الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الإخوة منتوري قسنطينة 1

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا وعلم البيئة النباتية

مذكرة تخرج لنيل شهادة ماستر

ميدان علوم الطبيعة والحياة

فرع علوم بيولوجية
تخصص التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

عنوان المذكرة

الزراعة المائية كبديل للزراعة التقليدية الإيجابيات والسلبيات

من إعداد الطالبتين:

- خلاف سعاد
- شلي إكرام

لجنة المناقشة

باقة مبارك	مشرفا	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة1
مولف عضراء	ممتحنا	أستاذة محاضرة ب	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة1
شيباني صليح	ممتحنا	أستاذة محاضرة ا	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة 1

الموسم الجامعي 2022/2021

بسم الله الرحمن الرحيم

الحمد لله والصلاة والسلام على حبيب الله سيدنا ونبينا محمد صلى الله عليه وسلم

أما بعد

الحمد لله الذي بلغنا لهذه الخطوة في مسيرتنا الدراسية بمذكرتنا هذه ثمرة الجهد والنجاح

ممناة إلى والدينا حفظهم الله الدين تعبوا في تربيتنا وتعليمنا لنبلغ مثل هذا اليوم

إلى اخواننا واخواتنا

إلى العائلتين الكريمتين شلي و خلاف

إلى كل من لهم الاثر الطيب في حياتنا

إلى مؤطرنا الكريم البروفيسور السيد باقة مبارك

إلى جميع من ذكرنا نهدي عملنا المتواضع

شكرٌ وعرفان

لله الحمد والشكر كله الذي وفقنا وألهمنا الصبر على المشاق التي واجهتنا لإنجاز هذا العمل المتواضع

الشكر الابدي لأمهاتنا اللاتي سهرن في تربيتنا وتعليمنا

الشكر الازلي لآبائنا الدين انشقت ايديهم وقلوبهم وأجسادهم من اجل توفير حياة كريمة زاهدة لنا

الشكر الفاضل لإخواننا الدين ساعدونا على تجاوز الصعوبات

الشكر الجميل لأخواتنا اللاتي دعمننا على تخطي الازمات

الشكر الخاص والخالص للأستاذ المؤطر البروفيسور باقة مبارك لما قدمه من مساعدات وتوجيهات ونصائح قيمة لنا

الفهرس

قائمة الصور

قائمة الأشكال

قائمة الجداول

قائمة الاختصارات

المقدمة

الدراسة النظرية

الفصل الأول: الزراعة المائية

1- الزراعة المائية..... 3

2- لمحة تاريخية عن الزراعة المائية..... 4

3- البيئات المستخدمة في الزراعة المائية 4

3-1- البيئات العضوية 5

3-2- البيئات غير العضوية 8

4- الشروط الواجب توافرها في بيئة الزراعة المستخدمة في مزارع البيئات..... 12

5- نظم الزراعة المائية..... 15

5-1- النظام المغلق 15

5-2- النظام المفتوح..... 15

5-3- النظام الصلب..... 16

5-4- النظام السائل 16

6- تقنيات الزراعة المائية 16

6-1- تقنية الغشاء المغذي..... 16

6-2- تقنية الطوف 18
6-3- تقنية الغمر 18
6-4- تقنية التنقيط 18
6-5- تقنية الزراعة الهوائية 20
6-6- تقنية الفتيل 22
1- مستلزمات وأدوات الزراعة المائية 23
1-1- جهاز (pH) وجهاز (EC) 24
1-2- حوض التغذية 25
1-3- مضخة مياه غاطسة 25
1-4- أنابيب وأحواض الزراعة 26
1-5- كؤوس ومثبتات الأشتال 27
1-6- توصيلات الري 27
2- المحاليل المغذية 28
3- شروط المحاليل الغذائية 30
4- العوامل المؤثرة على تركيب المحلول الغذائي 31
5- الظروف البيئية للزراعة المائية 32
مميزات وعيوب الزراعة المائية 34
1- مزايا الزراعة المائية 34
2- عيوب الزراعة المائية 34
3- فوائد الزراعة المائية 35
4- أهمية الزراعة المائية 39
أمراض الزراعة المائية وطرق مكافحتها 40

1- أمراض أعفان الجذور 40
1-1- أسباب أمراض أعفان الجذور 40
1-2- أنواع أمراض أعفان الجذور 41
2- مكافحة الأمراض التي تصيب الزراعة المائية..... 42
2- وصف نبات الطماطم..... 43
3- المراحل المتبعة في الزراعة المائية لنبات الطماطم..... 44
3-1- عملية إنبات بذور طماطم (*Lycopersicum esculentum*) 44
3-2- المكان المناسب للزراعة 45
أ- البيوت المحمية..... 45
ب- الأنظمة المائية للطماطم 46
ج- مستلزمات الزراعة المائية للطماطم..... 48
د- أهمية زراعة الطماطم بدون تربة..... 54
4- طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية..... 54
5- مرحلة الإزهار..... 57
6- عملية قطف الثمار 58
7- تخزين وتبريد ثمار الطماطم..... 58
الخلاصة
المراجع باللغة العربية
المراجع باللغة الاجنبية
قائمة الروابط

قائمة الصور

صورة 1: البيت موس 5
صورة 2 : نشارة الخشب.....6
صورة 3: قشور الأرز.....7
صورة 4: ألياف جوز الهند.....7
صورة 5:الرمل.....8
صورة 6: البيرليت.....9
صورة 7: الفيرموكيوليت 10
صورة8: الخفاف.....11
صورة 9: الصوف الصخري.....12
صورة 10: أحواض الزراعة المائية.....23
صورة 11: جهاز (pH) وجهاز (EC).....24
صورة 12: حاوية المحلول المغذي.....25
صورة 13: مضخة مياه غاطسة 26
صورة 14: أنابيب وأحواض الزراعة 26
صورة 15: كؤوس ومثبتات الأشتال.....27
صورة 16: توصيلات الري.....28
صورة 17: المحاليل المغذية 29
صورة 18: مثال على الزراعة المائية للطماطم.....43
صورة 19: دراسة نبات الطماطم.....44
صورة 20: زرع بذور الطماطم 44
صورة 21: وضع النباتات الصغيرة تحت الضوء 45
صورة 22: نظام (DWC) لزراعة الطماطم.....47
صورة 23: مؤشر التوصيل الكهربائي في مستوى السائل.....48
صورة 24: وضع نباتات صغيرة تحت الضوء 49
صورة25 : صناعة نظام.....50
صورة 26: تموضع الحاويات.....50

صورة 27: اعداد الري.....51
صورة 28: محاليل مغذيات جاهزة 51
صورة 29: طماطم مزروعة داخل نظام زراعة مائية.....54
صورة 30: ميل الساق الرئيسي للطماطم ومروره بشكل أفقي ثم ارتفاعه لأعلى 55
صورة 31: خيوط تقويم ساق نبات الطماطم والتي يتم فيها تثبيت الساق الذي تم ترقيده حتى لا يتحرك مرة أخرى 56
صورة 32: نباتات طماطم تم عمل ترقيد لها.....56

قائمــة الأشكال

شكل 1: نظام (NFT) 17
شكل 2: نظام التنقيط 19
شكل 3: نظام الزراعة الهوائية 21
شكل 4: نظام الفتيل 22

قائمــة الجداول

جدول 1: العناصر الأساسية لتغذية النبات 29
جدول 2: العناصر المغذية ومدى تركيزها في المحلول المغذي بالجزء بالمليون.....30
جدول 3: تحضير المحلول المركز للعناصر الصغرى.....31

قائمــة الاختصارات

NFT	Nutrient Film Technique	تقنية الغشاء المغذي
EC	Electrical Conductivity	الناقلية الكهربائية
pH	Potential of Hydrogen	الأس الهيدروجيني
DLI	Daily Light Integral	ضوء يومي متكامل
DWC	Deep Water Culture	الزراعة في المياه العميقة
HPS	High Pressure Sodium	
ppm	Partie par million	
DIY	Do It Yourself	

المـقدمــة

المقدمة

مع تزايد عدد سكان الارض وارتفاع الطلب العالمي على المنتجات الزراعية لتلبية حاجات البشر المتزايدة من المواد الغذائية. تعتبر الزراعة المائية (Hydroponics) من اهم الطرق المبتكرة في الزراعة الحديثة، فهي طريقة حديثة تنمو فيها النباتات مباشرة في الماء وبمكونات معدنية على غرار التربة. ولهذه التقنية فوائد كثيرة ومتعددة مقارنة بالزراعة التقليدية، فهي تساهم بشكل كبير في زيادة الإنتاج وتحقيق الاكتفاء الغذائي وبالتالي التغلب على مشكلة الجوع. هذا النوع من الزراعة تنمو فيه البذور بشكل سريع مقارنة بنموها في التربة، كما تمتاز بعض النباتات كالخضار الورقية بقلة استخدام المبيدات وبالتالي يمكننا القول إنها أكثر صحة.

تعتمد فكرة الزراعة دون تربة على الاستغناء الكامل عن التربة كمصدر للمغذيات، واستبدالها بالمحلول المغذي ومادة خاملة كيميائيا كوسط لنمو الجذور. وتعتبر الزراعة دون تربة حلا ناجعا لجميع مشاكل التربة ، فهي تمكن من الزراعة في المناطق ذات التربة المتدهورة او الصحاري كما يحقق المحلول المغذي خصوبة مثالية غير قابلة للتناقص مع الزمن ولكل نوع نباتي محلول مغذي ملائم له، يختلف تركيبه باختلاف مرحلة نمو النبات (**Al-Haboby, 2014**).

اكتشف باحثو فسيولوجيا النبات خلال القرن الثامن عشر ان النباتات تمتص المغذيات المعدنية الأساسية في صورة ايونات لا عضوية ذائبة في الماء، تعمل التربة في الظروف الطبيعية كمستودع للمغذيات المعدنية، ولكن التربة نفسها غير ضرورية لنمو النبات فجميع النباتات تقريبا تنجح زراعتها بدون تربة، إلا أنه يوجد بعض النباتات التي يكون نجاحها أكثر من البقية (**بلبع، 1989**).

اهتم العلماء بالزراعة بدون تربة بعد ظهور الكثير من المشاكل المتعلقة بالتربة من أمراض، أعشاب، وزيادة الملوحة، وكثير غيرها. فبدأ الباحثون في قطاع العلوم الزراعية البحث عن حلول بديلة عن استخدام التربة كوسط لتربية النبات، فقاموا بإجراء الأبحاث المختلفة على عدد من المواد التي يمكن أن تكون بديلة مثل: البيتموس، البيرليت، الصوف الصخري والحجر البركاني المتواجد في مناطق عدة من الدول العربية كالسعودية، غرب العراق وغيرها، والذي يعتبر الأقل كلفة والأسهل استعمالا. تتميز هذه الطريقة من الزراعة بعدة فوائد أهمها التوفير في استخدام الماء والأسمدة، حيث يتم إعادة استخدام الكمية الزائدة عن حاجة النبات لكل منهما. وكذا التقليل من استخدام المبيدات وخاصة المستخدمة لمكافحة الآفات التي تستوطن التربة (الحشرات، الفطريات، النيماتودا، الاعشاب) وبالتالي الحصول على أعلى إنتاجية ممكنة من النبات في (**noor-book.com**).

ونظرا للطلب المتزايد للبشر من الغذاء، وفي ظل التغيرات المناخية التي يشهدها العصر الحالي من نقص للتساقط وتزايد درجات الحرارة، مما تسبب في تدني الجودة وإنتاجية مختلف المحاصيل وكذا

المشاكل البيئية التي يعتبر التسميد الكيميائي أحد أهم مسبباتها إلى جانب ارتفاع تكاليفه، وهذا الامر جعل البحث عن وسائل جديدة في الزراعة أمرا ضروريا لتطوير الممارسات الزراعية القادرة على التكيف مع تغير المناخ والتخفيف من حدة آثاره. فما هي الزراعة المائية؟ وكيف تساهم كبديل فعال ومستدام في حل مشاكل العصر؟

تكمن أهمية الزراعة المائية في قدرتها على إنتاج كم كبير من المحاصيل الزراعية على مساحة صغيرة تحت ما يعرف بالزراعة العمودية التي تتطلب طاقة أقل بكثير مقارنة بنظيرتها التقليدية مما يدعم التنمية وضمان الأمن الغذائي وتأمين الاكتفاء الغذائي كميا ونوعيا. وعليه يهدف بحثنا إلى التعريف بتقنية الزراعة المائية (Hydroponics) كأسلوب متطور وفعال ذو كفاءة عالية للزراعة الحديثة، وبالتالي تحقيق زيادة مستدامة في الإنتاجية الزراعية والدخل، وبناء القدرة على التكيف مع التغيرات المناخ.ية.

الدراسة النظرية

الفصل الأول

الزراعة المائية

1- الزراعة المائية

كلمة (Hydroponic)، ذات أصل لاتيني وتعني المياه العاملة. ببساطة، إنه فن زراعة النباتات بدون تربة. عندما يفكر معظم الناس في الزراعة المائية، فإنهم يفكرون في النباتات التي تزرع جذورها معلقة مباشرة في الماء مع عدم وجود وسيلة للنمو. هذا مجرد نوع واحد من الحدائق المائية المعروفة باسم تقنية الغشاء المغذي (NFT). هناك عدة أشكال من (NFT) تستخدم في جميع أنحاء العالم، وهي طريقة شائعة جدًا للزراعة المائية. ما لا يدركه معظم الناس هو أن هناك طرقًا لا تعد ولا تحصى وأشكال مختلفة من الحدائق المائية (الزراعة المائية، 2021) في (**hassad.io**).

ولهذه التقنية فوائد عديدة، لعل من أهمها زيادة الإنتاج بشكل كبير مقارنة بالطرق الزراعية التقليدية. حيث يمكننا من خلال هذه التقنية زراعة المزيد من البذور التي تنمو بشكل أسرع في المحلول المغذي مقارنة بنموها في التربة. ومن الفوائد الأخرى أن نباتات الزراعة المائية تعاني من مشاكل أقل مع الفطريات والحشرات والأمراض، لذا فهي عموما أكثر صحة من نباتات المحاصيل التقليدية. إضافة إلى انخفاض كمية المعادن الثقيلة أو المبيدات الحشرية التي تتراكم في أنسجة النبات التي تزرع في التربة. هناك فائدة كبيرة للزراعة المائية تتمثل في عدم الحاجة إلى التناوب في زراعة المحاصيل؛ حيث يمكننا زراعة نوع واحد فقط من النباتات لسنوات عديدة وبنفس الكفاءة الإنتاجية. وهناك ميزة أخرى من المستحيل تحقيقها بالطرق التقليدية وهي التخلص من الإنتاج الفصلي أو الموسمي، فمثلا يمكننا قطف الفراولة أو الشمام في يناير/كانون الثاني بفصل الشتاء عندما تكون الثلوج في الخارج. ولعل واحدة من أهم ميزات هذه التقنية الزراعية هو - على عكس المتوقع - أنها تحتاج لكميات أقل من المياه التي تحتاجها الزراعة التقليدية التي تتم بالتربة، حيث تتم إعادة تدوير المياه في دورة مغلقة واستخدامها مرات عديدة من خلالها تكثيفها وإيصالها مرة أخرى للنباتات المزروعة. ومؤخرا، تم تطوير هذا النوع من الزراعة عن طريق تقنية جديدة أطلق عليها العلماء اسم "أكوابونيك" (Aquaponics)؛ حيث تجمع هذه التقنية ما بين الزراعة المائية وتربية الأسماك في نفس الوقت باستخدام نفس الدورة المائية. كما ذكرت منصة تكنولوجي (technology) في تقرير لها مؤخرا (**سناجلة، 2021**).

2- لمحة تاريخية عن الزراعة المائية

منذ مئات السنين كان الناس في الصين والهند ومصر يقومون بوضع روث الحيوانات في أوعية من الماء ثم يتركون الروث حتى يتخمر في الماء ثم يستخدمون تلك الأوعية من خلال وضع الخضروات والفواكه بها من الخيار والجزر للزراعة. كما يتم القيام بهذا الامر قديما كذلك في حدائق بابل المعلقة لزراعة النباتات تم اكتشاف الزراعة المائية بمفهومها الحديث عام 1929 عندما نجح أحد الطلبة في جامعة كاليفورنيا بزراعة نبتة الطماطم في محلول مغذي ومنذ هذا الحين اكتسب مسمى الزراعة في الماء أو الهيدروبونيك لاحقا خلال أعوام 1960 و1970م أخذت المشاتل التجارية التي تنتهج من تلك الطريقة منهاجا في الزراعة بالانتشار في العديد من الدول مثل الامارات وبلجيكا والمانيا والدانمرك والنرويج والولايات المتحدة الامريكية وغيرها. ومن الجدير بالذكر أن ذلك النوع من الزراعة موجود منذ القدم حيث أن قواعد زراعة الحدائق المائية ثبت أنها استخدمت منذ أقدم العصور ثم عرفت في الولايات المتحدة الامريكية وحازت على اهتمام شعبي هناك عن طريق أحد الاطباء في عام 1937م. حيث قدم كلمة مائية من خلال الكلمات اليونانية للكلمات (ماء وعمل) ليدلل على صحة نظره. فقد قدم حبات نبات الطماطم الكبيرة المزروعة عن طريق الزراعة المائية وبعدها اصبح للزراعة المائية حماسا وجيزا، ولكن طور العلماء أساليب زراعتها ودرسوها وذلك على الرغم من خفة حدة الاهتمام الشعبي لتلك الزراعة وفي الحرب العالمية الثانية زرع الجنود في جزر المحيط الهادي الخضروات التي كانوا بحاجة إليها للغذاء عن طريق استخدام الزراعة المائية. وفي الستينات تم إنشاء صوب الزراعية التجارية الكبيرة والمزارع المائية ذات المساحات الشاسعة في عدة مناطق في مختلف أنحاء الولايات المتحدة (**الزراعة المائية ، 2022**) في (**rosepedia.com**).

3- البيئات المستخدمة في الزراعة المائية

هي أحد أنواع الزراعة بدون تربة، وتعنى تنمية جذور النباتات في مواد صلبة مسامية أو غير مسامية في صورة جزيئات ثابتة غير قابلة للانهيار أو التحلل، ومنها البيئات العضوية و البيئات غير العضوية (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

يوجد العديد من المواد التي يمكن استخدامها كبيئة للزراعة في الزراعة بدون تربة، وتقسم هذه المواد إلى قسمين رئيسين هما:

3-1- البيئات العضوية

البيت موس

يعتبر البيت موس من أكثر البيئات شيوعاً ويستخدم بصورة كبيرة على مستوى العالم وهو عبارة عن مادة عضوية متحللة توجد في المناطق الرطبة على مساحات كبيرة تعرف بمناجم البيت موس، وقد يستخدم بصورة مفردة كما هو أو يخلط ببعض البيئات الأخرى مثل الفيرموكيوليت أو البيرليت أو الرمل (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

ويتميز البيت موس بالعديد من المواصفات منها:

صورة 1: البيت موس
في (**idaatalaalm.com**).

1- قدرته الكبيرة على امتصاص الماء تبلغ تقريباً 8 أمثال وزنه بعد التشبع وصرف الماء الزائد.
2- يتميز بانخفاض درجة الحموضة له.
3- نسبة المادة العضوية به مرتفعة حوالي (94-99%)
4- يعتبر البيت موس عالي المسامية (95-98 %).

وكلما كان البيت موس غامق اللون كلما كانت درجة تحلله مرتفعة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

نشارة الخشب، القش ومخلفات الأشجار والنباتات

هي عبارة عن المخلفات التي تنتج أثناء العمليات التصنيعية للأخشاب في المصانع وورش النجارة، مخلفات النباتات المختلفة وموجودة بكثرة في البيئة المحيطة، أما بالنسبة لنشارة الخشب فهي تتواجد بكثرة في المناطق التي تنتشر فيها الغابات ويكثر فيها النشارة بكميات كبيرة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

صورة 2 نشارة الخشب

في (alkhadraasy.com)

ومن مواصفات هذه البيئات:

1- تنتشر الرطوبة في نشارة الخشب الناعمة أسرع من انتشارها في النشارة الخشنة.
2- خفة الوزن.
3- القدرة على الاحتفاظ بالماء بصورة جيدة مع توفير التهوية بنسبه ملائمة.

ارتفاع السعة التبادلية الكاتيونية لهذه البيئات (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

4- بينما يعاب على هذه البيئات قابليتها السريعة للتحلل والهدم بواسطة الكائنات الحية الدقيقة عند توافر الرطوبة الملائمة لذلك.

وتستخدم هذه المواد بمفردها كبيئة مستقلة أو على صورة خليط مع البيت موس أو الرمل أو غيره (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

قشور الأرز

صورة3: قشور الأرز
في (**stringfixer.com**).

وهي عبارة عن قشور حبوب الأرز.

وتتميز هذه البيئة بالتالي:

1- خفيفة الوزن جداً.
2- توفر التهوية اللازمة لنمو جذور النباتات المختلفة فعند خلطها مع بيئة سيئة التهوية تقوم بتحسين التهوية والصرف لها.

ولكن يعاب على هذه البيئات سرعة تحللها وهدمها بواسطة الكائنات الحية الدقيقة مثلما يحدث مع نشارة الخشب (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

ألياف جوز الهند

صورة 4: ألياف جوز الهند
في (**m.ar.aliexpress.com**).

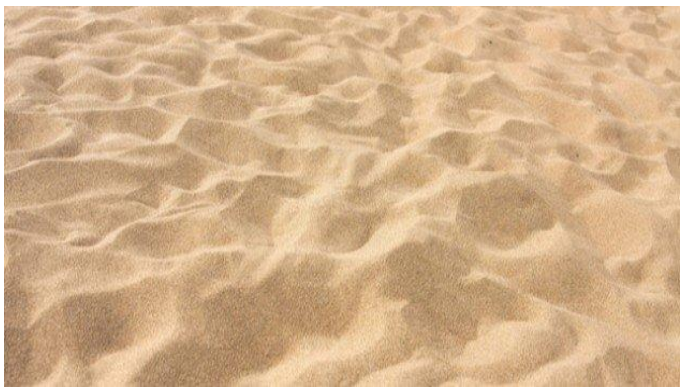
ألياف جوز الهند من البيئات التي دخلت حديثاً كأحد بيئات الزراعة اللاأرضية، وهي تصنع من قشور ثمار جوز الهند، وإما تستخدم الألياف كما هي في الزراعة أو تستخدم في عمل أحد أنواع البيتوت لاسيما بيت جوز الهند (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

وتمتاز هذه البيئة بالتالي:

1- إمكانية استخدامها لأكثر من عام دون حدوث أي تغير في صفاتها الطبيعية.
2- بطيئة التحلل فلا تهدم سريعاً.
3- لها قدرة جيدة على الاحتفاظ بالماء.
4- لها قدرة على توفير التهوية الجيدة في البيئة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

3-2- البيئات غير العضوية

الرمل



صورة 5:الرمل

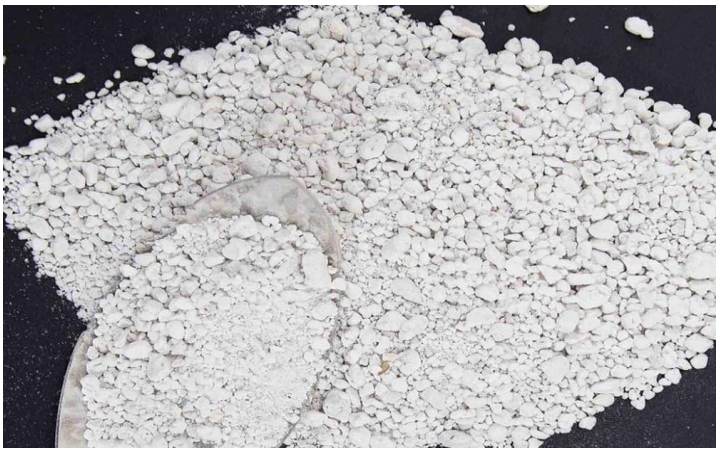
(https://mawdoo3.com)

يعتبر الرمل من أقدم وأفضل المواد التي استخدمت كوسط حبيبي صلب لتنمية النباتات، ولا يفضل استخدام الرمال المحتوية على الجير وذلك بسبب وجود نسبه عالية من كربونات الكالسيوم بها حيث أنها تعمل كمادة لاحمة لجزيئات الرمل مما يغير من الصفات الطبيعية للرمل، كذلك لا يفضل استخدام رمال الشواطئ لاحتوائها على نسبه مرتفعة من الأملاح، ويفضل استخدام الرمال ذات الأصل الجرانيتي أو السيليكاتي كبيئة زراعية ؛ وتعتبر أقطار حبيبات الرمل عامل هام في نجاح استخدامه كبيئة

زراعة حيث أن الرمل الخشن جدًا لا يحتفظ بقدر كافي من الرطوبة ؛ أما الرمل الناعم جدا فلا يسمح بنسبه كافيه من التهوية.

ويتميز الرمل بالصرف الجيد؛ لكن قدرته على الاحتفاظ بالماء ضعيفة لذلك يفضل إضافة البيت موس أو الكمبوست معه. (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

البيرليت



صورة 6: البيرليت
في (**farmer-sa.com**).

هو عبارة عن حجر بركاني منشأة للافا البركانية؛ يتدرج لونه من الرمادي إلى الأبيض ويتركب من سيليكات الألمنيوم وصوديوم وبوتاسيوم؛ يتم طحنه وتسخينه على درجة حرارة مرتفعة من 900-1000 درجة مئوية؛ حيث يحدث له انتفاخ نتيجة خروج الهواء الساخن منه وتتكون به فجوات هوائية حيث يحدث له نتيجة لذلك تمدد وأتساع للحبيبات وانتفاخها بصورة كبيرة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

ويتميز البيرليت بالعديد من المميزات منها:

1- مادة ثابتة التركيب من الناحية الفيزيائية، وليس لها القدرة على التبادل الكاتيونى.
2- مادة خفيفة الوزن.
3- سهولة الصرف مع الاحتفاظ بالماء بصورة جيدة، ومن المفضل أن يتم الري على عدة مرات في اليوم الواحد وذلك من أجل ضمان استيفاء حاجة النبات من المياه والعناصر الغذائية.
4- التهوية مرتفعة بالبيئة.

5- حبيبات البيرليت تتميز بوجود الخاصية الشعرية مما يسهل من استخدامها كبيئة تروى بطريقة الري تحت السطحي.

ويستخدم البيرليت على مستوى واسع في الزراعة، حيث يستخدم بصورة منفردة ويعطى نتائج جيدة أو يدخل في عمل خلطات مع بيئات أخرى كالبيت موس وذلك لزراعة العديد من محاصيل الخضر، الشتلات، زهور القطف، ونباتات التزيين الداخلي (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

الفيرموكيوليت

صورة 7: الفيرموكيوليت
في (**ar.garynevillegasm.com**)

الفيرموكيوليت عبارة عن سيليكات الحديد والألومنيوم والماغنسيوم المتهدرت، وهو عبارة عن رقائق معدنية تستخرج من مناجم الميكا في أفريقيا واستراليا وأمريكا، ويتم الحصول على المادة في الصورة القابلة لتكون بيئة زراعية عن طريق معاملة المعدن الخام لدرجة حرارة 1000 درجة مئوية فتتحول الرطوبة الموجودة به إلى بخار يزيد من الضغط داخل طبقاته، مما يؤدى إلى تكسير وتقسيم هذه الطبقات إلى جزيئات أو أجزاء صغيرة خفيفة مسامية ذات صفات جيدة تلائم الزراعة اللاأرضية (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

ومن مميزات الفيرموكيوليت:

1- له قدرة كبيرة على الاحتفاظ بالماء.

2- يوجد بها عنصري الماغنسيوم والبوتاسيوم في صورة ميسرة يمكن للنباتات امتصاصها والاستفادة منها.

وقد لوحظ أن الفيرموكيوليت مادة ماصة للماء وبالتالي يظل مبتلا معظم الوقت، لذلك يفضل خلطة بمواد أخرى للتقليل من حالة الابتلال الدائمة بالتالي تظل رطوبة وسط الزراعة ملائم لنمو النباتات (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

الخفاف

هو عبارة عن صخر سيليكاتى من أصل بركاني يحتوي على عناصر الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم، وآثار من الكالسيوم والماغنسيوم والحديد، والمادة بها العديد من الفراغات، وتتكون تلك الفراغات نتيجة لخروج البخار الساخن منها قبل أن تبرد حمم اللافا البركانية، وهو موجود بصورة طبيعية لا يحتاج إلى حرارة أو تسخين بل أن كل ما يجرى عليه من عمليات هو التكسير والطحن إلى الحجم المناسب من الحبيبات (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

صورة8 :الـ خ فاف

في(https://so2alwgwab.com)

ومن خواص الخفاف ما يلي:

1- هو مادة تشبه البرليت في التركيب الكيميائي لكنها تختلف عنها في الخواص الفيزيائية حيث أن الأول مادة أثقل من البيرليت.
2- لا تمتص بالماء بسهولة، كذلك لا تحتفظ بها لفترة طويلة.
3- توفي ظروف التهوية الجيدة في بيئة النمو.

4- سهولة تنظيفها وتطهيرها (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

الصوف الصخري

صورة 9: الصوف الصخري
في (**almrsal.com**).

أول إنتاج من هذه المادة كان في الدانمارك عام 1969، وقد انتشر استخدامها سريعاً في الزراعة. حيث استخدمت لإنتاج العديد من محاصيل الخضر ونباتات الزينة.

والصوف الصخري عبارة عن ألياف ناتجة من الصخور البركانية وبصفة خاصة (Diabase) بنسبة 60%، وذلك مع الحجر الجيري (Lime stone) بنسبة 20%، وفحم الكوك بنسبه 20%. ثم يتم صهر هذا الخليط على درجة حرارة مرتفعة جداً على حسب مكونات المخلوط، وتتحول هذه المادة المنصهرة عن طريق الطرد المركزي السريع والتبريد إلى خيوط رفيعة قطرها 5 ميكرون يتم ضغطها بعد ذلك إلى رقائق بالسمك المطلوب، وأثناء عملية التبريد يتم إضافة الفينول لخفض التوتر السطحي، كذلك يعمل كمادة لاصقة لخيوط الصوف الصخري مكونة بيئة إسفنجية أو مسامية. (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

4- الشروط الواجب توافرها في بيئة الزراعة المستخدمة في مزارع البيئات

- **أن تكون للبيئة القدرة على الاحتفاظ بالماء**

تتوقف قدرة البيئة على الاحتفاظ بالماء وصرف الماء الزائد على حجم حبيبات وشكلها ومساميتها حيث أن الماء يمسك على سطح الحبيبات وفى المسام ما بين الحبيبات وكلما صغر حجم

الحبيبات كلما ازدادت مساحة سطح الحبيبة وتقاربت من بعضها وزادت قدرة البيئة على الاحتفاظ بالماء والحبيبات غير المنتظمة الشكل لها مساحة سطح أكبر من الحبيبات الملساء والمستديرة وبالتالي لها قدرة أعلى على الاحتفاظ بالماء (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تقوم البيئة بتوفير التهوية اللازمة لنمو الجذور**

يجب أن تكون البيئة لها قدرة كبيرة على صرف الماء الزائد وذلك لضمان توفير التهوية الجيدة في بيئة نمو الجذور لذلك يجب تحاشى أن تكون حبيبات البيئة ناعمة جداً مما يؤدى إلى انخفاض حركة الأكسجين خلال حبيبات البيئة فتسوء الحالة الكلية للتهوية في بيئة النمو مما يترتب عليه اختناق جذور النباتات المزروعة بها. (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **ألا تحتوي البيئة على مواد ضارة أو سامة**

يجب ألا تحتوي بيئة النمو على أي مادة تلحق الضرر بجذور النباتات أو تؤثر على نمو النبات النامي في هذه البيئة ومثال على ذلك نجد أن الرمل أو الحصى الناتج من أصل جير (يحتوي على كربونات كالسيوم) يجب تحاشى استخدامه حيث أن وجود كربونات الكالسيوم من شأنه أن يؤدى إلى ارتفاع درجة بحموضة (pH) المحلول المغذى إلى الجانب القلوي (أعلى من 7)، وهذا الارتفاع في درجة حموضة المحلول المغذى يؤدى إلى ترسيب كلاً من الحديد والفسفور وبالتالي تظهر أعراض نقص هذه العناصر بالرغم من تواجدها في المحلول (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تكون للبيئة القدرة على تدعيم النباتات النامية بها**

يجب أن تعمل البيئة على تدعيم النباتات وتثبيتها بشكل جيد فيجب أن تكون البيئة من مادة ثابتة لا تتكسر ولا تتفتت بسهولة مما يساعد على استخدامها لفترات طويلة بالإضافة إلى أن المواد الناعمة تكون سهلة التكسر إلى جانب سرعة فقدها لبنائها وتقل أقطار حبيباتها سريعاً مما يؤدى إلى انضغاط البيئة وسوء تهويتها وإذا تم استخدام مزارع البيئات للزراعة في الحقل المكشوف يجب تحاشى استخدام البيئات التي تتكون من حبيبات لها حواف غير منتظمة الشكل حيث أن قدرتها على تثبيت النباتات قليلة مما يجعل النباتات سهلة الرقاد بالرياح (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تكون البيئة خالية من المسببات المرضية**

يجب أن تكون البيئة خالية من المسببات المرضية عند استخدامها حتى لا تكون مصدر لإصابة النباتات النامية لها بالأمراض المختلفة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تكون البيئة خالية من الملوحة**

يجب أن يكون البيئة خالية من الملوحة حتى لا تؤثر على نمو النباتات النامية بها فمثلاً في حالة استخدام بيئة نشارة الخشب تحتوي غالباً على تركيز مرتفع من أملاح كلوريد الصوديوم نظراً لما تتعرض له ألواح الخشب من النقع في محلول ملحي لفترات طويلة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تكون البيئة خالية من بذور الحشائش**

يجب أن تكون البيئة خالية من بذور الحشائش حتى لا تكون مصدر للحشائش التي تنمو وتنافس المحصول الرئيسي في الغذاء والماء، كذلك تكون نباتات الحشائش عوائل لبعض الأمراض التي تنتقل إلى النباتات النامية فتلحق الضرر بها (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تتميز البيئة بسهولة تنظيفها وتعقيمها**

من المفضل أن تتميز البيئة بسهولة تنظيفها بحيث يسهل إزالة متبقيات الجذور منها يدوياً وتنظيفها بواسطة الماء فقط، كذلك في حالة الاحتياج إلى تعقيم البيئة فإنه يفضل أن تعقم بواسطة أياً من طرق التعقيم السهلة مثل التعقيم بواسطة البخار أو غيره من طرق التعقيم (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

- **أن تكون البيئة رخيصة الثمن**

من المفضل أن تكون البيئة رخيصة الثمن حتى تكون اقتصادية عند عمل مزرعة على مساحة كبيرة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

5- نظم الزراعة المائية

يُمكن تقسيم أنظمة الزراعة المائية بناء على آلية العمل إلى عدة أقسام، هي: النظام المغلق، والمفتوح، والصلب، والسائل، وفيما يلي توضيح لكلّ نظام من هذه الأنظمة (أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة، 2013) في (**mbhydroponics-ar.blogspot.com**).

5-1- النظام المغلق

النظام المغلق تُعتبر تقنية الغشاء المغذّي من الأمثلة على النظام المُغلق، ويُعدّ هذا النظام اقتصادياً في استخدام المواد الغذائية، مع مراعاة مراقبتها بشكل مستمرّ، والتعديل على المحلول المُغذّي، وعلى الرغم من أنّ فحص كمية العناصر الغذائية يُشير إلى تركيز الأملاح الكليّ في المحلول، إلّا أنّه لا يبيّن تركيز العناصر الرئيسية، ولا يتأثّر بكمية العناصر الشحيحة، لذا يجب القيام بفحوصات كيميائية دورية كل أسبوعين، أو ثلاثة للعناصر الرئيسية، وهي: النيتروجين (N)، والفسفور (P)، والبوتاسيوم (K) ، والكالسيوم (Ca)، والمغنيسيوم (Mg)، وكل أربعة إلى ستة أسابيع للعناصر الشحيحة، وهي: الصوديوم (Na)، والبورون (B)، والنحاس (Cu)، والحديد (Fe)، والمنغنيز (Mn)، والمنديليفيوم (Mv)، والزنك (Z).

يجب الحرص على إضافة الأسمدة في النظام المغلق إلى المحلول المُغذّي بتركيزات مساوية لتلك التي تحتاجها النباتات، إذ إنّ إضافتها بتركيزات غير مدروسة قد يؤدي إلى تراكم بعض العناصر الغذائية، واستنفاذ أخرى، وقد يتطلّب النظام إضافات كيميائية بشكل يوميّ، أو أسبوعيّ، هذا قد يتّبع بعض المزارعين الطريقة التالية في استخدام المحلول المُغذّي، إذ يوضع كمية من المحلول في البداية، ثمّ في نهاية الأسبوع الأول يُضاف إليها كمية جديدة منه تساوي نصف الكمية السابقة، وعند انتهاء الأسبوع الثاني يتمّ تفريغ الخزانات، والتخلص من محتوياتها، والبدء من جديد (**Charles، 1994**).

5-2- النظام المفتوح

لا يُعاد تدوير، أو تغطّية المحلول المُغذّي في النظام المفتوح، وبالتالي فهو لا يتطلّب المراقبة، والتعديل عليه، إذ يبدأ استهلاك المكوّنات منذ خلطها فيه، وحتى نفاذها، ويجدر بالذكر أنّ نوعية مياه الريّ في هذا النظام ليست ذات أهمية كبيرة، ممّا يسمح باستخدام مياه تحتوي على 500 جزء في المليون من الأملاح، كما تسمح بعض النباتات، كالطماطم باستخدام تركيز أعلى من ذلك، إلّا أنّه غير مُحبّذ. يجب مراقبة الوسط الذي تنمو فيه النباتات في حال كانت مياه الريّ مالحة، أو في حال تعرّض الوسط لأشعة الشمس الدافئة، مع مراعاة استخدام كميّة كافية من مياه الريّ، إذ ترشّح المياه من الأكياس لمنع

تراكم الأملاح، وتُنفّذ فحوصات على المياه الراشحة بشكل دوري لقياس كمية الأملاح الكلّية الذائبة فيها، فإذا كان تركيز الأملاح يتجاوز 3,000 جزء في المليون، عندها يجب غسل النظام بالماء العاديّ (**أحمد، 2020**).

5-3- النظام الصلب

يستخدم نظام الصلب أكياس بلاستيكية مسطحة أو عمودية وهو نظام مفتوح لأنه لا يتم إعادة تدوير المحلول، في حين أن الصوف الصخري المعد للزراعة مفتوح أو مغلق. إذا تم تخزين المحلول الزائد في النظام وإعادة استخدامه، تجدر الإشارة إلى أنه إذا لم يتم إعادة استخدام محلول المغذيات، فإن الحساسية لملوحة المحلول تكون أقل (**موسى، 2021**).

5-4- النظام السائل

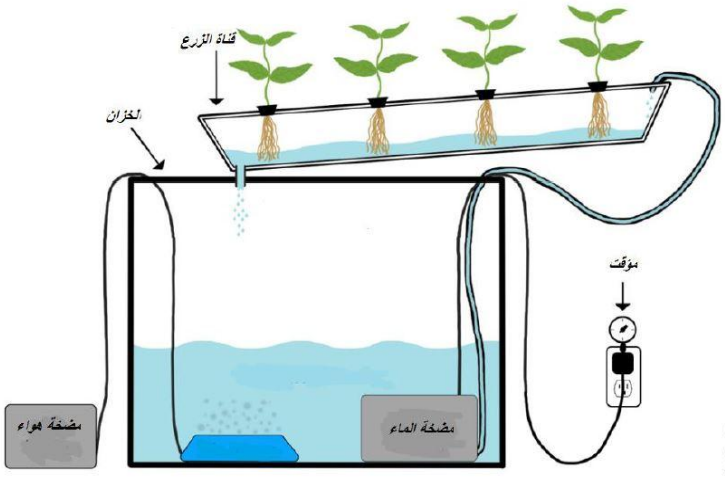
لا يعتمد النظام السائل على وضع جذور النبات في وسط صلب، وهو نظام مغلق، تتعرض فيه جذور النبات مباشرة إلى محلول المغذيات دون استخدام أي وسيلة، وإعادة التدوير، واستخدام المحلول مرة أخرى من خلال هذا النظام (**موسى، 2021**).

6- تقنيات الزراعة المائية

تتنوّع طرق الزراعة المائية بين ست طرق، وتقنيات مختلفة، هي: تقنية الغشاء المغذّي بالإنجليزية: (Nutrient Film Technique) تقنية الطوف بالإنجليزية (Raft Technique)، تقنية الغمر والتصفية بالإنجليزية (Ebb & Flow Technique)، تقنية التنقيط بالإنجليزية (Drip Technique)، تقنية الزراعة الهوائية بالإنجليزية (Aeroponic Technique)، تقنية الفتيل بالإنجليزية Wick (Technique)، وهناك العديد من الأنظمة الأخرى التي تكون إمّا مشتقة، أو مزيجاً من هذه الطرق الست الأساسية، ويجدر بالذكر أنّ عملية تزويد الأكسجين في الزراعة المائية يكون في الوسط الذي توجد فيه الجذور، إمّا من خلال الماء، أو الهواء (**Michael Bisonnette & al, 2006**).

6-1- تقنية الغشاء المغذي

هذا النوع من الانظمة من أسهل الانظمة وعادة يستعمل في المنازل. نظم NFT يكون تدفق المحلول المغذي مستمر من دون مؤقت للمضخة الغاطسة. ويتم ضخ المحلول المغذي في انبوب توضع عليه فتحات لوضع النبات فيها ومن ثم يعود المحلول إلى الخزان (**Vaillant & Al, 2003**).



شكل 1: نظام (NFT)

في **(بن صالح الرواحي، 2016)**.

مزايا تقنية الغشاء المغذي

1- استهلاك منخفض: نظرًا لأن الزراعة المائية تعيد (NFT) تدوير المياه فإنها لا تتطلب كميات كبيرة من الماء أو العناصر الغذائية لتعمل. كما أن التدفق المستمر يجعل من الصعب على الأملاح أن تتراكم على جذور النبات. لا تتطلب أنظمة تقنية الأفلام المغذية أيضًا وسائط متنامية، لذلك يتم توفير نفقات شراء الوسائط ومشقة استبدالها.

2- التصميم المعياري: تعتبر أنظمة تقنية الأفلام المغذية مثالية للمساعي التجارية واسعة النطاق. بمجرد إنشاء قناة واحدة وتشغيلها، يصبح من السهل جدًا توسيعها. يمكنك ملء الدفيئة الخاصة بك بقنوات متعددة تدعم المحاصيل المختلفة. من الجيد تغذية كل قناة بخزان منفصل. بهذه الطريقة، إذا حدث فشل في المضخة أو انتشر المرض في الماء، فلن تفقد العملية بأكملها **(فوزي، 2021)**.

عيوب تقنية الغشاء المغذي

1- فشل المضخة: إذا فشلت المضخة ولم تعد القناة تدور حول فيلم المغذيات، فسوف تجف نباتاتك. في غضون ساعات، يمكن أن يهلك محصولك بالكامل إذا لم يتم تزويده بالمياه. يتطلب الحفاظ على نظام الزراعة المائية (NFT) اليقظة. سترغب في مراقبة أداء المضخة بجدية.

2- الاكتظاظ: إذا كانت النباتات متقاربة جدًا أو كان نمو الجذر شديد التكاثر، فقد تصبح القناة مسدودة. إذا كانت القناة تسدها الجذور، فلن يتمكن الماء من التدفق وستتضور نباتاتك جوعاً. هذا

ينطبق بشكل خاص على النباتات في أسفل القناة. إذا كان أداء النباتات في النهاية ضعيفًا مقارنة ببقية القناة، ففكر في إزالة بعض النباتات أو التبديل إلى وحدة أصغر (**فوزي، 2021**).

2-6- تقنية الطوف

تقنية الطوف من الطرق الشائعة في الزراعة المائية، حيث انها تقوم بالاعتماد على زراعة النباتات داخل برك مملوءة بمحلول الأسمدة، ويكون عمق هذه البرك يتراوح بين 10 الى 40 سم، وتتم فيها عملية ضخ الهواء بداخلها عن طريق استخدام مضخة من خلال فتحات تكون على طول الخزان، وتختلف مستويات الأكسجين من موقع إلي موقع أخر مختلف في الخزان، ولكن هذه الاختلاف لا يوجد له اي اهمية عندما تقوم النباتات بالنمو. يجب مراقبة مستوي المياه الموجود داخل الخزان، ومراقبة العناصر الغذائية الموجودة، ودرجة الحموضة المتعلقة بالمحلول المغذي، ومستويات الأكسسجين المذاب والتي تقوم بالتغير أثناء تغير الموقع، ودرجة الحرارة أيضا وتم إثبات ان تزويد المحلول بفقاعات الهواء الصغيرة يعمل علي زيادة إنتاج بعض أنواع النباتات مثل (الخس) (**باسم رضا، 2022**).

3-6- تقنية الغمر

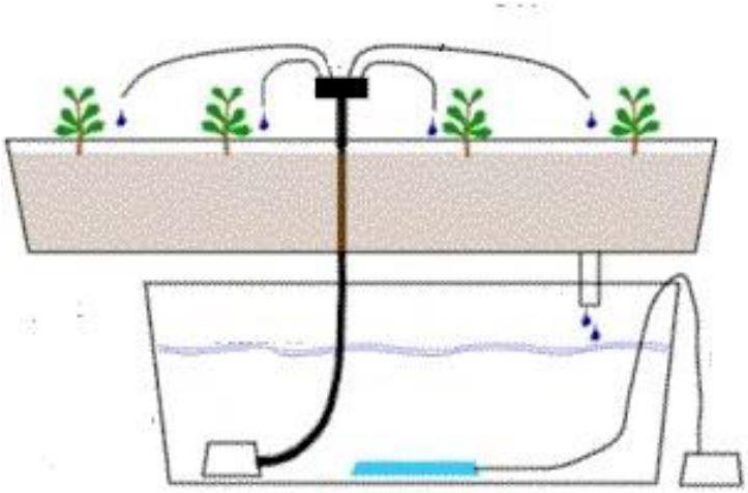
تقنية الغمر والتصفية تُعدّ تقنية الغمر والتصفية مُناسبة لزراعة الشتلات، والنباتات الصغيرة، والعُقل، ويُزرع فيها كل نوع من النباتات في وعاء واحد، وتعتمد هذه التقنية على تزويد منصّات الإنبات بالمحلول المغذّي باستخدام مضخّة غاطسة، ثمّ تُصرّف هذه المنصّات المحلول مرّة أخرى إلى الخزان الذي أُخذ منه، إذ يُضبط مؤقت المضخّة ليعمل عدّة مرات في اليوم، وذلك اعتماداً على حجم، ونوع النباتات، ودرجة حرارة، ورطوبة، ونوع الوسط الذي تنمو فيه، ويجدر بالذكر أنّه لكن لا يمكن تحديد كمية المحلول المُخصّصة لكل نبتة (**Morganthaler, 2017**).

4-6- تقنية التنقيط

تقنية التنقيط تعمل تقنية التنقيط كنظام مفتوح، إذ لا يتمّ فيها تغطية المحلول المُغذّي، أو إعادة استخدامه، ويجب أن تكون كميّة المحلول كافية لتتدفّق من الفتحات الموجودة أسفل الأوعية، ويجدر بالذكر أنّ معدل، وتوقيت استخدام المحلول المُغذّي يعتمد على عدة عوامل، وهي: كمية المياه التي يحتاجها النبات، وأنواع النباتات، ومراحل النموّ، إذ يُمكن خلال مرحلة النموّ مراقبة درجة الحموضة، وكمية العناصر الغذائيّة، والتعديلات التي أُجريت على المحلول بترشيح وسط التجذير لإزالة الأملاح

المتراكمة فيه، كما يمكن استخلاص جزء من المحلول من الوسط بعد الريّ، لإعداد محلول بنفس المواصفات (**Benton Jones، 2014**).

في نظام الري بالتنقيط المائي، يضخ الخزان المهوى والغني بالمغذيات المحلول عبر شبكة من الأنابيب إلى النباتات الفردية. يُقطر هذا المحلول ببطء في الوسائط النامية المحيطة بنظام الجذر، مما يحافظ على رطوبة النباتات وتغذيتها جيدًا. أنظمة الري بالتنقيط هي الطريقة الأكثر شيوعًا والأكثر انتشارًا للزراعة المائية، خاصة بين المزارعين التجاريين. يمكن أن تكون أنظمة الري بالتنقيط نباتات فردية أو عمليات ري ضخمة (**فوزي، 2021**).



شكل 2: نظام التنقيط
في (**nok6a-net**).

مزايا نظام التنقيط

1- مجموعة متنوعة من الخيارات النباتية يمكن لنظام التنقيط أن يدعم نباتات أكبر بكثير من معظم أنظمة الزراعة المائية الأخرى. هذا هو أحد الأسباب التي تجعله جذابًا جدًا للمزارعين التجاريين. يمكن دعم كل من البطيخ والقرع والبصل والكوسا بشكل كبير من خلال نظام بالتنقيط بحجم مناسب. تحتوي أنظمة التنقيط على كميات أكبر من الوسائط النامية مقارنة بالأنظمة الأخرى، مما يسمح لها بدعم أنظمة الجذر الأكبر لهذه النباتات. تعمل أنظمة التنقيط بشكل أفضل مع وسائط التصريف البطيئة، مثل الصوف الصخري وجوز جوز الهند والطحالب (**فوزي، 2021**).

2- النطاق: يمكن أن تدعم أنظمة الري بالتنقيط عمليات الزراعة المائية على نطاق واسع بسهولة. إذا رغب المزارع في إضافة المزيد من النباتات، فيمكن توصيل أنابيب جديدة بخزان وتحويل محلول

إلى الغطاء النباتي الجديد. يمكن إدخال محاصيل جديدة إلى نظام التنقيط الحالي، حيث يمكن إضافة خزانات إضافية بجداول زمنية مختلفة مصممة لتناسب احتياجات النباتات الجديدة. هذا عامل آخر يجعل أنظمة الري بالتنقيط شائعة الاستخدام في الزراعة المائية (**فوزي، 2021**).

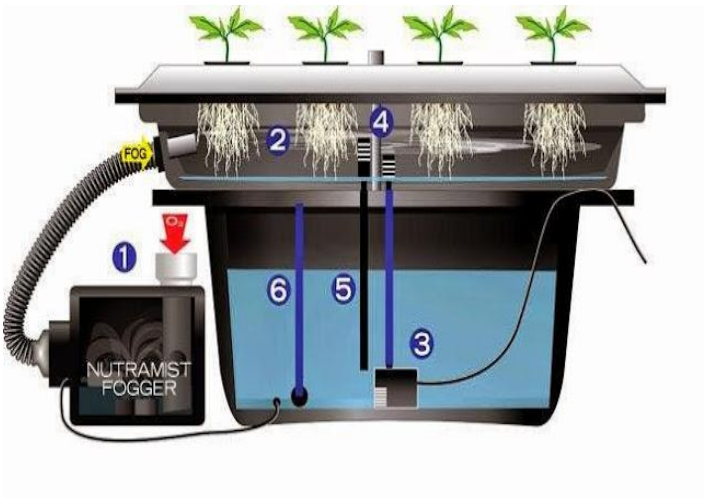
عيوب نظام التنقيط

1- الصيانة: إذا كنت تزرع نباتات تستخدم نظام تنقيط غير قابل للاسترداد في المنزل، فهناك قدر كبير من الصيانة التي تنطوي عليها. ستحتاج إلى مراقبة مستويات الأس الهيدروجيني والمغذيات في المحلول باستمرار، والتصريف والاستبدال إذا لزم الأمر. يمكن أيضًا أن تنسد خطوط أنظمة الاسترداد بسبب الحطام والمواد النباتية، لذلك ستحتاج إلى غسل خطوط التسليم وغسلها بانتظام (**فوزي، 2021**).

2- التعقيد: يمكن أن تصبح أنظمة الري بالتنقيط مهام معقدة ومعقدة بسهولة. هذا أقل أهمية بالنسبة للزراعة المائية المحترفة، لكنه ليس النظام الأكثر مثالية للمزارعين المنزليين. هناك العديد من الأنظمة الأبسط، مثل المد والجذر، والتي تصلح بشكل أفضل للزراعة المائية في المنزل (**فوزي، 2021**).

6-5- تقنية الزراعة الهوائية

تنمو جذور النباتات في هذا النظام بجو مشبع بالمحلول المغذي الذي يضخ في شكل ضباب (FOG FEED TECHNIQUE) داخل المنطقة المقفلة لنمو الجذور (ROOT MIST TECHNIQUE)ففي هذه الطريقة تثبت النباتات في فتحات في لوح من الفلين بحيث تكون جذورها معلقة في الهواء تحت لوح الفلين الذي يشكل غطاء محكم للصندوق أو الحاوية. بحيث لا يدخلها الضوء كي يمنع نمو الطحالب. وفي الوقت نفسه يثبت لوح الفلين النباتات. ثم يرش المحلول المغذي على شكل رذاذ أو ضباب دقيق حول الجذور لثواني قليلة كل 2 ــ 3 دقائق، هذا كافي لجعل الجذور رطبة أو مبتلة ويجعل المحلول المغذي مشبعاً بالأكسجين. وتحصل النباتات على الماء والغذاء من غشاء المحلول الملتصق على الجذور. والتحكم في خروج الرذاذ يتم عن طريق جهاز يضبط فيه مدة الرش ومدة السكون بين الرشات (الزراعة المائية بدون تربة Hydroponic or Soil-less Farming، 2018) في (**agriculturalresearc.blogspot.com**).



شكل 3: نظام الزراعة الهوائية
في (**agriculturalresearc.blogspot.com**).

مزايا نظام الزراعة الهوائية (Aeroponics)

1- فائض الأكسجين: فائض الأكسجين الذي تأخذه الجذور العارية يشحن نمو النبات. علم الهواء ليس فقط نظام الزراعة المائية الأكثر صداقة للبيئة، بل هو أيضًا من بين الأنظمة الأفضل أداءً. إنها أنظمة متعددة الاستخدامات وقابلة للتخصيص تحقق نتائج عالية الجودة بشكل موثوق. (**فوزي، 2021**)

2- التنقل: يمكن نقل الأبراج والصواني الهوائية بسهولة من موقع إلى آخر دون تعطيل نمو النبات. أثناء عملية النقل، سترغب في رش الجذور يدويًا لمنعها من الجفاف. بالإضافة إلى ذلك، تم تصميم الأنظمة الهوائية لتكون مريحة وتزيد من المساحة. تسمح لك (Aeroponics) بزراعة النباتات بكثافة أكبر من أنظمة الزراعة المائية الأخرى (**فوزي، 2021**).

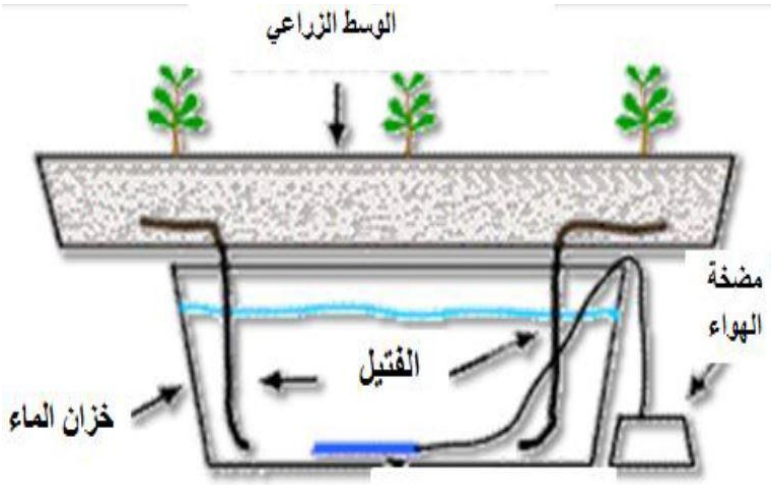
عيوب نظام الزراعة الهوائية (Aeroponics)

1- باهظة الثمن: تمتلك (Aeroponics) تكلفة أولية أعلى من أنظمة الزراعة المائية الأخرى. يمكن أن يكلف إنشاء نظام يعمل بكامل طاقته مع الخزانات وأجهزة ضبط الوقت والمضخات آلاف الدولارات. من الممكن بناء نظام أيروبونيك (DIY) بتكلفة أقل بكثير، لكنه مهمة أصعب بكثير من ثقافة المياه العميقة (DIY) أو نظام الفتيل. (**فوزي، 2021**)

2- صيانة أنظمة (Aeroponics) تحافظ على توازن دقيق، وإذا تعطلت، فإن النتائج تكون كارثية على نباتاتك. إذا لم ينفجر عداد الوقت أو تعطلت المضخة، فإنك تخاطر بفقدان محصولك بالكامل ما لم ترش الجذور يدويًا. سوف تحتاج إلى تنظيف حجرة الجذر بانتظام لمنع مرض الجذور من التأثير على نباتاتك. بشكل عام، تتطلب الأنظمة الهوائية تقنية أكثر للنجاح من الأنظمة الأخرى (**فوزي، 2021**).

6-6- تقنية الفتيل

تُعدّ تقنية الفتيل أكثر طرق الزراعة المائية بساطة، وذلك لكون أجزائها ثابتة غير متحركة، وتعتمد على وضع النباتات، والوسط الذي تنمو فيه داخل وعاء علويّ، وبعدها يتمّ إدخال فتيل داخل وسط النموّ بالقرب من موضع جذور النبات، ويتمّ إخراج أحد أطراف الفتيل إلى خارج الوعاء عن طريق ثقب في أسفله، وبعدها يوضع الوعاء العلويّ داخل وعاء آخر سفليّ مملوء بشكل جزئيّ بالمحلول المُغذّي، إلى أن يصل إلى الفتيل الذي يمتصّ المحلول، ويوصله للجذور، وبعدها تأخذ النباتات حاجتها منه (الزراعة المائية بدون تربة Hydroponic or Soil-less Farming، 2018) في (**agriculturalresearc.blogspot.com**).



شكل 4: نظام الفتيل

في (**agriculturalresearc.blogspot.com**).

مزايا نظام الفتيل

1- البساطة: يمكن لأي شخص إنشاء نظام الفتيل ولا يتطلب اهتمامًا مفرطًا بعد تشغيله. سوف تزود الفتائل النباتات الخاصة بك بالمياه باستمرار، لذلك لا يوجد خطر من جفافها. علاوة على ذلك، ستزدهر

نباتات مثل الخس في نظام الفتيل، مما يوفر عائدًا كبيرًا على استثمارك بدون استخدام اليدين (**فوزي، 2021**).

2- موفرة للمساحة: أنظمة الفتيل غير مزعجة ويمكن تثبيتها في أي مكان، لأنها لا تحتاج إلى كهرباء للتشغيل. إنه نظام مثالي للمعلمين أو المبتدئين أو أي شخص مهتم باستكشاف الزراعة المائية (**فوزي، 2021**).

عيوب نظام الفتيل

1- حدود: الخس والأعشاب مثل إكليل الجبل والنعناع والريحان سريعة النمو ولا تتطلب كميات كبيرة من الماء. من ناحية أخرى، ستكافح الطماطم (البندورة) من أجل الازدهار في نظام الفتيل بسبب ارتفاع طلبها على العناصر الغذائية والماء. لا يمكن للنباتات الأخرى أن تزدهر في بيئة رطبة بشكل دائم. لن تنجح الخضروات الجذرية مثل الجزر واللفت في نظام الفتيل (**فوزي، 2021**).

2- عرضة للتعفن: نظام الفتيل المائي يكون دائمًا رطبًا ورطبًا. هذا يخلق خطر انتشار الفطريات والتعفن في وسط النمو العضوي وعلى جذور نباتاتك (**فوزي، 2021**).

الفصل الثاني

ظروف ومستلزمات الزراعة المائية

1- مستلزمات وأدوات الزراعة المائية

الزراعة المائية تحتاج لمستلزمات وأدوات حتى تنجح. وهي تختلف عن الزراعة الأرضية بالتربة حيث أن عدم توفر كل المستلزمات يعني عدم قدرتنا على الزراعة المائية. لذلك تعتبر الزراعة المائية مكلفة عند الإنشاء. وعلية سنتعرف هنا على أدوات ومستلزمات مهمة للقيام بزراعة النباتات بالماء (الهيدروبونيك) (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 10: أحواض الزراعة المائية
في (**panadoora.com**).

وتعرف الزراعة المائية على أنها الزراعة في محاليل مغذية بديلة للتربة. وتحتاج لرعاية خاصة وخبرة بالعمل كون الخطأ يعود بالفشل. لذلك من معوقات الزراعة المائية هي أنه يجب توفر الخبرة والمستلزمات والأدوات كاملة وأن الخطأ يسبب خسارة كبيرة. ومن مميزاتها توفير المياه وتوفير المساحة والزراعة في الأماكن الغير صالحة للزراعة (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

وتختلف عمليات الخدمة في الزراعة المائية عن الزراعة الأرضية وتتطلب خدمة في ضبط (pH) وضبط (EC) وضبط مستوى محلول التربة. وهذا يتطلب توفر هذه الأدوات للقياس بشكل دوري لمنع أي خلل بنظام الزراعة المائية (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

1- 1- جهاز (pH) وجهاز (EC)

الجهازين يعتبران من أهم الأدوات المطلوبة كونهما المحددان لنجاح وفشل الزراعة المائية. حيث أن النباتات لا يمكن لها امتصاص المحلول المغذي في ماء زائد الملوحة ولا يمكنها أيضاً امتصاص العناصر الغذائية في وسط حامضي غير مناسب. لذلك يعتبر ضبط (pH) و (EC) أهم الأمور التي يجب توفيرها في أي مزرعة مائية (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 11: جهاز (pH) وجهاز (EC)
في (**panadoora.com**).

- **ضبط (pH)**

يعتبر الوسط المتعادل المائل للحموضة أفضل وسط لنمو النباتات. حيث أن الوسط المناسب لنمو النباتات يتراوح 6.5 - 7 ولكل نبات خصوصية. ونزول الوسط إلى أقل من 6 أو ارتفاعه عن 8 تبدأ بعض العناصر بالترسب وعدم الذوبان والبعض الأخر بزيادة امتصاصه مما يسبب تسمم للنباتات وموتها. ويمكن تعديل (pH) بالأحماض مثل حمض الفوسفوريك أو النيتريك في حال ارتفاع (pH). أما في حال انخفاض (pH) يمكن تعديله كربونات البوتاسيوم أو الكالسيوم. واليوم توجد محاليل جاهزة لذلك (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

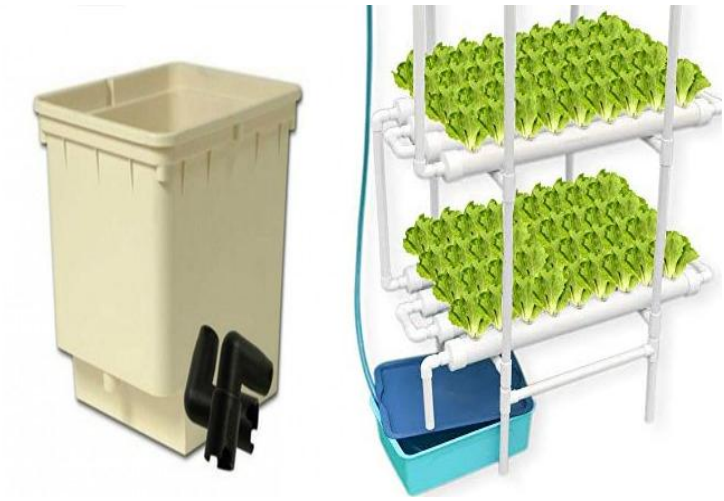
- **ضبط (EC)**

من الصعب استخدام ماء مرتفع الملوحة كوننا لن نستطيع إذابة الأسمدة به وتسميدها للنباتات كون الأسمدة هي عبارة عن أملاح مما سيؤدي لموت النباتات وعلية يجب استخدام ماء غير مالح قدر

الإمكان لزيادة إمكانية إضافة الأسمدة. ويتراوح أفضل ماء ري بالمزارع المائية حوالي 750-850 ppm. ولكل نبات خصوصيته فهناك نباتات تتحمل الملوحة وأخرى غير متحملة. وهنا يتم تعديل الملوحة بوضع المزيد من الماء وتقليل الأسمدة المضافة (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

1-2- حوض التغذية

يعتبر حوض التغذية قلب نظام الزراعة المائية فهو مكان خروج وعودة المحلول المغذي من وإلى النظام. وهنا يجب أن يكون الحوض نظيفاً وخالي من الترسبات وداكن اللون وسعته كافية ومتوافقة مع كبر المزرعة. ومن هذا الحوض يتم تمديد خطوط الري إلى نظام الزراعة (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).



صورة 12: حاوية المحلول المغذي
في (**panadoora.com**)

1-3- مضخة مياه غاطسة

وهي عبارة عن جهاز دفع الماء من الحوض إلى النباتات في النظام وهو يختلف حجمه وقوته حسب كبر وصغر المزرعة. وقد تكون المضخة غير غاطسة خارج صندوق التغذية وتوصيله خارجياً. وعند شرائها يجب معرفة كمية ضخها للماء خلال الساعة وقوتها وغيرها من المعلومات حتى توفر وصول للماء وإعادته إلى الحوض (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 13: مضخة مياه غاطسة
في (panadoora.com)

1-4- أنابيب وأحواض الزراعة

مكان الزراعة وشكله يختلف من مكان لأخر حسب طبيعة النباتات ورغبة مصمم المزرعة. فقد تكون عمودية أو مدرجة أو أحواض وهذا مجرد شكل لا يؤثر على الجوهر. وكل ما عليك هو بناء يسهل حركة الماء به وتوليد الأكسجين. حيث أن نظام الأنابيب يكون النظام به نظام هوائي طبيعي دون الحاجة لتوليده كون الأنابيب لا تكون مليئة بالماء انما هو فقط تلامس لجذور النباتات كما أن رجوع الماء للحوض يتولد عنده الأكسجين. إما في النظام الأحواض الحركة فيه شبه معدومة ويتطلب تحريك الماء أو وضع جهاز توليد الأكسجين. والأشكال والنماذج كثيرة وعديدة والفكرة واحدة وهو سهولة وصول الماء وتولد الأكسجين (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 14: أنابيب وأحواض الزراعة
في (panadoora.com)

1-5- كؤوس ومثبتات الأشتال

جميعنا يعرف ان التربة هي وسط جيد للنمو كونه يمد النباتات بالعناصر الغذائية ويدعم النبات ويثبته. وعلية هنا لا يوجد تربة والوسط مائي لذلك لزم وجود طريقة لتثبيت الأشتال. وهنا توضع الأشتال في كؤوس مثقبة ومحاطة بوسط مثبت مثل الصخور وأشهرها حجر الصوف أو البيرليت وغيرها لمنع تحركها. والكؤوس متعددة الأحجام حسب طبيعة النباتات ومراحل عمرها وهي توفره ورخيصة. وتوضع كؤوس الأشتال في فتحات معدة مسبقاً في الأنابيب أو الأحواض على أبعاد مناسبة حسب طبيعة كل نبات (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 15: كؤوس ومثبتات الأشتال
في (panadoora.com).

1-6- توصيلات الري

وهي عبارة عن خطوط الري العادية المستخدمة في شبكات الري. ويمكن التحكم في التوصيلات حسب ظروف المزرعة وطريقة بنائها. والهدف هو وصول المحلول المغذي من حوض التغذية إلى النباتات والعودة بدون مشاكل. كما أن هذه الوصلات يأتي معها قطع خاصة لتمديدها لتسهيل التوصيل والتحكم بالري (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 16: توصيلات الري
في (**panadoora.com**).

2- المحاليل المغذية

بالغالب تحتاج لخبير لتجهيزها لشكل جيد لذلك تتواجد بالأسواق بشكل جاهز وهي عبارة عن مجموعتين أحدها تضم العناصر الكبرى وأخرى تضم العناصر الصغرى. كما يأتي معهم عبوات تعديل لمحلول. ويمكن للمبتدئين عمل محلول مغذي من منقوع الأسمدة العضوية مع ضبط (pH) و(EC) فقط. وزراعة الخضروات الورقية. وما ذكر من مستلزمات وأدوات ومواد للزراعة المائية هو الأساسيات وقد تختلف بعض الأمور حسب المزرعة. وعلى أي شخص بريد العمل في مجال الزراعة المائية على الأقل تكون لدية الخبرة العملية بعلم تغذية النباتات لأنها مدخل الزراعة المائية. فعلية معرفة طريقة استفادة العناصر الغذائية من الأسمدة وطرق تمثيلها بالنباتات وأعراض نقص العناصر وطرق تعويضها سواء بالمحلول الجذري أو الورقي. كما علية معرفة العناصر المهمة لكل نبات في المرحلة الحرجة ليكون خبيراً حقيقياً. وهنا لا نقول ذلك من مبدأ منع التعلم بالتجربة ولكن يفضل من يجرب أن يكون يسلك طرق علمية ليفسر كل خطوة بشكل جيد ويبني عليها. لأن الزراعة المائية علم جديد يحتاج للمزيد من التجارب ليعمم للمزارعين ويكون مجدي اقتصاديا (مستلزمات وأدوات الزراعة المائية، 2022) في (**panadoora.com**).

صورة 17: المحاليل المغذية
في (**panadoora.com**).

العناصر الأساسية في تغذية النبات:

يبلغ عدد العناصر التي توجد في أنسجة النبات المختلفة 60 عنصرا ولكن 16 عنصر فقط من هذه العناصر يعتبر أساسيا في تغذية النبات كما في الجدول (1) وتتميز هذه العناصر بما يلي:

- لا يستطيع النبات أن يكمل دورة حياته في غياب هذه العناصر.
- العنصر له دور متخصص ومميز ولا يستطيع أي عنصر آخر أن يحل محله.
- تمتص عن طريق الجذور والأوراق ولا تنشأ من العليات التحويلية داخل النبات.
- عدم وجود العنصر الأساسي أو نقصه ينشأ عنه ظهور أعراض مرضية توجب العلاج (**أحمد، 2020**).

جدول 1: العناصر الأساسية لتغذية النبات

(**أحمد، 2020**) في (**agri2day.com**)

العنصر	الصورة التي يمتصها النبات	العنصر	الصورة التي يمتصها النبات
الفوسفور	HPO_4^-, H_2PO_4	النيتروجين	NH_4, NO_3
البوتاسيوم	K^+	المغنيزيوم	Mg^+
الكالسيوم	Ca^+	الكبريت	SO_4^-
الحديد	Fe^{++}	المنغنيز	Mn^{++}
الزنك	Zn^{++}	النحاس	Cu^{++}
		البورون	H_3BO_4

3- شروط المحاليل الغذائية

أهم الشروط المطلوبة عند إعداد المحاليل الغذائية:

- رقم الـ (pH) للمحلول الغذائي في حدود 6.5 – 6 حيث أن الـ (pH) الحامضي يؤدي إلى تلف جذور النباتات بينما الـ (pH) القلوي يؤدي إلى ترسيب الكثير من العناصر على شكل أملاح غير ذائبة.
- يجب أن يكون تركيز الأملاح في المحلول ليس مرتفعا حيث يجب أن يكون معدل التوصيل الكهربائي للمحلول 3 – 2 ملليموز / سم.
- الضغط الأسموزي للمحلول بحدود 1 – 5 ضغط جوي.

يجب تحليل الماء المستخدم في تحضير المحاليل الغذائية وذلك لتحديد:

- (TSS) نسبة الأملاح الكلية الذائبة والتي يجب أن تكون منخفضة.
- مدى عسر المياه لأن المياه العسرة ستقلل من إتاحة الحديد.
- نسبة كلور الصوديوم التي يجب ألا تتجاوز (ppm) 50 (**أحمد، 2020**).

تركيز العناصر المغذية في المحلول المغذي بالتراكيز المناسبة والمطلوبة كما يوضح ذلك بالجدول (2):

جدول 2: العناصر المغذية ومدى تركيزها في المحلول المغذي بالجزء بالمليون

(**أحمد، 2020**) في (**agri2day.com**)

العنصر	الحد الأدنى ppm	الحد الأعلى ppm	الحد الأمثل ppm
النيتروجين	50	300	150-200
الفوسفور	20	200	50
البوتاسيوم	50	800	300-500
الماغنسيوم	25	100	50
الكالسيوم	125	400	150-300
الحديد	3	12	5
المنجنيز	0.5	2.5	1
الزنك	0.05	2.5	0.1
النحاس	0.05	1	0.1
البورون	0.1	1.5	0.3-0.5
الموليبدان	0.01	0.1	0.05

الكلور	–	400	–
الصوديوم	–	250	–

4- العوامل المؤثرة على تركيب المحلول الغذائي

هناك العديد من العوامل المؤثرة على تركيب المحلول الغذائي:

- نوع النبات المزروع

يتأثر اختيار المحلول المغذي بنوع النباتات المزروعة، فمثلا تحتاج النباتات الورقية لكميات أكبر من النتروجين مقارنة مع غيرها من النباتات كالطماطم والخيار (**أحمد، 2020**).

- الظروف المناخية

تؤثر الظروف المناخية على نسبة عنصري البوتاسيوم والنتروجين الواجب توفرها في المحلول المغذي، في أيام الصيف الطويلة والمشمسة تحتاج النباتات إلى كميات كبيرة من النتروجين وكميات أقل من البوتاسيوم وذلك مقارنة مع أيام الشتاء القصيرة والمعتمة، ولذلك فإنه من المعتاد أن تضاعف نسبة البوتاسيوم إلى النتروجين في فصل الشتاء (**أحمد، 2020**).

- نوع الأيونات المضافة

بالرغم من أن النبات يمتص النتروجين على صورة كاتيون أمونيوم وأنيون نترات بنفس الكفاءة إلا أنه يفضل ألا تزيد نسبة الأمونيوم في المحلول عن 20% من الكمية الكلية للنتروجين، وإضافة النتروجين الأمونيومي على صورة كبريتات الأمونيوم يساعد في المحافظة على (pH) المحلول في الجانب الحامضي ويرجع ذلك إلى أن النبات يمتص أيون الأمونيوم بسرعة وسهولة أكثر من أيون الكبريتات، وبقاء هذا الشق الحامضي في المحلول يعمل على عدم ارتفاع رقم الـ (pH) إلى الجانب القلوي نتيجة امتصاص النبات لأيونات النترات والفوسفات (**أحمد، 2020**).

- سلوك الأيونات في المحلول

إن الفوسفور في المحلول المغذي يوجد على شكل **(H_2PO_4)** وهذه الأيونات تعمل على ترسيب بعض الأيونات الأخرى وخاصة أيونات المغذيات الصغرى مما يقلل صلاحيتها للنبات، لذلك فإنه يتم عن عمدا جعل تركيز الفوسفور في المحلول المغذي منخفضا قدر الإمكان (**أحمد، 2020**).

- قدرة النبات على تحمل تركيزات مرتفعة نسبيا من بعض العناصر

يلاحظ في جميع أمثلة المحاليل السابقة أنه لم يذكر تركيز أحد العناصر الكبرى وهو عنصر الكبريت ويرجع السبب في ذلك إلى أن الكبريتات تدخل في كثير من الأملاح المستخدمة في تحضير المحاليل المغذية مما يجعل تركيز الكبريتات في المحلول يتعدى حد الكفاية ويتجه نحو الزيادة إلا أن النباتات لها القدرة على تحمل التركيزات العالية نسبيا من الكبريتات (**أحمد، 2020**).

- حاجة النبات إلى العناصر الصغرى بكميات ضئيلة

يجب أن يوضع بالاعتبار أن المغذيات الصغرى سامة جدا للنبات إذا زاد تركيزها عن حد معين ولهذا السبب فإن ضبط تركيزها في المحلول المغذي يجب أن يولى عناية خاصة، لذلك يفضل تحضير محلول مغذي مركز من العناصر الصغرى كما في الجدول (3) ويضاف منه 1 لتر لكل 100 لتر من المحلول المغذي المخفف (**أحمد، 2020**).

جدول 3: تحضير المحلول المركز للعناصر الصغرى

(**أحمد، 2020**) في (**agri2day.com**)

التركيز بالـ (ppm) بعد التخفيف بنسبة 100:1	العنصر	وزن الملح 25غ/لتر من المحلول المغذي	الملح
4.5	Fe	80	حديد مخلبي
1	Mn	10	كبريتات المنغنيز
0.3	B	4	حامض البوريك
0.08	Cu	0.8	كبريتات النحاس
0.07	Zn	0.8	كبريتات الزنك
0.04	Mo	0.2	موليبدات الأمونيوم

5- الظروف البيئية للزراعة المائية

الرطوبة

تحب معظم النباتات الماء الذي يحتوي على درجة حموضة حوالي 6-6.5. يمكنك ضبط حموضة المياه باستخدام المحاليل المتاحة دون وصفة طبية الموجودة في الأجهزة أو الحديقة أو متجر الزراعة المائية (**فوزي، 2021**).

الأكسجين

لا تغرق نباتاتك! في الزراعة التقليدية، يمكن للجذور الحصول على الأكسجين اللازم للتنفس من جيوب الهواء في التربة. اعتمادًا على إعداد الزراعة المائية الخاصة بك، ستحتاج إما إلى ترك مسافة بين قاعدة النبات وخزان المياه، أو ستحتاج إلى أكسجين الحاوية الخاصة بك (فكر في الفقاعات في حوض للأسماك) وهو ما يمكنك إنجازه عن طريق شراء الهواء الحجر أو تركيب مضخة هواء (**فوزي، 2021**).

دعم الجذر

على الرغم من أنك لا تحتاج إلى تربة، فإن جذور نباتك لا تزال بحاجة إلى القليل من الأشياء للاحتفاظ بها. تشمل المواد النموذجية الفيرموكيوليت والبيرليت والطحالب وألياف جوز الهند والصوف الصخري. ابتعد عن المواد التي قد تنضغط (مثل الرمل) أو التي لا تحتفظ بأي رطوبة (مثل الحصى) (**فوزي، 2021**).

العناصر الغذائية

ستحتاج نبتتك إلى الكثير من المغنيسيوم والفسفور والكالسيوم والعناصر الغذائية الأخرى للبقاء بصحة جيدة ومنتجة تمامًا مثل النباتات التي تنمو في الأرض التي تحتاج إلى تربة صحية وأسمدة. عندما تزرع نباتات بدون تربة، يجب تضمين هذا "الطعام النباتي" في المياه التي تغذي نباتاتك. بينما يمكنك تقنيًا صنع محلول المغذيات الخاص بك، فمن السهل شراء الخلطات عبر الإنترنت وفي المتاجر (**فوزي، 2021**).

الإضاءة

إذا كنت تزرع نباتاتك في الداخل، فقد تضطر إلى الاستثمار في بعض الإضاءة الخاصة. سيكون لكل نوع من المصانع متطلبات مختلفة لمقدار الضوء الذي يحتاجه ووضع الأضواء يشار إليها عادةً باسم (Daily Light Intégral) أو (DLI). في حين أن هناك عناصر أخرى يجب مراعاتها أثناء زيادة تطور مزرعتك المائية (على سبيل المثال، أشياء مثل مكملات ثاني أكسيد الكربون)، فإن العناصر الخمسة المذكورة أعلاه هي العناصر الأساسية لأي نظام للزراعة المائية .ومن خلال مراقبة هذه المتغيرات الرئيسية وتعديلها، يمكنك البدء في اكتشاف ما تحتاجه نباتاتك بدقة لتزدهر، وتكرار هذه الظروف لكل نمو في المستقبل (**فوزي، 2021**).

الفصل الثالث

مزايا ومشاكل الزراعة المائية

مميزات وعيوب الزراعة المائية

1- مزايا الزراعة المائية

1- إمكانية الإنتاج الزراعي في المناطق غير الصالحة للزراعة وخاصة الترب المتأثرة بالملوحة مع ضرورة توفر مياه ري عذبة.
2- في توفير كافة العناصر الضرورية اللازمة لنمو النبات.
3- تساهم في حل مشكلة نقص العناصر في التربة وتقلل من الامراض الفطرية وتملح التربة.
4- تساهم في التهوية بصورة فضل مقارنة بالزراعات العادية.
5- لا توجد حاجة لتجهيز الأرض وإزالة الحشائش.
6- الترشيد في استهلاك المياه والأسمدة.
7- التبكير في النضج.
8- زيادة الإنتاجية في وحدة المساحة وخاصة في نظم الزراعة الراسية (**بن صالح الرواحي، 2016**).
9- يمكن أن تنمو في أي مكان.
10- تستهلك 20 مرة مياه أقل من البستنة القائمة على التربة.
11- بيئتك معقمة، مما يعني عدم وجود مبيدات حشرية.
12- ستستخدم مساحة أقل بنسبة 20٪ للنمو.
13- يمكن إعادة استخدام مياه النظام، مما يسمح لك بالحفاظ على المياه.
14- يمكنك التحكم الكامل في توازن العناصر الغذائية باستخدام (Dyna-Gro Nutrition Solutions).
15- لا توجد مشاكل في إعداد التربة والاختبار.
16- الحصاد أسهل.
17- لا نشارة أو حراثة أو تغيير التربة أو إزالة الأعشاب الضارة.
18- يمكن أن تنمو على مدار السنة إذا كانت في الداخل (**فوزي، 2021**).

2- عيوب الزراعة المائية

1- إن تجميع نظام الزراعة المائية ليس رخيصًا.
2- المراقبة المستمرة مطلوبة.

3- أنظمة الزراعة المائية عرضة لانقطاع التيار الكهربائي. في حالة انقطاع التيار الكهربائي الذي يدوم أكثر من مولداتك، فسوف تقوم بري حديقتك يدويًا.
4- يمكن للكائنات الدقيقة القائمة على الماء أن تتسلل بسهولة إلى حد ما.
5- تتطلب زراعة الحدائق المائية خبرة فنية.
6- الإنتاج محدود مقارنة بالظروف الميدانية.
7- إذا ظهر مرض ما، فسوف تتأثر جميع النباتات في النظام بدون تربة لتكون بمثابة عازلة إذا فشل النظام سيحدث موت النبات بسرعة (**فوزي، 2021**).
8- ارتفاع الكلفة الإنشائية الأولية.
9- ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو.
10-تغير معدل حموضة المحلول المغذي ph بسهولة.
11-يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات.
12-تحتاج إلى عمالة ماهرة ومتابعة مستمرة لعمليات الإنتاج.
13-إمكانية انتقال الأمراض الفطرية عن طريق خزان الري وخاصة في النظام المغلق (بن صالح **الرواحي، 2016**).

3- فوائد الزراعة المائية

توفير المساحة

تحتاج النباتات التي تُزرع في التربة إلى نشر جذورها من أجل العثور على الماء وجميع العناصر الغذائية التي تحتاجها للبقاء على قيد الحياة، وهذا يعني أنه يجب زرعها على مسافة معينة بعيدًا عن بعضها البعض. وفي أنظمة الزراعة المائية، لا تحتاج الجذور إلى الانتشار لأن الماء والمواد المغذية يتم توصيلها إليها مباشرة؛ ونتيجة لذلك، يُمكن لأنظمة الزراعة المائية أن تنمو المزيد من النباتات في نفس المساحة مثل الأنظمة القائمة على التربة (**العتوم، 2021**).

المحافظة على المياه

تستخدم الزراعة الحقلية الكثير من المياه لأن الكثير منها يضيع؛ حيث يتبخر الماء ويتدحرج بعيدًا ويتجمع في البرك مما يجعل الكثير منه غير صالح للاستخدام، وهذا الكثير من الهدر. أما أنظمة الزراعة المائية تستخدم حوالي 10 مرات أقل من المياه لأنه يتم توصيلها بطريقة محكومة. وبالإضافة إلى ذلك، تقوم بعض الأنظمة بإعادة تدوير المياه مما يقلل من الاستهلاك أكثر (**العتوم، 2021**).

كيماويات أقل

في حين أن أنظمة الزراعة المائية لا تقضي على مشاكل الآفات، فإنها تقلل من احتمالية حدوث ذلك مما يؤدي إلى تقليل الحاجة إلى مبيدات الآفات ومبيدات الأعشاب. كما يتم التحكم بدرجة كبيرة في أنظمة الزراعة المائية؛ لذلك لا يوجد خطر من استيلاء الأعشاب الضارة على الحديقة، ونتيجة لذلك ليست هناك حاجة لمبيدات الأعشاب. وبالإضافة إلى ذلك، نظرًا لأن أنظمة الزراعة المائية غالبًا ما تكون في الداخل فلا يمكن للآفات التسلل إليها بسهولة؛ لذا فإن المُبيدات الحشرية ليست ضرورية (**العتوم، 2021**).

نمو أسرع

تنمو النباتات المزروعة في أنظمة الزراعة المائية بنسبة 30% إلى 50% أسرع من تلك التي تزرع في التربة، وتنمو المحاصيل بشكل أسرع في أنظمة الزراعة المائية لأنها تتلقى كميّة مثالية من العناصر الغذائية، وإذا نمت في الداخل فإنها تكون أقل إجهادًا بيئيًا. كما أنّه يوجد بعض الأنواع أسرع من غيرها، فعلى سبيل المثال، تميل الخضروات الورقية مثل الخس والفواكه العطشى مثل الطماطم إلى النمو بشكل أسرع في أنظمة الزراعة المائية (**العتوم، 2021**).

مراقبة المغذيات

تُغذّي أنظمة الزراعة المائية النباتات بمحلول مُغذّي ممزوج بالماء؛ مما يمنح المُزارع سيطرة أفضل على العناصر الغذائية التي تمتصها محاصيلهم. وقد يحتاج الصنف الذي ينمو في التربة إلى مساعدة الأسمدة للبقاء على قيد الحياة، ولكن في الزراعة المائية تتلقى النباتات بالفعل كل المساعدة التي تحتاجها والكمية المناسبة منها (**العتوم، 2021**).

تنمو المزروعات في الداخل

يأتي النمو في الداخل بفوائده الخاصة مثل القُدرة على النمو على مدار العام، التحكم في درجة الحرارة والمناخ وتقليل الآفات. وعادةً ما يتم تنفيذ أنظمة الزراعة المائية في الداخل بسبب التحكُم البيئي الذي توفره، ومع ظروف شبه مثالية للنمو، تنمو النباتات بشكل أقوى وأسرع (**العتوم، 2021**).

نباتات أكثر صحة

في الزراعة المائية، تنمو النباتات بشكل صحّي أكثر من التربة. ولسبب واحد، الأمراض التي تنقُلها التربة ليست مشكلة في الزراعة المائية لأنه لا توجد تربة تتفاقم وتنتشر فيها تلك الأمراض.

وبالإضافة إلى ذلك، لا يتعين على النباتات نشر جذورها بحثًا عن العناصر الغذائية حتى تُنفق المزيد من الطاقة على النمو. (**العتوم، 2021**)

عوائد أكبر

نظرًا لأنه يمكن زراعة المزيد من النباتات في المساحات الصغيرة باستخدام الزراعة المائية أكثر من زراعة التربة، فإن أنظمة الزراعة المائية تُنتج عادةً أكثر لكل قدم مربع. وبالإضافة إلى ذلك، تتمتع النباتات بصحة أفضل وتنمو بشكل أسرع وتنتج المزيد من المنتجات بشكل أسرع. كما تسمح الظروف الداخلية بالنمو على مدار السنة مهما كان الطقس أو الموسم، لذلك يمكن حصاد النباتات التي تستمر في الإنتاج بعد الحصاد الأولي مرات أكثر (**العتوم، 2021**).

لا يحدث تآكل للتربة

أدّت المُمارسات الزراعية الحقلية إلى تآكل نصف التربة على الأرض في الـ 150 عامًا الماضية؛ مما قلّل من توافر الأراضي الصالحة للزراعة. وعدم استخدام أنظمة الزراعة المائية للتربة؛ يعني عدم تآكل التربة بكل بساطة. على الرغم من التشكيك في فوائد الزراعة المائية في بعض الأحيان يبدو أن هناك العديد من المزايا في النمو بدون تربة. وجد بعض مزارعي الزراعة المائية أنهم يحصلون على غلة أكبر عدة مرات عندما ينتقلون من الأساليب التقليدية. نظرًا لأن النباتات المزروعة في الماء تغمر جذورها مباشرة في المحاليل الغنية بالمغذيات، فإنها تحصل على ما تحتاجه بسهولة أكبر بكثير من النباتات التي تنمو في التربة، لذلك فهي تحتاج إلى أنظمة جذر أصغر بكثير ويمكنها تحويل المزيد من الطاقة إلى نمو الأوراق والساق. مع الجذور الأصغر، يمكنك زراعة المزيد من النباتات في نفس المنطقة والحصول على عائد أكبر من نفس الكمية من الأرض (وهي أخبار جيدة بشكل خاص إذا كنت تنمو في منطقة محدودة مثل دفيئة أو على شرفة أو حافة نافذة بالداخل). تنمو النباتات المائية أيضًا بشكل أسرع. يتم حمل العديد من الآفات في التربة، لذا فإن الاستغناء عنها يمنحك عمومًا نظام نمو أكثر صحة مع مشاكل أقل من الأمراض. نظرًا لأن الزراعة المائية مثالية للنمو الداخلي، يمكنك استخدامها لزراعة النباتات على مدار السنة. الأنظمة الآلية التي يتم التحكم فيها بواسطة أجهزة ضبط الوقت وأجهزة الكمبيوتر تجعل الأمر برمته نسيمًا هذا التحول الدقيق على ما يبدو في كيفية صنعنا للطعام (أي تخطي التربة) هو في الواقع ثوري – فهو يسمح للمزارعين بإنتاج الغذاء في أي مكان في العالم، في أي وقت من السنة، وصافي محاصيل أعلى بموارد أقل (**العتوم، 2021**).

عوائد أعلى

تعيش النباتات المزروعة في أنظمة الزراعة المائية المُدارة جيدًا حياة جيدة.

نظرًا لأن الجذور تغمرها جميع العناصر الغذائية التي تحتاجها، فإن النباتات تقضي وقتًا أطول في النمو لأعلى ووقتًا وطاقة أقل في زراعة أنظمة جذر واسعة النطاق للبحث عن الطعام.

تختلف معدلات النمو بناءً على نوع النظام وجودة الرعاية، لكن النباتات المائية يمكن أن تنضج بنسبة تصل إلى 25 في المائة أسرع من نفس النباتات المزروعة في التربة، مع زيادة غلة المحاصيل، حتى تبدأ (**العتوم، 2021**).

موارد أقل

نحن نراهن أنك لم تتوقع حدوث ذلك، فالنظم المائية تستخدم في الواقع مياهًا أقل من الأنظمة التقليدية القائمة على التربة. وذلك لأن الأنظمة المغلقة لا تخضع لنفس معدلات التبخر. بالإضافة إلى ذلك، يمكن تصفية المياه المستخدمة في أنظمة الزراعة المائية، وإعادة ملئها بالمغذيات، وإعادتها إلى النباتات مرة أخرى بحيث يتم إعادة تدوير المياه باستمرار بدلاً من إهدارها!

في (Vertical Roots) تستخدم أنظمتنا ما يصل إلى 98 بالمائة من المياه أقل من الأنظمة التقليدية القائمة على التربة.

لا تحتاج النباتات المائية الداخلية" موارد "أخرى؟ المبيدات الحشرية والمواد الكيميائية الأخرى التي يحتمل أن تكون ضارة، حيث أن المحاصيل المائية محمية من العديد من الآفات والأمراض النباتية الموجودة في الهواء الطلق في المزارع القائمة على التربة (**العتوم، 2021**).

من السهل استكشاف الأخطاء وإصلاحها

كم مرة خرجت إلى حديقتك ورأيت إحدى نباتاتك تزدهر بينما جارتها المجاورة تتدلى؟ في هذه الحالة، يكاد يكون من المستحيل معرفة المتغير الذي يؤثر سلبًا على نباتك الفقير. هل هي مشكلة آفات؟ هل تختلف العناصر الغذائية في التربة في تلك البقعة؟

مع نظام الزراعة المائية، أنت تعرف بالضبط الظروف التي تزرع فيها نباتاتك. على هذا النحو، يمكنك بسهولة عزل المتغيرات والتجربة! بمجرد العثور على الصيغة المثالية للضوء وتوازن الأس الهيدروجيني والعناصر الغذائية، يمكنك تكرار النجاح دون التعرض للكرات المنحنية دائمًا (**فوزي، 2021**).

4- أهمية الزراعة المائية

الزراعة المائية من أهم الوسائل العلمية للبحوث في تغذية النبات بالطريقة التي تجعل جذورها مغمورة في المحلول المغذي ومثبتة بواسطة دعامات التحكم في تهوية المحلول بتوفير الأكسجين اللازم لتنفس الجذور نستطيع التحكم في جميع العناصر المغذية والضوء درجة الحرارة المناسبة ويعتبر المحلول المغذي شبيه بالتربة الخصبة يعجز تسمح هذه الطريقة بمعرفة العناصر المعدنية التي يحتاجها النبات في الوسط الطبيعي والضرورية لنموه. للزراعة المائية عدة محاسن بالمقارنة مع الزراعة التقليدية وتتمثل في غياب التقنيات الزراعية والتسميد ونظافة الزراعة أي غياب الأعشاب الضارة وبالتالي تجنب أعمال قطع الأعشاب والاكتفاء بتطهير الأحواض ومنه سهولة إعادة الزراعة ونقص اليد العاملة يمكن أيضا معرفة كمية المواد المعدنية المستهلكة من طرف النبات، كما نتحصل على منتوج زراعي مبكر. بالرغم من كل هذه المحاسن إلا أنها لا تخلو من مساوئ مثل مصاريف المنشئات المركبة المرتفعة وصعوبة التحكم في التقنيات. الزراعة المائية مكلفة من الناحية الاقتصادية وتحتاج إلى خبرة فنية (**الطيب، 2012**).

الفصل الرابع

أمراض الزراعة المائية وطرق مكافحتها

أمراض الزراعة المائية وطرق مكافحتها

1- أمراض أعفان الجذور

أمراض أعفان الجذور تشير إلى عفن يلحق بالجذور، ويتسبب في إلحاق الضرر بالنبات مهما اختلفت طريقة الري ونوعية المياه المستخدمة في الري، ولا يمكن علاج هذه الأمراض سواء بشكل بحاري أو ارتوازي، حيث يوجد علاجات خاصة. وتبقي الأمراض التي تصيب جذور النباتات هي الصداع الأكبر الذي يواجه المزارعون بسبب ان الجذور غير ظاهرة، وأمراضها تسبب تلف المحصول كله على عكس أمراض الأزهار والنباتات الخارجية (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

1-1- أسباب أمراض أعفان الجذور

تنقسم أسباب أمراض أعفان الجذور إلى ثلاثة أقسام رئيسية:

- **المسببات الفطرية**

حيث ينمو فطر الريزوكتونيا (Rhizoctonia) القادر على تحمل درجات الحرارة و(pH) في التربة بشكل واسع المدي، ومن أهم أضراره تعفن وموت البادرات قبل وبعد الظهور فوق سطح التربة. كما يسبب العفن تقرح الساق الريزوكتونى ويترك لنا عفن الجذر الريزوكتونى مما يسبب سهولة اقتلاع النباتات مما يؤدي الي موت الجذر واقتلاعه وتحلله وتلف المحاصيل. وعلينا الإشارة إلى الظروف الملائمة لظهور عفن الريزوكتونيا حيث ان درجات الحرارة العالية تسبب العفن، درجات الحرارة 30 م مع الرطوبة الأرضية بنسبة 50% من أبرز مسببات العفن. كما أننا لا يمكننا أن نلاحظ عفن ريزوكتونيا في الأراضي الجيدة الصرف وجيدة التهوية بحيث تكون الإصابة شديدة في الأراضي التي لا يوجد فيها اهتمام بالمواد الثقيلة أو المواد التي تسبب سوء في الصرف، كما تعتبر طريقة الري بالغمر من أسباب الإصابة (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

- **المسببات البكتيرية**

المسببات البكتيرية أعفان الجذور تندرج من سلالات فطر الفيوزاريوم الذي يعد من أكثر البكتيريا شديدة الضرر، يسبب تقزم واصفرار في الأوراق السفلية كما أنه يتسبب في قلة المجموع الجذري. ونلاحظ وجود تلون في الجذور بلون أحمر مما يجعلنا نلاحظ العفن قبل الانتشار، ويتطور

للون البني مع شقوق أو خطوط طولية لونها أحمر غامق (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

- **المسببات النيماتودية**

أما المسببات النيماتودية لأعفان الجذور تصيب مدى واسع من المحاصيل وتسبب تقصف وتعفن في الجذور مع تقليع الأشجار، ومن أبرز أسباب هذا العفن وجود الري البحري أي الري النيلي والاعتماد على الري بمياه عالية الملوحة. كما أن إعطاء جرعات تسميد عالية مع الري الغزير بالغمر بدلا من الري بالتنقيط مع سوء الصرف يسبب التعفن الشديد في محاصيل الطماطم والنخيل وغيرها (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

1-2- أنواع أمراض أعفان الجذور

تعتبر أعفان الجذور من أهم وأخطر الأمراض التي علينا ان نتصدى لها لأنها تهدد استمرار الزراعة في التربة، والموضوع ليس له علاقة بطرق الري حيث أن الري بالتنقيط أو بالغمر أو الري بالرش أو حتى الري المحوري لا يمنع التعفن.
فيما يلي نتعرف على أشهر أنواع العفن:

- عفن جذور النخيل، هذا العفن يصيب الجذر ويجعل المحصول سهل الاقتلاع، كما يسبب مشكلات في الري.
- عفن الجذور في القمح، يسبب هذا العفن وجود بكتيريا تسبب ضياع محصول القمح بالكامل، ومن الممكن حل هذه المشكلة ببعض الإجراءات سوف نشرحها لكم فيما يلي.
- أعفان الجذور في البطيخ، يحدث التعفن ويحتاج إلى مقاومة باتباع الممارسات الزراعية السليمة في زراعة البطيخ، كما أن الأمر يتطلب وقف العلاج الكيميائي واتباع أساليب الوقاية لتجنب أمراض الجذور.

أعفان جذور الموالح، يحدث في الموالح أنواع مختلفة من العفن، أبرزها عفن يأتي في الجذور وتسببه بكتيريا النيماتودا (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

2- مكافحة الأمراض التي تصيب الزراعة المائية

علاج أمراض أعفان الجذور يتمثل في الإتباع السليم لبعض الممارسات الزراعية السليمة منذ البداية، حيث أن الوقاية هي الجانب الأكثر أهمية في مقاومة الأمراض، يمكن التعرف على العلاج لكل المحاصيل الهامة كما يلي: (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

علاج عفن الجذور في الطماطم

علينا قبل أن نزرع أن نقوم بتحليل التربة والنيماتودا، وتحديد كميات المياه المناسبة لنجاح المشروع، علينا التأكد من جودة التربة وسلامة مكوناتها العضوية.

علاج عفن الجذور في الموالح

يجب إتباع دورة زراعية لتجنب عفن الجذور في الموالح، لابد من البعد عن سلالات المسببات المرضية على المدى القريب على الأقل (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

علاج عفن الجذور في العنب

ننصح بتجنب استخدام أسمدة عضوية غير تامة التحلل، يمكن استخدام كمبوست تام التحلل المعتمد المكونات من مصادر موثوقة، كما لابد من العناية بتجهيز الأرض قبل زراعة العنب، يمكننا الاعتماد على المعدات والميكنة في الحرث والقلب والتفكيك (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

علاج تعفن الجذور في الزراعة المائية

تعد أمراض أعفان الجذور مع اختلاف أنواعها أمراض تحتاج للتصدي والعلاج السريع، سوف نعرض فيما يلي أفضل العلاجات والمبيدات التي تستخدم في علاج تعفن الجذور في الزراعة المائية:

- يجب التسميد على جرعات صغيرة، وإتباع الري بالتنقيط.
- يجب الأخذ في الاعتبار ما يسمي بالرش الورقي مع تخفيف كميات التسميد.

- إذا كان الري المستخدم هو الري بالغمر يفضل إتباع التسميد ببرميل بحنفية تذاب فيه كمية السماد.
- علينا ملاحظة أن تفتح الحنفية في مدة محددة، مع حساب لحظة الري الأولي. (أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات، 2021) في (**almaal.org**).

الفصل الخامس

الزراعة المائية للطماطم

1- الزراعة المائية للطماطم

تعد الزراعة المائية للطماطم ونقل الشتلات بعمر الأزهار من الحلول الجيدة لزيادة الإنتاج مقارنة بالزراعات التقليدية مع خفض كبير لتكاليف الإنتاج ومياه الري والأسمدة والمبيدات. ونظرا لكونها من زراعات الموسم الطويل وكذا الظروف البيئية المتغيرة كقصر فترة موسم والشتاء والربيع؛ لابد من البحث عن طريقة لتربية وإنتاج الطماطم خلال فصل الصيف فتتم زراعة البذور خلال منتصف يونيو ويوليو في البيوت المبردة وذلك باستخدام برنامج مكافحة متكامل وقائي يساعد على انتاج نباتات قوية وخالية من الامراض والإصابات الحشرية. وبهدف المساهمة في سد جزء من الاحتياجات الغذائية وتقليل الاستيراد تسعى جميع الدول إلى إنشاء بيوت محمية مكيفة باستخدام المحلول المغذي لزراعة الخضار وخاصة الطماطم بهدف الحصول على محصول خال من المشاكل بشكل أسهل وبطريقة حديثة ومتطورة.

صورة 18: مثال على الزراعة المائية للطماطم
في (ts3a.com).

2- وصف نبات الطماطم

الطماطم نبات ثنائي الفلقة ينتمي إلى عائلة الباذنجان واسمها العلمي (Lycopersicum esculentum)، وتتجمع الأزهار في أزهار تشبه الزهرة في مجموعات من 4 إلى 12 زهرة. الثمرة عبارة عن عنبة ذات شكل كروي، يمكن أن يتراوح وزنه بين 5 و500 جرام، اعتمادا على المحصول **(Caldor, 2021)**.

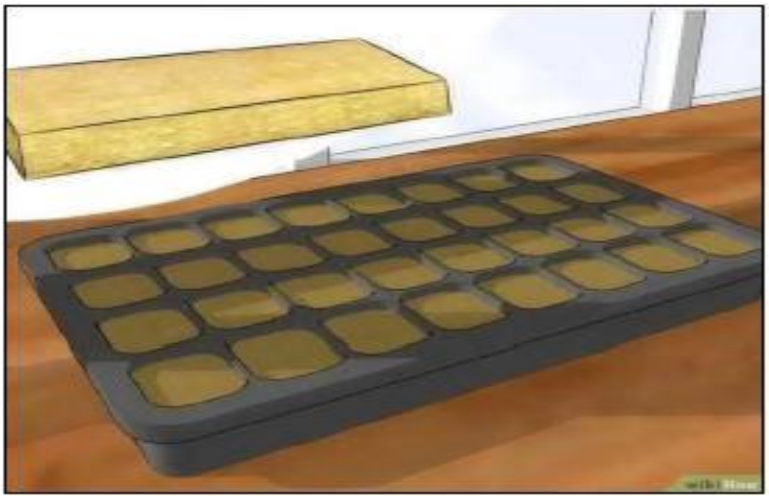
تنمو هذه النباتات في أنظمة (NFT) الشكل 01 أو أنظمة الري بالتنقيط في صوبات إنتاج حديثة بشكل متزايد **(Gilberto، 2013)**.

صورة 19: دراسة نبات الطماطم
في (agronomie.info).

3- المراحل المتبعة في الزراعة المائية لنبات الطماطم

3-1- عملية إنبات بذور طماطم (*Lycopersicum esculentum*)

في نظام الزراعة المائية يفضل أن يتم زرعها من البذور لتجنب انتقال أي أمراض أو حشرات إليها، في البداية يستخدم صينية صغيرة مخصصة للزراعة، واستبدال التربة ببعض المواد الأخرى التي تتناسب مع هذا النوع من الزراعة مثل الصوف الصخري، لكن قبل استخدامه انقعه في مياه درجة حامضيتها 4,5 (**إيمان عماد، 2016**).



صورة 20: زرع بذور الطماطم في (ts3a.com).

توضع النباتات تحت ضوء صناعي بمجرد أن تبدأ براعم النبات في الظهور يتم إزالة الجزء الذي يغطيها من مادة الزراعة ثم توضع تحت ضوء صناعي، لمدة 12 ساعة على الأقل كل يوم، يستخدم ضوء ساطع ليوفر الحرارة اللازمة للنبات، لكن احذر من تعريض الجذور للضوء كي لا تتلف بفعل الحرارة، لو كانت واضحة من مادة الزراعة وفي نفس الوقت مازالت النباتات صغيرة، يتم تغطيتها مع ترك البراعم ظاهرة (**إيمان عماد، 2016**).

صورة 21: وضع النباتات الصغيرة تحت الضوء
في (**ts3a.com**).

2-3- المكان المناسب للزراعة

أ- البيوت المحمية

تعتبر الزراعة في البيوت المحمية إحدى التقنيات الزراعية الحديثة، والتي تعتبر أسلوبا زراعيا لزيادة الإنتاجية كما ونوعا للعمل على سد الاحتياجات الغذائية المتزايدة، كما تساهم في التغلب على الكثير من المشاكل التي تواجه الزراعة التقليدية، إضافة إلى ما يتحقق في الزراعة المحمية من المحافظة على الموارد النادرة، وخصوصا الموارد المائية التي تعتبر أحد المحددات الرئيسية للإنتاج الزراعي، بالإضافة إلى التحكم في الآفات والأمراض والحشرات (**Lakhasly, 2021**).

- **نوع البيوت المحمية المستخدمة**

الدفيئات الزجاجية هي الصوب الموصي بها للطماطم في الواقع، لأنها تسمح بمرور الضوء الأكثر قوة ولأنها أيضا توفر ارتفاعات مثالية للنباتات إلا أن تكلفتها جد مرتفعة ولكن بفضل التدفئة الملائمة فإنها تسمح بإنتاجية عالية. ويمكن استبدالها من طرف المزارعين بدفيئات بلاستكية متعددة الأشكال **(Caldor, 2021)**

- **الظروف الواجب توفرها داخل البيت المحمي**

- يجب توفر الرطوبة المثالية بنسبة 75% لتعطينا ثمار ذات حجم جيد، بدون تشققات وعيوب، فارتفاع كلا من نسبة الرطوبة ودرجات الحرارة يعزز من تطور الأمراض، عكس التهوية الصباحية التي تقلل من رطوبة الهواء وإزالة تكثيف القطرات الصغيرة على الجدار البلاستيكي، لذلك يستحسن تزويد هذه الدفيئات الزراعية بمزيلات الرطوبة الديناميكية الحرارية.
- توفير الطاقة من خلال تثبيت الدروع الواقية من الحرارة للحد من فقدان الطاقة.
- يجب توزيع الحرارة داخل الدفيئة بواسطة مولدات الهواء الساخن حتى ولو كان إشعاع الشمس بالنهار جيدا **(Caldor, 2021)**.

- **مكونات البيت المحمي**

- هيكل الحديدي للصوبة.
- الغطاء البلاستيك.
- أبواب الفايبر جلاص.
- خلايا التبريد.
- شفاطات الهواء.
- السلك المجلفن.
- خيوط تسلق النباتات **(Caldor، 2021)**.

بعد ذلك يتم تركيب تلك البيوت المحمية لتصبح جاهزة لتركيب النظام المناسب وتوفير الظروف الملائمة لزراعة شتلات الطماطم.

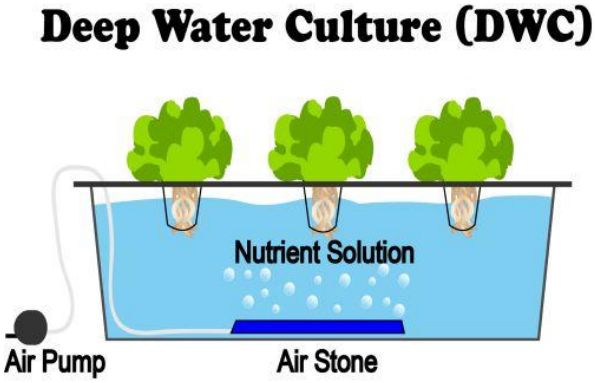
ب- الأنظمة المائية للطماطم

توجد أنظمة عديدة للزراعة في الماء، ويمكن أن تنمو الطماطم جيدًا في أي منها. قبل أن ندخل في أفضل نظام للطماطم المائية، تجدر الإشارة إلى أن نباتات الطماطم يمكن أن تنمو في أي مكان

تقريبًا. ومع ذلك، لإنتاج أعلى جودة وأكبر غلة فإن بعض الأنظمة أفضل من غيرها. ومن بين أفضل نظامين للزراعة المائية للطماطم ما يلي:

- **نظام (DWC) لزراعة الطماطم**

تعتبر حدائق زراعة المياه العميقة رائعة بالنسبة للطماطم؛ لأنها تحتوي على مساحة خالية كافية لاستيعاب الحجم الكبير نسبيًا لنباتات الطماطم، وحتى نباتات الطماطم الصغيرة لا تزال تنتج أنظمة جذرية كبيرة وتنمو على قدم واحد في كل اتجاه مع نمو النباتات الأكبر عدة أقدام وعرضها بنفس القدر.



صورة 22: نظام (DWC) لزراعة الطماطم

في (**e3arabi.com**).

ومن إيجابيات وسلبيات نظام (DWC) لزراعة الطماطم:

- يوفر مساحة كافية للنمو وتحكم أقل في العناية بالنباتات الفردية.
- يمكن أن يكون أكثر عرضة للمشاكل مثل تعفن الجذور والآفات.
- جيد للمبتدئين، بفضل الإعداد البسيط واحتياجات الصيانة المنخفضة **(العتوم، 2021)**.

- **نظام التنقيط لزراعة الطماطم**

يشتمل نظام التنقيط على توصيل كل نبات مباشرة بخزان المغذيات ثم تغذيته بشكل فردي من خلال الأنبوب المتصل. وتعد أنظمة التنقيط أكثر تعقيدًا في الإعداد من الاستزراع في المياه العميقة، وحتى الأنظمة الأساسية تتطلب معدات أكثر من حدائق ثقافة المياه العميقة الأساسية. وعلى غرار ثقافة المياه العميقة، يمكن بناء أنظمة التنقيط لاستيعاب المساحات الكبيرة التي تحتاجها نباتات الطماطم بسهولة، مما يجعلها خيارًا رائعًا آخر، ومن إيجابياته وسلبياته ما يلي:

- توفير رعاية فردية للنباتات.
- يمكن أن تكون باهظة الثمن.

- تحتاج للمزيد من التدريب العملي للمزارعين الذين يرغبون في المشاركة في صيانة أعلى من (DWC) (**العتوم، 2021**).

ج- مستلزمات الزراعة المائية للطماطم

إن زراعة الطماطم باستخدام الزراعة المائية ليست مهمة سهلة، ولكن يمكنك التعامل معها حتى بدون خبرة. من المهم شراء كل ما تحتاجه أو بناء النظام بنفسك ومن الأدوات المتاحة.

- الخزانات: خارجية أكبر وداخلية أصغر.
- يمكن أن تكون الركيزة للحاويات الداخلية أي: البيرليت أو جوز الهند أو الحجر المكسر أو الطين الممتد أو الطحالب أو الرمل الخشن أو الصوف المعدني (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

من المستحسن تجهيز الحاويات الداخلية بمؤشر مستوى السائل.

صورة 23: مؤشر التوصيل الكهربائي في مستوى السائل
في (garden-ar.desigusxpro.com).

- يمكن شراء محلول المغذيات للحاويات الخارجية جاهزًا أو تحضيره بنفسك.
- مؤشر التوصيل الكهربائي، والذي سيكون من الممكن قياس تركيز المحتوى الغذائي للمحلول به.
- الإضاءة: تحتاج الطماطم إلى الكثير من الضوء من أجل التطور الطبيعي، لذلك من الضروري تزويد النباتات بمصادر إضاءة إضافية. قم بتركيب مصابيح الأشعة فوق البنفسجية أو مصابيح الفلورسنت في المنزل.

- يمكن تجهيز نظام الزراعة المائية بنظام الري بالتنقيط أو الغمر التدريجي أو تقنية طبقة المغذيات (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

صورة 24: وضع نباتات صغيرة تحت الضوء
في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

- **صناعة نظام**

بادئ ذي بدء، تحتاج إلى تحضير أوعية بعمق 15 سم، ويمكنك صنعها بقطع الجزء العلوي من الزجاجات البلاستيكية سعة خمسة لترات. في الجزء السفلي من كل "وعاء" من الضروري حفر ثقوب لتدفق الرطوبة الزائدة. يجب تطهير العبوات الجاهزة بمحلول الكلور وشطفها جيدًا وتجفيفها. بعد كل التلاعب، يجب سكب الركيزة في حاويات بلاستيكية (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

صورة 25: صناعة نظام
في (garden-ar.desigusxpro.com).

أنت الآن بحاجة إلى منصة نقالة توضع عليها الحاويات. لتبسيط العناية بالنباتات وتسهيلها، يجب وضع الحامل على بُعد نصف متر من الأرض. من المهم الاحتفاظ ببعض المسافة بين القاعدة وقيعان الحاويات. سيسمح ذلك لنظام الجذر بتلقي كل من التغذية والأكسجين بالكمية المناسبة.

صورة 26: تموضع الحاويات
في (garden-ar.desigusxpro.com).

بعد ذلك، تحتاج إلى إعداد الري. للقيام بذلك، ضع وعاء مفتوحًا (على سبيل المثال: دلو) تحت منصة نقالة واملآها بمحلول مغذي، والذي سيتدفق إلى الأواني البلاستيكية، ويعاد الفائض إلى الحاوية أسفل البليت. لبناء نظام ري كامل، يمكنك استخدام مضخة خاصة أو مضخة ماء.

النظام جاهز، يمكنك زرع الشتلات في أواني مؤقتة (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

صورة 27: اعداد الري
في (garden-ar.desigusxpro.com).

- **حل المغذيات**

بالنسبة للطماطم، يمكن شراء محلول المغذيات جاهزًا أو يمكنك شراء جميع المكونات وإعداد الخليط بنفسك باستخدام الأسمدة المعقدة. عند تحضير الخليط، من الضروري مراعاة الجرعة الدقيقة حتى الجرام. لأن الحل ذو الجودة الرديئة يمكن أن يتلف النباتات بل ويدمرها (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

صورة 28: محاليل مغذيات جاهزة
في (garden-ar.desigusxpro.com).

- يتم تحديد الحموضة بواسطة الرقم الهيدروجيني، والذي يجب أن يتراوح بين 6.0 و6.3. لزيادة مستوى الحموضة، يوصى بإضافة هيدروكسيد البوتاسيوم إلى المحلول وخفضه -حمض الفوسفوريك.
- أيضًا، يجب أن يحتوي محلول المغذيات على موصلية كهربائية من 1.5 إلى 3 مللي ثانية. بمرور الوقت، سيبدأ المستوى في الانخفاض وعندما يتم تجاوز حدود المعيار المسموح به، يجب استبدال الحل أو تحديثه بإضافة العناصر المفقودة (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

لتسهيل تتبع كل شيء، تحتاج إلى الاحتفاظ بالسجلات اليومية.

يعتمد اختيار الصنف بشكل أساسي على تفضيلات الذوق، حيث لا توجد استثناءات في طريقة الزراعة المائية. ولكن للحصول على عائد أكبر، عند اختيار مجموعة متنوعة، يجدر النظر في التوصيات الخاصة بالنمو. لذلك، سيكون من الأسهل زراعة أصناف الطماطم المبكرة النضج والمحبة للحرارة.

تعد زراعة الطماطم عملية تدريجية وتلتزم طريقة الزراعة المائية أيضًا بهذه القاعدة.

- عند زراعة الطماطم بطريقة مائية، يوصي المهندسون الزراعيون بذر البذور في سدادة إسفنجية خاصة للشتلات.
- بفضل قدرته الممتازة على التصريف، سوف يزود الفلين البراعم بالأكسجين الكافي. وفي غضون أسبوع، عندما تبدأ البراعم بالتمدد، يمكن وضع السدادات على جانبها، مما سيسمح للبراعم بالنمو بشكل أقوى وتشكيل نظام جذر قوي. كحل أخير، بدلاً من الفلين، يمكنك استخدام الصوف القطني المنقوع في محلول المغذيات.
- بعد 7-10 أيام، عندما تتشكل الأوراق الحقيقية الأولى في الشتلات المزروعة، انقلها إلى مكعبات إسفنجية من الفلين بحجم أكبر وتنمو بهذه الطريقة لمدة ثلاثة أسابيع أخرى (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

في نفس الوقت، كل يومين من الزراعة، تحتاج إلى سقي خليط المغذيات، وكذلك مراقبة الإضاءة ودرجة الحرارة. الطماطم حساسة جدًا للضوء. يمكن أن تؤدي ظروف الإضاءة المنخفضة إلى

تمدد النبات وترقق الساق وانخفاض العائد. لذلك، في المرحلة الأولى من التطوير، تحتاج الشتلات إلى إضاءة إضافية. ويجب أن تكون درجة حرارة الهواء + 20-22 درجة.

- بعد ثلاثة أسابيع، يجب ترطيب مكعبات الشتلات جيدًا وترتيبها على منصة نقالة. يجب شطف البليت جيدًا مسبقًا ومعالجته بمحلول الكلور.
- علاوة على ذلك، يتم زرع البراعم المزروعة مباشرة في نظام الزراعة المائية، حيث ستتم زراعتها. في هذه الحالة، يجب مراعاة الفاصل الزمني بين النباتات، لذلك لن تعاني شجيرة واحدة من نقص في الضوء. من الأفضل تخصيص قطعة أرض من 0.9 إلى 1.2 متر مربع لكل شتلة.
- النمو في غياب التربة يحرم الطماطم من الدعم. لذلك، حتى الأصناف الصغيرة الحجم، التي يصل ارتفاعها إلى 20 سم، يجب ربطها.
- إذا نمت الطماطم في المنزل، فمن الضروري تلقيح النباتات بشكل مصطنع خلال فترة الإزهار المكثف. من الملائم استخدام فرشاة ناعمة أو فرشاة أسنان كهربائية كمروحة لهذا الغرض. إذا تم استخدام طريقة الزراعة المائية لزراعة الطماطم في دفيئة، فأنت بحاجة إلى فتح الوصول إلى الحشرات.
- بعد الانتقال إلى مكان إقامة دائم، يجب أن تمد الشجيرات الصغيرة ساعات النهار إلى 15 ساعة في اليوم، وأثناء الإزهار النشط، تزيد إلى 20 ساعة. عندما تبدأ الطماطم في النضج، يمكن تقليل ساعات النهار إلى 15-17 ساعة، ولكن من المهم التأكد من أن درجة الحرارة لا تنخفض عن + 28 درجة (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

- إيجابيات وسلبيات

طريقة الزراعة المائية لها مزايا وعيوب.

من بين المزايا النوعية:

- يسمح لك بزراعة الخضروات المفضلة لديك في المنزل.
- يوفر المساحة والوقت والأسمدة.
- يوفر السيطرة الكاملة على تطوير النباتات.
- نمو سريع وعائد مرتفع من الطماطم (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

أما بالنسبة للسلبيات:

- أولاً، التكلفة العالية للمواد الاستهلاكية والمعدات.
- لا يمكنك الاستغناء عن النظرية، فأنت بحاجة إلى دراسة التكنولوجيا بعناية.
- يتم قضاء الكثير من الوقت في زراعة النباتات والمراقبة اليومية لحالة محلول المغذيات. (زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف، 2020) في (**garden-ar.desigusxpro.com**).

د- أهمية زراعة الطماطم بدون تربة

- الحصول على أكبر إنتاج من الطماطم بنسبة تقدر بـ 20-25%، خلال فترة زمنية سريعة مقارنةً بزراعتها في التربة، وذلك بطريقة سهلة وحديثة ومتطورة.
- استخدام الأنظمة المائية في زراعة نباتات الطماطم لا تستلزم أن يتم زراعتها في مكان تكون تربته غنية، بل يمكن أن تنمو في مكان تكون تربته فقيرة، وحتى داخل المنازل والشقق السكنية.

الأنظمة المائية تتميز بأنها تحتاج إلى مساحات صغيرة للزراعة فيها، وذلك لأن نبات الطماطم لا تنمو جذوره بحجم كبير حتى تحصل على حاجتها من المواد الغذائية والماء، مما يساعد ذلك المزارع على زراعة أعداد كبيرة من نباتات الطماطم في مساحات صغيرة (**خطاطبة، 2020**).

4- طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية

صورة 29: طماطم مزروعة داخل نظام زراعة مائية

في (**tube.net123**).

ترقيد الطماطم في الزراعة المائية

يتم ترقيد الطماطم في الحالات الآتية:

- عند وصول الساق الرئيسي لارتفاع عالي (يصل لسطح المحمية أو الصوبة الزراعية).
- ثقل حجم الثمرات الناتجة وتساقطها وعدم تحمل الساق لحملها والذي فيما بعد قد يؤدي لانكساره وبالتالي خسارة الزراعة بالكامل (طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية، 2021) في (**tube.net123**).

كيفية ترقيد نبات الطماطم في الزراعة المائية

- يتم زراعة الطماطم في الزراعة المائية غالباً في نظام الداتش باكيت، ويتم ترقيد الطماطم عن طريق عمل انحناء في الساق الرئيسي لنبات الطماطم بميل أفقي بالتوازي مع أواني الداتش باكيت ثم الرجوع مرة أخرى للارتفاع بشكل رأسي لأعلى (طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية، 2021) في (**tube.net123**).

صورة 30: ميل الساق الرئيسي للطماطم ومروره بشكل أفقي ثم ارتفاعه لأعلى في (**tube.net123**).

ويتم التحكم في ذلك الشكل عن طريق خيوط البلاستيك المستخدمة في تقويم ساق نبات الطماطم .ويتم ترك مسافة 2 داتش باكيت بين كل نبتة طماطم يتم ترقيدها (أي مرور الساق على 2 داتش باكيت بشكل أفقي ثم الارتفاع لأعلى).

صورة 31: خيوط تقويم ساق نبات الطماطم والتي يتم فيها تثبيت الساق الذي تم ترقيده حتى لا يتحرك مرة أخرىفي (tube.net123**).**

مع مراعاة الآتي عن عملية الترقيد:

- عمل الانحناء في الساق بحرص حتى لا يلتوي بشدة وينكسر.
- تجنب ملامسة الثمار للوسيط الزراعي في أي داتش باكيت يمر عليه.

صورة 32: نباتات طماطم تم عمل ترقيد لها في (tube.net123).

طريقة تلقيح نبات الطماطم في الزراعة المائية

تعتبر عملية التلقيح من العمليات الهامة في حياة النبات لكي تحصل على ثمار متناسقة الحجم وعدد جيد من الثمار في كل شتلة ، وبما أن عملية التلقيح الطبيعية تتم بواسطة الحشرات أو الرياح ،

والزراعة المائية يتم فيها إبعاد الحشرات ولا يوجد رياح كافية للتلقيح داخل الصوبة أو المحمية الزراعية ، فإن عملية التلقيح في الزراعة المائية يجب أن تتم بشكل يدوي عن طريق هز كل نبتة على حدا فتتناثر حبوب اللقاح على الأزهار أو بهز العمود أو الجزء المثبت عليه الخيوط المثبتة لشتلات الطماطم وبالتالي تهتز كل السيقان وتحدث عملية التلقيح مرة واحدة.

1- جب إزالة الأفرع الإبطية أو المعروفة بالسرطانات منذ بداية نمو الطماطم حتى مرحلة الحصاد، والأفرع الإبطية هي الأفرع التي تنمو بشكل متعامد بين الساق الرئيسي والأفرع الثانوية لنبتة الطماطم.

ملاحظة :يمكن ترك الأفرع الإبطية حتى تصل لطول 15 -20 سم وقصها واستخدامها كشتلات ووضعها في داتش باكيت جديد.

2- عند نمو ثمار الطماطم ووصولها للحجم المناسب يتم قص أي أوراق جديدة تظهر في أسفل الساق الرئيسي وأسفل الأفرع الحاملة لثمر الطماطم الكبيرة وذلك لتسريع احمرار ونضج الطماطم.
3- رش الطماطم بالكبريت لزيادة احمرار ونضج ثمرات الطماطم كما يعمل كواقي لحماية النبات من الحشرات (طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية، 2021) في (**tube.net123**).

5- مرحلة الإزهار

بعد بضعة أسابيع، يصل النبات إلى الحجم الذي يسمح له بإنتاج أزهاره الأولى. إذا تركت الطبيعة بالداخل، فإن الأزهار سوف "تتدفق" أي لن يتم تلقيحها وبالتالي لن تؤتي ثمارها.
تتوفر لك عدة تقنيات، أبسطها وضع مروحة صغيرة تهب على النبات، وهذا سيعيد إنتاج حركات الرياح، وبالتالي فإن حبوب اللقاح ستتحرك وتلقيح الأزهار. يمكنك أيضا إجراء المعالجة يدويا باستخدام فرشاة (**Jardin, 2019**).

وذلك حين تزهر نباتات الطماطم. انتظر حتى تتفتح البتلات ويظهر لك متاع الزهرة وما بداخله من أسدية مغطاة بحبوب اللقاح، أو العصي الطويلة الرفيعة في مركز الزهرة. المس بفرشاة طلاء ناعمة كل سطح من الأسدية المغطاة بحبوب اللقاح، ثم ألمس النهاية المستديرة لمتاع الزهرة. كرر الأمر يوميا (**أندرو، 2008**).

6- عملية قطف الثمار

عندما تصل الثمار إلى النضج المناسب، الجلد ناعم واللحم صلب جدا، يجب حصادها. من الأفضل قطف الفاكهة في الصباح عندما لا تكون الشمس (أو ضوء.H.P.S) قد ضربت الفاكهة كثيرا. للقيام بذلك، قم بالحصاد بأخذ الطماطم بإحكام بين أصابعك (احرص على عدم إصابة الفاكهة بأظافرك) وقلب الثمرة على ساقها لكسر السويقة. بمجرد أن تنفصل الثمرة عن النبات، يجب وضعها برفق في وعاء، مع الحرص على عدم تكديس الثمار فوق بعضها البعض، لأن الطماطم فاكهة هشة **(Gilberto, 2013)**.

7- تخزين وتبريد ثمار الطماطم

لا تحتاج ثمار الطماطم إلى معاملة التبريد الأولى إلا إذا كانت حرارتها أعلى من 27 م وكان من المرغوب فيه تأخير وصولها إلى مرحلة اكتمال النضج. ويجب عدم تعريض الثمار غير المكتملة النضج لحرارة تقل عن 10 م لأكثر من 24 ساعة لكيلا تصاب بأضرار البرودة.

تتراوح درجة الحرارة المناسبة لتخزين ثمار الطماطم بين 7 م للثمار الحمراء إلى 15 م للثمار الخضراء مكتملة التكوين؛ فتنخفض درجة الحرارة المناسبة للتخزين تدريجيا مع ازدياد نضج الثمار، ويجب أن تكون الرطوبة النسبية عالية وأن يحتفظ بها في حدود 90-95% لمنع فقد الماء من الثمار. يمكن تحت هذه الظروف حفظ الثمار الحمراء بحالة جيدة لمدة 10 أيام، بينما تتلون الثمار الخضراء خلال 30 يوما وهي بحالة جيدة. وعموما يفضل أن يكون شحن أو تخزين ثمار الطماطم غير المكتملة النضج بين 10م، و12 درجة مئوية (**مختار طه، 2016**).

الخلاصة

من خلال بحثنا يمكننا القول بأن الزراعة المائية هي بديل معتبر و فعال لمختلف الزراعات التقليدية ينقصه التطبيق على أرض الواقع لما له من إيجابيات مقارنة بالسلبيات التي يمكن ان نجتهد و نساهم في التخلص منها، و يمكن أن تكون من أنجح الزراعات المستدامة. و لهذا على المزارعين أن يعملوا على هذا الأسلوب الحديث من الزراعة و لكن بشرط التقيد بالأساليب العلمية الحديثة و بالإنتاج الصحي. و كذا أن يكون صاحب النظام ذو كفاءة و دراية بكل التفاصيل المتعلقة اما بصنع النظام الذي له جوانب إيجابية كثيرة، فالنباتات تكون معزولة تماما عن محيطها و بالتالي لن تصاب بالآفات الزراعية او بطريقة تحضير المحلول و النسب التي يحتاجها كل نبات، بهدف السيطرة على البيئة المتنامية و الغير ملائمة للزراعات، و تطبيق التكنولوجيا الذكية المتطورة، مما يساعد على اتخاذ خطوة كبيرة نحو نجاح الزراعة و تحقيق الاكتفاء الغذائي مع تنامي و تزايد أعداد السكان في العالم. وهي محاولة لاستغلال الاماكن ذات التربة الغير صالحة للزراعة، كأسطح المنازل في المدن، او في حالة تعذر استخدام التربة لارتفاع ملوحتها، إضافة إلى إنتاج المحاصيل في غير مواسمها، وتوفير العوامل البيئية المناسبة لمختلف أنواع المزارع.

- ✓ تحتاج الزراعة المائية الى مستلزمات وأدوات حتى تنجح اهمها جهاز الأس الهيدروجيني (pH)، جهاز الناقلية الكهربائية (Ec) والمحاليل المغذية التي تستلزم شروط معينة إضافة إلى العوامل المؤثرة عليها والمتمثلة في نوع النبات المزروع، الظروف المناخية وغيرها، كما يجب توفر ظروف بيئية ملائمة كالرطوبة، الأكسجين والإضاءة.
- ✓ بالرغم من أهمية الزراعة المائية ومميزاتها التي تتمثل في توفير كميات كبيرة من المحاصيل، الا أنه هناك سلبيات يجب دراستها قبل استعمالها.
- ✓ تصيب الزراعة المائية العديد من الأمراض مثلها مثل الزراعات الأخرى أهمها: أمراض أعفان الجذور حيث تنقسم إلى: مسببات فطرية، مسببات بكتيرية، مسببات نيماتودية ولمكافحة هذه الأمراض يجب الاتباع السليم لبعض الممارسات الزراعية حيث ان الوقاية أفضل من العلاج ولكل مرض طريقة وقاية وعلاج خاصة به.

وكمثال تناولنا في بحثنا هذا نبات الطماطم وحاولنا التعريف بهذا النوع وإلقاء الضوء على أهميته كونه أساسي في نظامنا الغذائي، وتطرقنا إلى مراحل الزراعة المائية لهذا النبات الذي يحتاج إلى جرعة دقيقة من المحلول المغذي هذا الأخير الذي يمكن شراءه جاهزا كما يمكن تحضيره بشراء جميع المكونات. فالمحلول المغذي ذو الجودة الرديئة يمكن أن يؤدي إلى إتلاف النبات وتدميره. ولهذا يجب توعية المزارعين بالزراعة الحديثة والاستغلال الأمثل للجرعات وطرق التسميد إضافة إلى تطوير الصناعات التحويلية وتحسينها وطرق التخزين لهذا المنتوج.

الملخص

يتضمن بحثنا الزراعة المائية كتقنية حديثة تنمو فيها النباتات مباشرة في المحاليل المغذية بدلا من التربة، في وسائط خاملة مختلفة، مما يوفر الدعم للنباتات مع الاحتفاظ بالرطوبة من جهة، و الاستمرار في تقديم المحلول المغذي لمنطقة الجذور من جهة أخرى، و بالتالي توفير جميع العناصر الضرورية لنمو النبات، يتم ذلك بتدوير نفس كمية الماء المستخدمة، فنظرا للتغيرات المناخية التي يشهدها العالم من حر شديد و برودة قاسية و كذا لتلوث المحلول المغذي بالعوامل الممرضة و التي تضر بالنبات، فإن التحكم في البيئة أمر مهم جدا. الزراعة المائية تحتاج لمستلزمات و أدوات و إلى بيئة مختلفة قليلا عن الزراعة التقليدية حتى تنجح، و بالرغم من أهميتها فهي تملك العديد من السلبيات و عليه فإن استخدام نظام مكافحة متكامل يسمح بالحصول على إنتاج صحي خالي من الآفات. و تناولنا في بحثنا دراسة شاملة لنبات الطماطم، هذا النوع من النبات الذي يحتاج إلى حرارة معتدلة، تجود زراعته في أماكن مختلفة و بعدة طرق اعتمادا على الزراعة المائية. انطلاقا من دراسة هذا النوع من الزراعات الحديثة و المبتكرة يمكن التطلع إلى دراسات مستقبلية عديدة كدراسة عناصر المحلول المغذي و كذا تعميم الدراسة على أنواع مختلفة من البقوليات.

الكلمات المفتلحية: الزراعة المائية، Hydroponic ، المحاليل المغذية، الطماطم، *Lycopersicum esculentum*

Résumé

Notre recherche inclut la culture hydroponique en tant que technique moderne dans laquelle les plantes poussent directement dans des solutions nutritives au lieu du sol, dans différents milieux inertes, fournissant un soutien aux plantes tout en retenant l'humidité d'une part, et continuant à fournir une solution nutritive à la zone racinaire d'autre part, fournissant ainsi tous les éléments nécessaires à la croissance des plantes, cela se fait en faisant tourner la même quantité d'eau utilisée, en raison des changements climatiques que le monde connaît de la chaleur extrême et du froid extrême et ainsi de suite à la contamination de la solution nutritive par des agents pathogènes et Ce qui nuit à la plante, le contrôle de l'environnement est très important. La culture hydroponique a besoin de fournitures et d'outils et d'un environnement légèrement différent de l'agriculture traditionnelle pour réussir, et bien qu'importante, elle présente de nombreux inconvénients et, par conséquent, l'utilisation d'un système de contrôle intégré permet une production saine et exempte de ravageurs. Dans notre recherche, nous avons étudié une étude complète des tomates, le type de plante qui a besoin d'une chaleur modérée, qui est cultivée à différents endroits et de plusieurs manières en fonction de la culture hydroponique. À partir de l'étude de ce type d'agriculture moderne et innovante, de nombreuses études futures peuvent être examinées, telles que l'étude des éléments de ... La solution nourrissante et l'étude ont également circulé sur différents types de légumineuses.

Mots clés: hydroponie, solutions nutritives, tomates, Lycopersicum esculentum

Summary

Our research includes hydroponics as a modern technique in which plants grow directly in nutritious solutions instead of soil, in different inert media, providing support to plants while retaining moisture on the one hand, and continuing to provide nutritious solution to the root area on the other, thus providing all the necessary elements for plant growth, this is done by rotating the same amount of water used, due to the climatic changes that the world is experiencing from extreme heat and extreme cold and so on to contamination of the nutrient solution by pathogens and Which harms the plant, environmental control is very important. Hydroponics needs supplies and tools and a slightly different environment from traditional agriculture to succeed, and although important, it has many drawbacks and therefore the use of an integrated control system allows for healthy pest-free production. In our research, we studied a comprehensive study of tomatoes, the type of plant that needs moderate heat, which is cultivated in different places and in several ways depending on hydroponics. From the study of this type of modern and innovative agriculture, many future studies can be looked at, such as studying the elements of Such as studying the elements of the nutrient solution and also circulating the study to different types of legumes.

Keywords: hydroponic, nutritious solutions, tomatoes, Lycopersicum esculentum

المراجع باللغة العربية

إخلاص العتوم. (23 أفريل, 2021). ما هي فوائد الزراعة المائية؟ تم الاسترداد من eعربي.

أمجد قاسم. (25 أوت, 2016). الزراعة المائية. محاصيل من البحار والمحيطات. تم الاسترداد من الجزيرة.

إيمان عماد. (16 جانفي, 2016). كيف تزرع الطماطم بطريقة الزراعة المائية دون تربة؟ تم الاسترداد من تسعة.

باسم رضا. (01 جوان, 2022). الزراعة المائية. تم الاسترداد من Healthy Plant أو أالنبات الصحي.

حسن أحمد. (19 يونيو, 2020). :الزراعة بدون تربة او الزراعة المائية. تم الاسترداد من اجري توداي.

شذى خطاطبة. (02 ديسمبر, 2020). زراعة الطماطم بدون تربة. تم الاسترداد من السوق المفتوح.

الطيب. (05 نوفمبر, 2012). الزراعة خارج التربة: أهمية الزراعة المائية. تم الاسترداد من منتديات ستلر تايمز.

عبد المنعم بلبع، و جورجي ماهر. (1989). الزراعة بدون ارض. منشأ المعارف. الاسكندرية.

عدي موسى. (21 سبتمبر, 2021). ثورة الزراعة بدون تربة (المائية).. هل ستساهم في إنقاذ البشر؟ تم الاسترداد من فهرس.

كاربيري أندرو. (2008). كيفية زراعة الطماطم في الماء. تم الاسترداد من wikiHow.

محمد سناجلة. (03 novembre, 2021). الزراعة المائية.. تكنولوجيا جديدة ستحل مشكلة الغذاء في العالم. تاريخ الاسترداد 22 mars, 2022، من الجزيرة.نت.

مختار طه. (25 أكتوبر, 2016). الحصاد والتداول والتخزين لمحصول الطماطم. تم الاسترداد من مدونة إزرع | إيچي أجري إنفورماتيكس.

مؤثر بن صالح الرواحي. (3 جويلية, 2016). ايحابيات وسلبيات الزراعة بدون تربة. تم الاسترداد من المرجع.

هاجر فوزي. (28 مارس, 2021). الزراعة المائية: المفهوم، الفوائد، التقنيات، الانواع والنصائح. تاريخ الاسترداد 01 مارس , 2022، من نقطة.

قائمة المراجع

الزراعة المائية: معلومات أساسية ومثيرة حولها. (26 مارس, 2022). تاريخ الاسترداد 02 أفريل, 2022، من روزبيديا.

أمراض أعفان الجذور وأنواعها وأفضل العلاجات والمبيدات. (22 سبتمبر, 2021). تاريخ الاسترداد 28 فيفري, 2022، من صناع المال.

أنواع البيئات التى يمكن إستخدامها فى الزراعة بدون تربة. (15 جوان, 2013). تاريخ الاسترداد 10 مارس, 2022، من Aquaponics & Morrorco Brazilian Hydroponics.

مستلزمات وأدوات الزراعة المائية. (5 مارس, 2022). تم الاسترداد من موقع بندورة.

الزراعة المائية. (03 novembre, 2021). تاريخ الاسترداد 22 mars , 2022، من Hassad

زراعة الطماطم في الزراعة المائية واختيار المحلول وأفضل الأصناف. (2020). تم الاسترداد من Garden.

طريقة ترقيد وتلقيح الطماطم في الزراعة المائية. (23 نوفمبر, 2021). تم الاسترداد من tube123.

الزراعة المائية بدون تربة Hydroponic or Soil-less Farming. (أكتوبر, 2018). تم الاسترداد من البحوث والإرشاد الزراعي.

المراجع باللغة الأجنبية

Al-Haboby, A. ; Breisinger, C.; Debowicz, D.; El-Hakim, A., & Ferguson, J., (2014). *Agricultural growth is good for poverty reduction and female-headed households in Iraq.* Intl Food Policy Res Ins.

Benton, J. J., (2014). *Complete Guide for Growing Plants Hydroponically.* USA: CRC Press-Taylor & Francis Group.

Caldor, (2021). *Optimiser sa culture de tomates en serres.*

Charles, W. M., (1994). *Hydroponic systems.* Manhattan, United States: Kansas State University.

Charles, W. M., (1994). *Hydroponic systems.* Manhattan, United States: Kansas State University.

Chidiac, J., (2017). *Shallow Aggregate Ebb-and-Flow System for Greenhouse Lettuce Production.* USA: University of Arkansas.

Gilberto , (2013, Juin 29). *Culture hydroponique tomate*. Récupéré sur Culture hydro

Gopinath, P.; Irene Ve, P., & Gomathi, M., (2017). *Aeroponics Soilless Cultivation System for Vegetable Crops.* Coimbatore, Department of vegetable crops, HC & RI, TNAU.., India.

Gregory, A., (2010). *Characteristics of Hyroponic Systems.* USA: North Dakota State University.

Jardin, F., (2019, janvier 01). *Culture de tomates hydroponiques en intérieur*. Récupéré sur Jardin Futé: https://jardinfute.com/culture-de-tomates-hydroponiques-en-interieur/

Lakhasly, (2021). *Moderne AgricUlture.*

قائمة المراجع

Michael, B. W.; John T. R., & Wainwright, E., (2006). *TIME-RELEASE, OXYGEN-GENERATING, AND EFFERVESCING NUTRENT COMPOSITIONS AND METHODS FOR GROWING PLANTS.* United States : Patent Application Publication.

Morganthaler, J., (2017). *Introduction to hydroponics.* Consulté le december 30, 2019, sur www.missouristate.edu

قائمة الروابط

www.123tube.net/2021/11/Method-of-laying-and-pollination-of-tomatoes-in-hydroponics

https://agriculturalresearc.blogspot.com/2018/10/hydroponic-or-soil-less-farmin

https://www.almaal.org/diseases-of-the-fungal-roots-and-types-and-the-best-treatments-and-pesticides

https://egyagriinformatics.blogspot.com/2016/10/Tomatoes-Harvest-Cold-Storing-Postharves

http://www.agri2day.com/2020/06/19/د-علي-إسماعيل-الزراعة-بدون-تربة-او-الز/

https://garden-ar.desigusxpro.com/tomat/na-gidroponike

https://www.rosepedia.com/agriculture-without-soil.html

https://read.opensooq.com" https://read.opensooq.com

https://www.startimes.com" https://www.startimes.com

https://www.aljazeera.net" https://www.aljazeera.net

https://www.ts3a.com/كيف-تزرع-الطماطم-عبر-الزراعة-المائية/

http://hydroponie.fr/culture-hydroponique-tomate/

https://www-nok6a-net.cdn.ampproject.org

https://ar.wikihow.comزراعة-الطماطم-في-الماء/"

https://mbhydroponics-ar.blogspot.com

http://www.faharas.net/soilless-farming

https://www.haplant.com/hydroponics

https://www.hassad.io/الزراعة-المائية/

https://ar.garynevillegasm.com/

https://www.noor-book.com/

https://www.almrsal.com/

https://idaatalaalm.com/

https://panadoora.com

https://farmer-sa.com/

https://stringfixer.com/

https://e3arabi.com

https://almerja.com

https://mawdoo3.com

https://alkhadraasy.com

https://so2alwgwab.com

تاريخ المناقشة: جوان 2022	اللقب والاسم: شلي إكرام وخلاف سعاد

العنوان

الزراعة المائية كبديل للزراعة التقليدية الإيجابيات والسلبيات

مذكرة نهاية التخرج لنيل شهادة الماستر
ميدان علوم الطبيعة والحياة
الفرع: بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات
التخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

الملخص

يتضمن بحثنا الزراعة المائية كتقنية حديثة تنمو فيها النباتات مباشرة في المحاليل المغذية بدلا من التربة، في وسائط خاملة مختلفة، مما يوفر الدعم للنباتات مع الاحتفاظ بالرطوبة من جهة، و الاستمرار في تقديم المحلول المغذي لمنطقة الجذور من جهة أخرى، و بالتالي توفير جميع العناصر الضرورية لنمو النبات، يتم ذلك بتدوير نفس كمية الماء المستخدمة، فنظرا للتغيرات المناخية التي يشهدها العالم من حر شديد و برودة قاسية و كذا لتلوث المحلول المغذي بالعوامل الممرضة و التي تضر بالنبات، فإن التحكم في البيئة أمر مهم جدا. الزراعة المائية تحتاج لمستلزمات و أدوات و إلى بيئة مختلفة قليلا عن الزراعة التقليدية حتى تنجح، و بالرغم من أهميتها فهي تملك العديد من السلبيات و عليه فإن استخدام نظام مكافحة متكامل يسمح بالحصول على إنتاج صحي خالي من الآفات. و تناولنا في بحثنا دراسة شاملة لنبات الطماطم، هذا النوع من النبات الذي يحتاج إلى حرارة معتدلة، تجود زراعته في أماكن مختلفة و بعدة طرق اعتمادا على الزراعة المائية. انطلاقا من دراسة هذا النوع من الزراعات الحديثة و المبتكرة يمكن التطلع إلى دراسات مستقبلية عديدة كدراسة عناصر المحلول المغذي و كذا تعميم الدراسة على أنواع مختلفة من البقوليات.

الكلمات المفتلحية: الزراعة المائية، Hydroponic ، المحاليل المغذية، الطماطم، *Lycopersicum esculentu*

مخبر تطوير و تثمين الموارد الوراثية النباتية.

لجنة المناقشة

باقة مبارك	مشرفا	أستاذ التعليم العالي	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة1
مولف عضراء	ممتحنا	أستاذة محاضرة ب	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة1
شيباني صليح	ممتحنا	أستاذة محاضرة ا	جامعة الإخوة منتوري قشنطينة 1

السنة الجامعية 2021-2022