رقم الترتيب:

رقم التسلسل:

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي

كلية علوم الطبيعة والحياة

قسم البيولوجيا

مـــــذكـــرة تـــخـــرج

لنيل شـهـادة ماستر أكـاديمـي

ميدان: علوم الطبيعة والحياة

شعبة: علوم بيولوجية

تخصص: التنوع الحيوي والمحيط

المـــــوضـــــوع

زراعة المائية الهيدروبونيك كأحد الحلول للاستغلال الامثل للمياه و الاسمدة

من إعداد الطالبتين:

بوفرح خولة

سليماني نرجس

من طرف لجنة المناقشة:

- ✓ بوصبيع ابراهيم عايدة أستاذ محاضر (أ) رئيسا جامعة الوادي
- ✓ نيلي محمد صغير أستاذ محاضر (ا) مؤطرا جامعة الوادي
- ✓ جودي عبد الحق أستاذ محاضر (أ) مناقشا جامعة الوادي

الموسم الجامعي: 2018 / 2019

الإهداء

بسم الله الرحمان الرحيم

وصلى الله على صاحب الشفاعة سيدنا محمد النبي الكريم وعلى آله و صحبه الميامين ومن تبعهم بإحسان ليوم الدين وبعد:

أول من يشكر ويحمد آناء الليل و أطراف النهار هو العلي القهار

إلى من لم تدخر نفسا في تربيتي - أمي الحنون

إلى من تشققت يداه في سبيل رعايتي - ابي الصبور

إلى عائلتي الكبيره أخواتي و إخوتي

إلى عائلتي الصغيرة زوجي وإبني محمد رواد

إلى مؤطري الكريم : الدكتور نيلي محمد الصغير

إلى كل زملائي و زميلاتي

اليهم جميعا أهدي عملي المتواضع هذا

سليماني نرجس

الاهداء

الحمد لله و كفي، و الصلاة و السلام على الحبيب المصطفى.

إلى أغلى ما أملك في هذا الوجود، عائلتي.

إلى كل من علّمني . أساتذتي لن أنسى فضلكم .

إلى كل من دعا لي ، دعمني و شجّعني .

إلى من شاركتني في مذكرتي .

إلى صديقاتي . . .

إلى كل من جمعتني بهم الأقدار خلال المراحل الدراسية .

إلى كل من حمله قلمي و لم تحمله أسطري .

إليهم جميعا أهدي عملي المتواضع هذا .

بوفرح خولة

تشكرات

الحمد لله الذي أعاننا و وفقنا هدانا و يسر لنا هذا .

نتقدم بشكرنا الخالص للأستاذ المشرف الدكتور نيلي محمد الصغير عرفنا له لما قدمه لنا من مساعدة، و بما أجاد به علينا من نصائح و توجيهات قيمة؛ فشكرا وكل الشكر و الإمتنان .

نشكر أيضا أعضاء لجنة المناقشة الأفاضل من الاستاذة بوصبيع ابراهيم عايدة رئيسا للجنة و الاستاذ جوي عبد الحق مناقشا على تكبدهم عناء تقييم و تقويم عملنا هذا.

كما نتقدم بشكرنا الخالص الى المهندس الزراعي حميد محمد العيد لما قدمه لنا من مساعدة مادية و علمية .

ولا يفوتنا أن نشكر كل أساتذتنا و إداريين و عمال الأمن لمعهد علوم الطبيعة و الحياة .

- جزاكم الله عنا خير جزاء -

الفهرس

العنوان	الصفحة
فهرس الجداول	
فهرس الاشكال	
فهرس الاختصارات	
المقدمة	
الجزء النظري	
الفصل الأول : عموميات حول الزراعة العمودية	
أولا: تعريف الزراعة العمودية	6
1- لماذا الزراعة العمودية	7
2- نشأة الزراعة المائي و تاريخها	8
3- علاقة النبات بالوسط	10
4- نظم الزراعة المائية	11
4-1 نظام الفتيل	11
4-2 نظام الجذور العائمة	11
4-3 نظام المد و الجزر	12
4-4 نظام التنقيط	13
4-5 نظام الNFT	14
4-6 نظام ال Aeroponic	14
5- انواع البيئات المستخدمة في الزراعة المائية	15
5-1اوساط بيئية عضوية	15
5-2اوساط بيئية غير عضوية	17
6- دورة المحاليل المغذية في البيئات	18
6-1 النظم المفتوحة	18
6-2 النظم المغلقة	19
7-الشروط الواجب توفرها في الأوساط الزراعية	20
8- مميزات الزراعة المائية	20
9- عيوب الزراعة المائية	23
الجزء التطبيقي	
الفصل الاول : الادوات المستعملة و المنهجية	
أولا :المعدات والمراحل الأساسية في بناء النظام	25
I. مكان التجربة	25
II. وصف المكونات الاساسية للنظام	25
ثانيا: البدأ بتطبيق التجربة	28

1- ختيار النباتات	28
2- الانبات	28
3- تركيب المحلول المغذي	29
4- الوسط الزراعي المستعمل	31
5- وضع الشتلات في النظام	31
6- متابعة الزراعة	32
III. طريقة عمل النظام	32
الفصل الثاني: النتائج و المناقشة	
أولا: الاختلافات الرئيسة بين إنتاج المحاصيل من التربة وبدون تربة.	36
ثانية: مقارنة نتائج حسب دراسات خارجية	37
1- إستهلاك الأسمدة	37
2- إستهلاك المياه	42
3- المردودية	45
النتيجة	
قائمة المراجع	
الملخص	

قائـمـــة الـــجـــــداول

الرقم	الـــــعنـــــوان	الصفحة
الجدول 1	تحضير المحلول المغذي	30
الجدول 2	قيم استهلاك الخس للأسمدة (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	37
الجدول 3	قيم إستهلاك الطماطم للأسمدة (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	38
الجدول 4	قيم إستهلاك الخيار للأسمدة (الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)	40
الجدول 5	نسبة إستهلاك الخس للماء في الموسم (الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية)	42
الجدول 6	نسبة إستهلاك الطماطم للماء لإنتاج 1 طن (الزراعة التقليدية /الزراعةالعمودية)	43
الجدول 7	نسبة إستهلاك الخيار للماء لإنتاج 1 طن (الزراعة التقليدية /الزراعةالعمودية)	44
الجدول8	مردودية الخس في 1000م ^{2} (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	45
الجدول 9	مردودية الطماطم في 1000 م ^{2} (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	46
الجدول 10	مردودية الخيار في 1000 م^2 (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	47

قائمة الاشكال

الرقم	العنوان	الصفحة
الشكل 1	رسم توضيحي لنظام الفتيل	11
الشكل2	رسم توضيحي لنظام الجذور العائمة	12
الشكل3	رسم توضيحي لنظام المد و الجزر	13
الشكل4	رسم توضيحي لنظام التنقيط	13
الشكل5	رسم توضيحي لنظام الNFT	14
الشكل6	رسم توضيحي لنظام الAeroponic	15
الشكل7	رسم توضيحي للنظام المفتوح	19
الشكل8	رسم توضيحي للنظام المغلق	20
الشكل8-1	صورة للمضخة المستعملة في النظام	26
الشكل9	صورة للدعائم الخشبية	27
الشكل10	صورة لجهاز الTDS	28
الشكل11	صورة لعملية الانبات	28
الشكل12	صورة توضح عملية تحضير المحلول المغذي	30
الشكل 13	صورة تضح وضح المحلول في الدلو	30
الشكل 14	صورة لوضع الشتلات في النظام	31
الشكل 15	صورة لطريقة وضع المضخة في النظام	32
الشكل 16	صورة توضح الشكل الكامل للنظام	33
الشكل 17	مخطط بياني يوضح كمية إستهلاك الخس للأسمدة (الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)	38
الشكل 18	الشكل18 – مخطط بياني يمثل كمية إستهلاك الطماطم للأسمدة (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية) من أجل محصول يقدر ب 60 طن	39
الشكل 19	الشكل19 – مخطط بياني يوضح كمية إستهلاك الخيار للأسمدة (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية) من أجل محصول يقدر ب 1 طن.	40
الشكل 20	الشكل20 – مخطط بياني يوضح إستهلاك الخس السنوي للمياه (الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)	42
الشكل 21	مخطط بياني يوضح نسب إستهلاك الطماطم للماء عند إنتاج 1 طن (الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)	43
الشكل 22	نسب استهلاك الخيار للماء عند انتاج 1 طن (الزراعة	44

	التقليدية/الزراعة العمودية)	
الشكل23	مخطط بياني يوضح قيم مردودية الخس في1000 م^2 (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية).	46
الشكل24	مخطط بياني يوضح الطماطم في 1000 م^2 (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)	47
الشكل 25	مخطط بياني لمردودية الخيار في 1000 م^2 (الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية)	48

قائمة الاختصارات

Les abréviation	Les mots
NFT	Nutrient Film Technique
N	Netrogen
Ph	pouvoir hydrogène
P_2O_5	Phosphorus pentoxide
K_2O	oxide potassium
Mg	Magnisuim

المقدمة

اعتمد الإنسان منذ القدم على الزراعة واستمد منها غذاءه الرئيسي، وبزيادة متطلبات المعيشة أصبح من الضروري تطوير سبل الحصول على القوت اليومي وبالتالي تحسين طرق الزراعة فالطرق البدائية أو التقليدية اضحت منخفضة الكفاءة في مجارات الطلب المتزايد على الغذاء فشرع الانسان في الزراعة بإستخدام الأدوات البدائية واعتماده على ظروف ومواسم الأمطار والتنبؤ بالطقس الذي حد من قدرته على الزراعة على مدار العام(Dumont؛ 1999)، وأن التقدم العلمي الذي جعل الإنسان يتعرف على موسميات النباتات واحتياجاتها من رطوبة واشعاع شمسي وغيره من الإحتياجات، جعل منه أن يوفر هذه الأجواء بطريقة إصطناعية ليحصل على محاصيل الخضروات الصيفية والشتوية في غير زمن وجودها الطبيعي، ثم تطور العلم حتى بلغ الطرق الحديثة للزراعة وكل هذا التطور هدفه اما زيادة الانتاج او حل لمشاكل الري والتربة والآفات والاستثمار الأمثل للمساحات(عبد حميد؛ 2007).

ظهرت في الآونة الأخيرة عدة مفاهيم وعبارات مختلفة كثيرا ما شغلت العالم حول مفهوم البيئة والاستدامة، ويرجع ظهور هذه المفاهيم إلى التأثير السلبي واللامسؤول من قبل الإنسان وابتكاره في شتى المجالات الصناعية والتكنولوجية التي أضرت بالبيئة الطبيعية في صميم مكوناتها النباتية و الحيوانية في حقبة كان العالم عاقلاً عنها (Al-Haboby; 2014)

مع نهاية القرن العشرين وبداية القرن الواحد والعشرين نشأت عدة مفاهيم وأساليب جديدة لم تكن مألوفة من قبل القطاعات الفلاحية بقضايا التنمية الزراعية في ظل حماية البيئة، وخفض الاستهلاك والاستقلال الأمثل للموارد الطبيعية وفي نفس هذا المجال ظهر مصطلح جديد وهو الهيدروبونيك او بما يعرف الزراعة المائي او زراعة بدون تربة (نوفل جوزيف وخالد؛ 2017).

جرت العادة على زراعة النباتات في التربة، وفي الأغلب تكون هذه التربة طينية أو رملية ولكي ينمو النبات يحتاج إلى ماء وهواء وضوء ومواد يتغذى عليها وغالباً ما تكون هذه المواد موجودة داخل التربة، فإذا ما قمنا بإضافة الماء إلى هذه التربة تذوب بعض المواد المغذية الموجودة في التربة ويتمكن النبات عند إذ من التغذي على هذه المواد المغذية الذائبة في الماء من خلال جذوره الممتدة داخلها(الحمزة؛ 2018)

. تعتمد فكرة الزراعة دون تربة على الاستغناء الكامل عن التربة كمصدر للمغذيات وسط للنمو، و استبدالها بالمحلول المغذي ومادة خاملة كيميائيا كوسط لنمو الجذور وتعتبر الزراعة دون تربة حلا ناجعا لجميع مشاكل التربة بلا استثناء، وتمكن الزراعة دون تربة زراعة المناطق ذات التربة المتدهورة أو عديمة التربية او

الصحاري، كما يحقق المحلول المغذي خصوبة مثالية غير قابلة للتناقص مع الزمن ولكل نوع نباتي محلول المغذي الملائم له ويختلف تركيبه باختلاف مرحلة النمو النبات *(Al-Haboby; 2014)* .

اكتشف باحثو فسيولوجيا النبات خلال القرن الثامن عشر أن النباتات تمتص المغذيات المعدنية الأساسية في صورة أيونات اللاعضوية 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).

تشهد بلدان كثيرة في أنحاء العالم اتساع ظاهرة الزراعة المائية، وخاصة في البلدان التي تعاني شحة المياه والأراضي الغير خصبة او الاراضي الصحراوية التي تستنزف الكم الهائل من مياه والاسمدة في زراعتها تحاول العديد من هذه البلدان تحقيق الاستدامة عن طريق تحسين المساحات الخضراء، وتعزيز الزراعة الحضرية التي يمكن من خلالها تحقيق الاستدامة البيئية والاجتماعية والاقتصادية، وتعزيز وظائف المجتمع وتطوير النظم الغذائية الحضارية (محمود واخرون؛ 2018).

مشكلة البحث :

- هدر المياه في أساليب الري المتبعة في الزراعة التقليدية
- استعمال الأسمدة بطريقة عشوائية في البيوت المحمية و في الزراعات التقليدية مما يضر بصحة الإنسان والبيئة .

أهمية البحث :

تنبع أهمية البحث من أهمية الموضوع، إذ أن الهيدروبونك يحل الكثير من مشاكل الزراعة التقليدية المتمثلة في هدر المياه واتباع الدورات الزراعية ، بالإضافة إلى ان هذا الموضوع لم يتطرق إليه كثير.

يهدف البحث إلى:

- التعريف بتقنية الهيدروبونيك (الزارعة المائية) كأسلوب متطور وفعال ذو كفاءة عالية للزراعة الحديثة.
- توضيح مقدرة النظام على تقديم حلول منطقية تضمنت الحد من مشاكل التربة وعوز المياه والري وحتى الارتقاء بالإنتاجية.
- تقديم النظام تحت الدراسة كمادة استثمارية تعود بالفائدة على كلا من المستهلك وصاحب الاستثمار وحتى الاقتصاد العام للبلاد.

و قد قسم بحثنا الى جزئين :

الجزء النظري و يحتوي على:

الفصل الاول الذي يتحدث حول عموميات الزراعة العمودية

الجزء التطبيقي مقسم الى فصلين:

الفصل الاول يتضمن الادوات المستعملة و المنهجية

الفصل الثاني الذي يحتوي على النتائج و المناقشة

الجزء النظري

الفصل الأول

عموميات حول الزراعة العمودية

أولا تعريف الزراعة العمودية :

الزراعة العمودية او الزراعة بدون تربة هي تربية المحاصيل الزراعية بدون استخدام التربة كبيئة للجذور، فبدلا من التربة يتم استخدام اوساط خاملة مختلفة او بما يسمى بالركائز(عبد المنعم؛ 1988).

توفر هذه الاوساط دعائما لنبات مع الاحتفاظ بالرطوبة و يتم دمج انظمة الري داخل هذه الاوساط، حيث تقوم على ادخال المحلول المغذي الى مناطق الجذور ويوفر هذا المحلول جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات. وهو الاسلوب الاكثر شيوعا للزراعة بدون تربة والذي يتضمن زراعة النبات على ركيزة او في سط مائي بالجذور العارية (Winterborne.J؛ 2005).

يعتمد ذلك الأسلوب من صناعة الزراعة الرأسية أو العامودية على علوم الزراعة الحديثة القائمة على التكنولوجيا التي توفر حلول مثيرة في العديد من المجالات كمجال المعدات الآلية، وتكنولوجيا الإضاءة وأجهزة التحكم في المناخ ، والبيانات ، وأجهزة الاستشعار، والاستشارات، وأكثر من ذلك بكثير. بحيث لا يمثل الإنتاج الكبير أي مشكلة من خلال تقنيات تربية وإنتاج النباتات في البيئات المغلقة وعمليات تغذية النباتات المناسبة وهذا يسمح للمزارعين المعاصرين بإنتاج محاصيل بكميات كبيرة ذات اتساق وجودة وبكفاءة عالية وبكلفة معتدلة(عبد المنعم؛ 1988) .

إن ممارسة الزراعة المائية الرأسية يهدف إلى السيطرة على البيئة المتنامية والغير ملائمة للزراعات المفتوحة الشائعة والاستفادة بشكل أفضل من مواردنا ، وتطبيق التكنولوجيا الذكية المتطورة والفعالة وتدريب العمالة يساعد بشكل كبير على اتخاذ خطوات كبيرة نحو نجاح الزراعة وإعطاء فرصة أكبر للحصول على طعام أفضل مع تنامي وتزايد أعداد السكان في العالم (Jensen M; 1991).

1- لماذا الزراعة المائية :

قد استخدمت الزراعة بدون تربة للحد من الآفات والأمراض التي تنتقل عن طريق التربة التي تؤثر على محاصيل الزراعة الأحادية عن طريق تجنب الاتصال بين النباتات و التربة، ولأن الأوساط بدون تربة يمكن تعقيمها وإعادة استخدامها بين المحاصيل.

كما أن إعادة استخدام هذه الأوساط عوضا عن التربة يلبي بشكل خاص مطالب الإنتاج المكثف للمحاصيل، علما بأن بعض هذه الأوساط أو الركائز هي أفضل بكثير من التربة، لاسيما من حيث القدرة على الاحتفاظ بالماء و إمدادات الأكسيجين في منطقة جذر النباتات (Ladner,2011).

كما أن المزارعين قاموا أيضا بتحسين أداء الإنتاج من خلال زيادة السيطرة على عدة عوامل حاسمة لنمو النباتات حيث يتم التحكم في توافر العناصر الغذائية عند جذور النباتات بشكل أفضل، ومراقبتها والسيطرة عليها بشكل أحسن؛ مما يؤدي إلى ارتفاع إنتاج الكمية والنوعية. علاوة على ذلك فإن معظم تقنيات الزراعة بدون تربة تستعمل جزءا ضئيلا من المياه اللازمة للإنتاج التقليدي القائم على التربة؛ وذلك لأن المحلول المغذي يعاد تدويره (Somerville et al؛ 2016).

وتعتبر الزراعة بدون تربة أحد الجوانب الكبرى للتطورات العلمية والاقتصادية والتكنولوجية في مجال الزراعة عموما على مدى القرنين الماضيين و بشكل عام، ولكن في الغالب في الدول المتقدمة وفي المناخات المعتدلة، كانت هناك زيادة في الطلب على المحاصيل ذات القيمة العالية خارج الموسم الزراعي. وهذا نتيجة لنطاق واسع للتحسن في العديد من أنواع أنظمة الزراعة المحمية لزيادة طاقة الإنتاج، وإطالة إنتاج المحاصيل على مدار العام (Resh؛2004).

ولكن ومن أجل الحفاظ على قدرتها الإنتاجية التنافسية مع الزراعة الحقلية المفتوحة، تمت الزيادة في كثافتها من أجل تعويض ارتفاع تكاليف الإنتاج المرتبطة بالبيئة التي يتم السيطرة عليها، ونتيجة لذلك فقد كان هناك تحول من الإنتاج بواسطة الزراعة بالتربة إلى الزراعة

بدون تربة؛ لتلبية الاحتياجات المتغيرة للزراعة. ويوفر هذا النهج بدائل لتعقيم التربة السامة لمكافحة الآفات ومسببات الأمراض، ويمكن أن يساعد في التغلب على مشاكل التربة التي جلبتها ممارسات الزراعة الأحادية (الحمزة؛ 2018).

2-نشأة الزراعة المائية و تاريخها :

كان أول ظهور للزراعة المائية في حدائق بابل المعلقة و أيضا في الحدائق العائمة بالمكسيك عند الأزتيك. وتم استخدامها أيضا في الصين وذكرت الهيروغليفية هذه الزراعة في الكتابات المصرية منذ مئات السنين قبل الميلاد.

من عام 1600: بدأت التجارب الأولية لهذه التقنية و تطويرها لمعرفة تركيب النبات والمواد التي تسبب نموه بواسطة العالم البلجيكي Jan Van Helmont.

1627: أول كتاب مطبوع عن الزراعة بدون تربة للعالم فرنسيس باكون

(Hershey؛ 1994)

1699:نشر جون وورد تجاربه عن الزراعة العمودية ووجد أن النباتات التي تنمو في الماء الغير مقطر أفضل من التي تنمو في الماء المقطر (Hershey؛ 1994) .

1842: أكتشفت 9 عناصر ضرورية لنمو النبات من قبل علماء النبات الألمان يوليوس فون ساكس وويلهلم نوب .

1859: تم تطوير تقنية أول زراعة بدون تربة وسمي نمو النباتات بدون تربة محلول المغذيات المعدنية بزراعة المحاليل.

1861: قام العالمين Sach و Knop بزراع النباتات وتنميتها في محلول مائي به العناصر المغذية التي يحتاجها بدون الاستعانة بأي بيئة نمو وعرف هذا النظام بمزارع المغذيات وهو النظام الذي مزال يستخدم في معامل فيزيولوجيا و تغذية النبات حتى الآن ويعرف باسم " Hydroponics (William M؛ 1978).

1929: أولمن أطلق مصطلح Hydroponics على مزارع المحاليل المغذية هو العالم William Frederick Gericke من جامعة كاليفورنيا .وفي هذه الفترة نشطت البحوث بهدف تطوير و تحوير تقنية مزارع المغذيات للاستخدام التطبيقي خارج إطار المعمل والبحوث الأكاديمية واستغلالها في الأراضي الواقعة تحت الصوب الزراعية بعد ظهور الكثير من المشاكل في بنائها وخصوبتها بالإضافة إلى الإصابة بأمراض فطرية والحشرية (William F؛ 2015).

1938: قام علماء تغذية النبات Dennis Robert Hogland و Daniel Israel Arnon بتطوير عدة محاليل مغذية للزراعة بدون تربة عرفت ب Hogland solution ولا زالت تستخدم ليومنا هذا مع بعض التعديلات عليها تبعا للمحصول.

1940: قام العالم Gericke بكتابة كتاب The Complete Guide To Soilless Gardening .

1945: أثناء الحرب العالمية قام الجيش الأمريكي في اليابان بعمل مزرعة لا أرضية

(كانت بيئة النمو هي الحصى) و ذلك على مساحة 22 هكتار في إحدى ضواحي مدينة طوكيو لتزويد الجنود بالخضروات النقية والطازجة (Howell; 2003).

1950: بدأ انتشار طرق الزراعة اللاأرضية في عدد من دول العالم مثل إسبانيا إيطاليا فرنسا إنجلترا ألمانيا الاتحاد السوفياتي و فلسطين المحتلة في مساحات محدودة .

1960: قام الباحث Allen Cooper بتطوير تقنية غشاء العناصر المغذية NET

1970: في العقود الحديثة وكالة الفضاء الأمريكية NASA عملت أبحاث كثيرة ومكثفة على الزراعة بدون تربة لبرامج الفضاء وطورت نظام الزراعة الهوائية Aéroponics وأجرت عليه العديد من الأبحاث.

من 1995 إلى يومنا هذا: الزراعة المائية شهدت زيادة سريعة بما فيه الكفاية، والصناعة قد تطورت قليلا للتكيف مع وقتها. من الأنظمة أكثر تطورا، أكثر ملاءمة للبيئة ، أصبحت مربحه، خاصة زراعه النباتات ذات دورات بيولوجية القصيرة مثل الخس أو الأعشاب العطرية. وبدأ الاهتمام بهذا النوع من الزراعة من طرف البلدان العربية التي تملك مساحات محدودة من الأراضي الخصبة مثل قطر *(Moustafa; 2010)* السعودية و الإمارات و اليمن ....إلخ.

3-علاقة النبات بالوسط الزراعي :

ان التربة الخصبة تشجع نمو النبات عن طريق تزويد النباتات بالعناصر المغذية والعمل كخزان يحتفظ بالماء، وتكوين طبقة تحتية تثبت فيها النباتات جذورها، وهذه هي خصائص علاقة جيده التي تربط بين النبات والوسط الزراعي الذي يعتبر بالعموم التربة(فوزيـة موري؛ 2015).

ومن هذا الاخير نستنتج ان الزراعة او النبات لا يحتاج إلى الأرض كعنصر اساسي في نموه في حين ان الأرض تميل إلى امتصاص الماء والمواد المغذية علي حساب النبات مما يجعلها أكثر تعقيدا لتحديد كميه المياه والأسمدة اللازمة للنمو النبات، لهاذا لجا الكثيرون للزراعة المائية لكونها مختلفة تماما، لأنه يتم توفير الدعامة اللازمة لنمو النبات و كذا احتياج النبات من عناصر غذائية بدقة وبدون اهدار المياه او السماد(Belbachir، 2017).

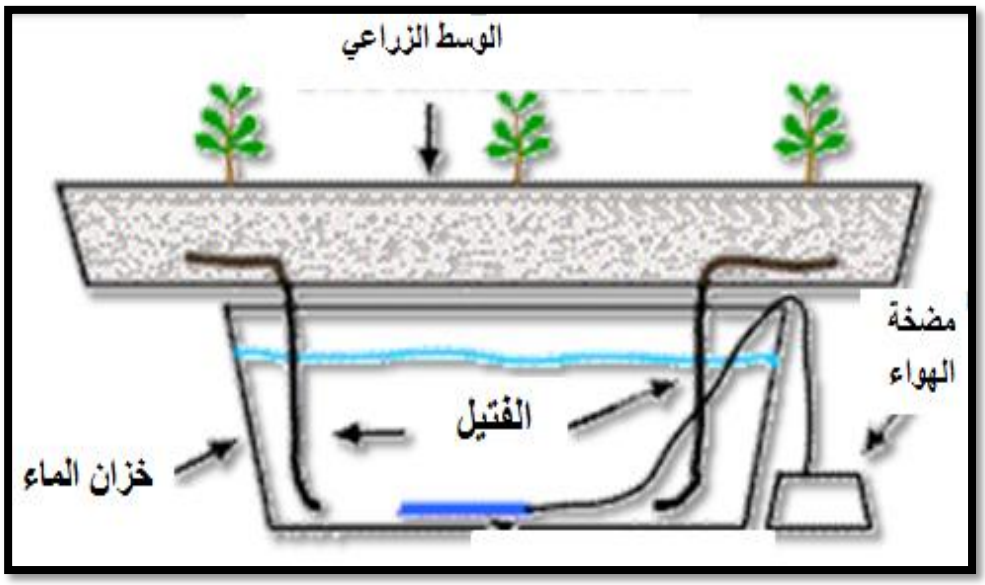
اذن فان الزراعة المائية تعتبر البديل الكافي لتلبية متطلبات النبات و توفير الدعم الكافي له بدون تربة.

4-نظم الزراعة المائية

هناك 6 أنواع أساسية من نظم الزراعة المائية؛ وهي الفتيل، والجذور العائمة، والمد والجزر (التعبة و التصريف)، وبالتنقيط (الاسترداد أو غير استرداد)، وتقنية غشاء العناصر المغذية (NFT(Nutrient Film Technique و Aeroponic .

4-1-نظام الفتيل

نظام الفتيل هو إلى حد ما أبسط نوع من انواع نظم الزراعة المائية. وهو نظام سلبي نوعا ماء، لاته لا توجد اجزاء متحركة فيه . ويقوم الفتيل بامتصاص المحلول وتغذيه النبات(Hughey, 2005)



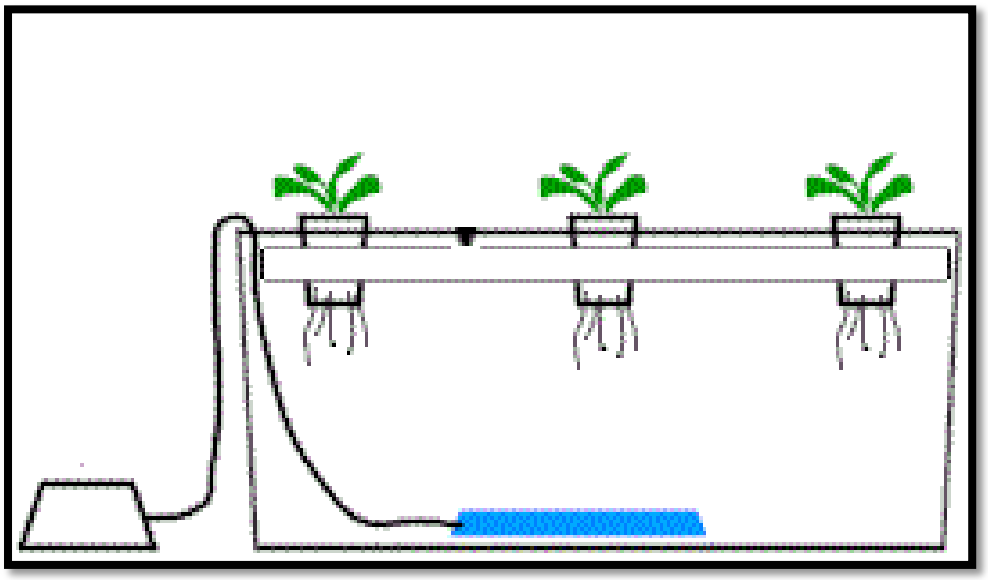
الشكل (1): رسم توضيحي لنظام الفتيل. (الـرواحـــي؛ 2013)

4-2-الجذور العائمة

نظام الجذور العائمة هو أبسط من كل أنظمة الزراعة المائية النشطة. يتم وضع الفلين الذي يحمل النباتات علي الوعاء الذي يحوي المحلول . ويوضع داخل الوعاء مضخة هواء

لتعطي الاكسجين لجذور النبات ، هذا النظام جيد للورقيات التي تنمو بسرعه مثل الخس وغيره.

ومن مميزاته انه رخيص ويمكن عمله باي مكان اذا كنت لا تحتاج الي زراعه كبيره، وهو غير مناسب للمزارع والمصانع التجارية لكبر حجمه .

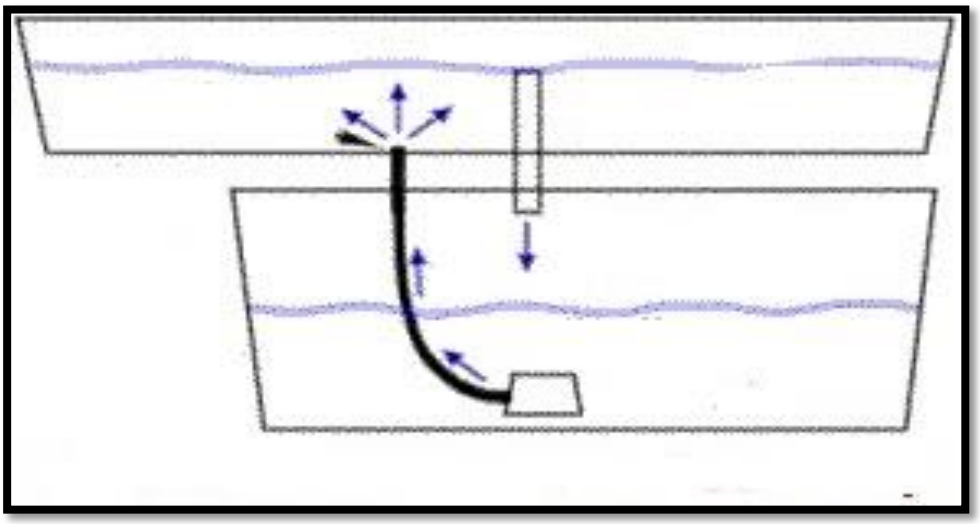


الشكل (2): رسم توضيحي لنظام الجذور العائمة

3-4-نظام EBB FLOW او (المد والجزر)

نظام المد والجزر يعمل عن طريق تعبه النبات ومن ثمة تصريفه الي الخزان. ويحتاج هذا النظام عادة اي مضخة موصله بجهاز توقيت

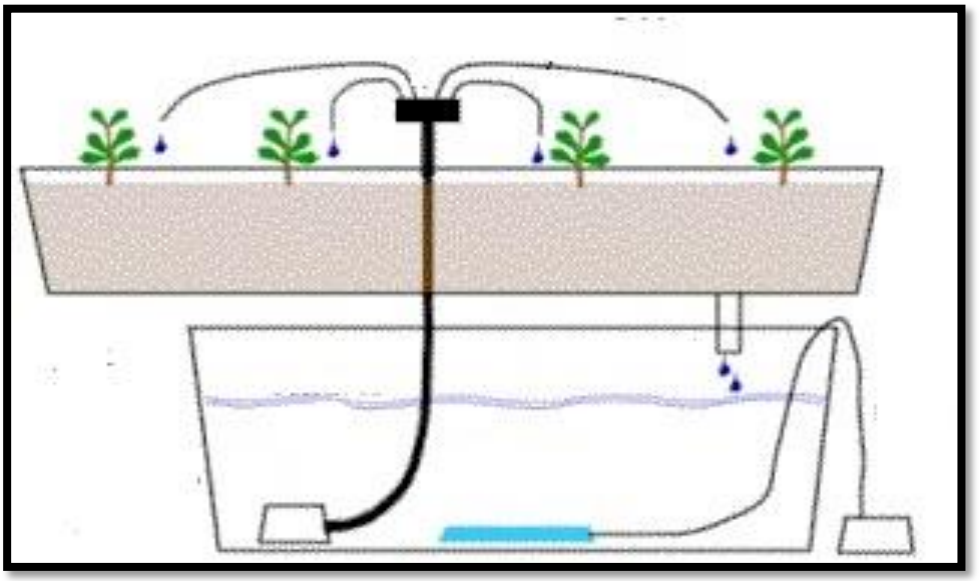
عندما تشغل المضخة فإنها تسقي النبات ويكون التوقيت علي عدة مرات باليوم حتى لا تجف الجذور (Blackford Jr. 1995)



الشكل (3): رسم توضيحي لنظام المد و الجزر

4-4 نظام التنقيط

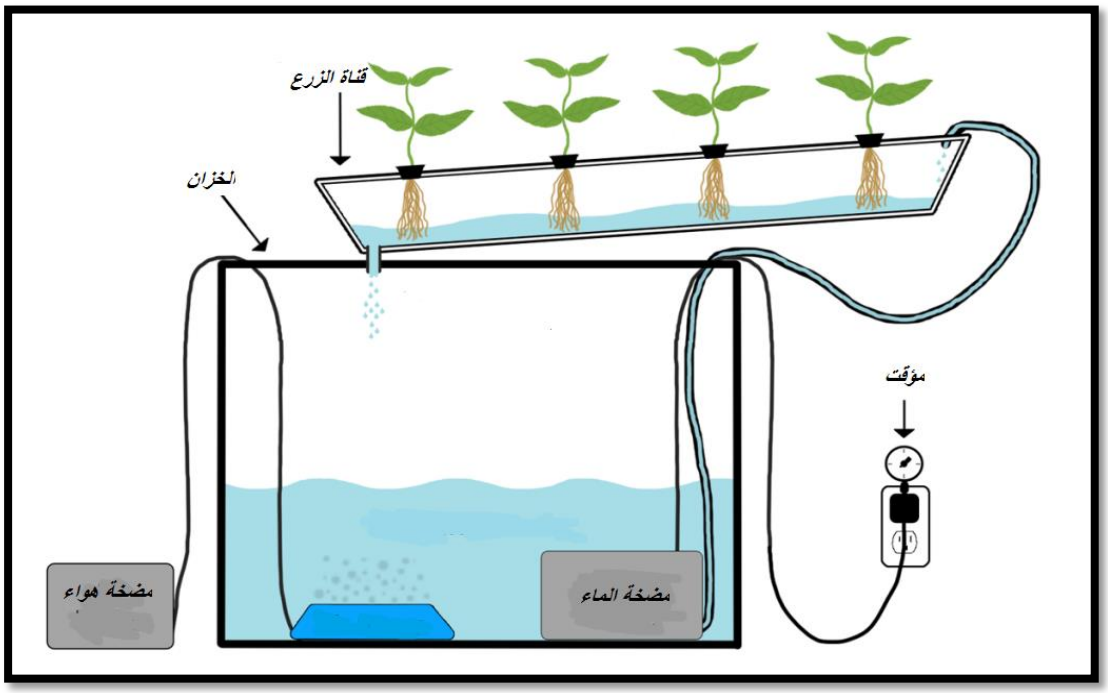
نظم الري بالتنقيط هو على الأرجح الأكثر استخداما من انواع انظم الزراعة المائية . العملية بسيطة، جهاز توقيت يسيطر على المضخة المغمورة. جهاز ضبط الوقت يحول المحلول المغذي على قاعدة متكاملة من خطوط الانابيب الصغيرة (Lennard, 2006).



الشكل (4) : رسم توضيحي لنظام التنقيط(زراعة المستقبل، 2016).

5-4 نظام NFT(Nutrient Film Technique)

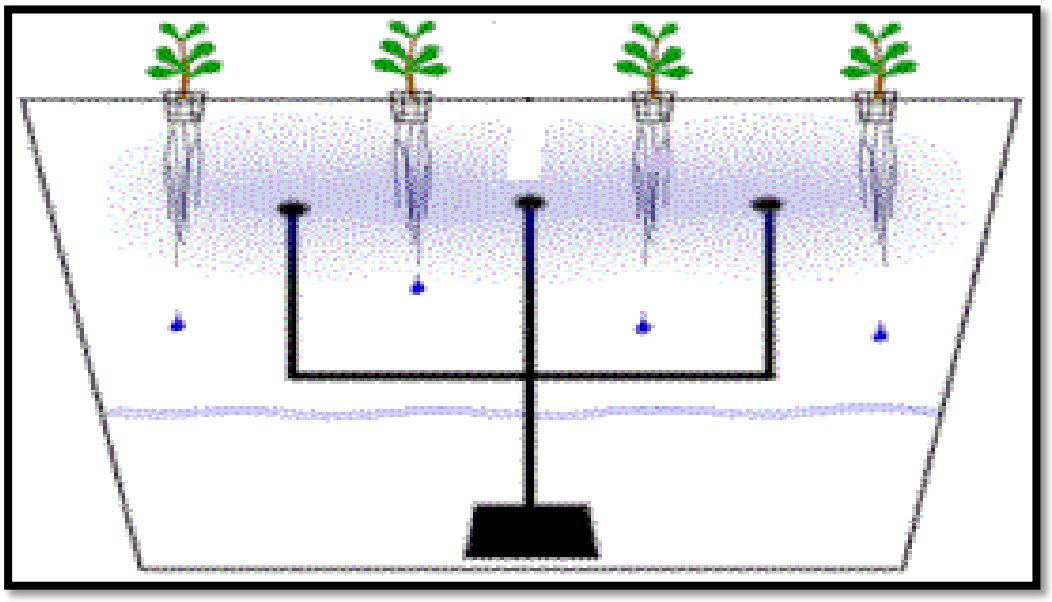
هذا النوع من الانظمة من اسهل الانظمة وعادة يستعمل في المنازل . نظم NFT يكون تدفق المحلول المغذي مستمر من دون مؤقت للمضخة الغاطسة . ويتم ضخ المحلول المغذي في انبوب توضع عليه فتحات لوضع النبات فيها ومن ثم يعود المحلول الي الخزان (Vaillant, Nathalie, et al 2003).



الشكل (5) :رسم توضيحي لنظام الNFT. (الـرواحـــي؛ 2013)

6-4- نظام Aeroponic او (نظام الرذاذ)

نظام aeroponic و ربما كان هذا النوع من اكثر الانواع تكنلوجيا في الزراعة المائية. وهو يشبه تقريبا نظام NFT الي حد ماء باستثناء انه يحتاج الي انابيب صغيره علي كل نبته تقريبا وتحتاج المضخة الي مؤقت لتشغيلها لدقائق معدودة في اليوم وبصفو دوري (زراعة المستقبل، بتصرف، 2016).



الشكل (6): رسم توضيحي لنظام ال Aeroponic (زراعة المستقبل، 2016).

5- انواع البيئات المستخدمة في الزراعة المائية:

عادة ما تصنف الزراعة بدون تربة وفقا لطريقة تدعيم النبات زراعة في بيئات مختلفة اصطناعية معدنية او بيئة نمو عضوية، او خليط من هذه البيئات ومنه نستنتج ان هناك نوعين من الاوساط البيئية المستعملة في هذا النوع من الزراعة:

- الاوساط البيئية العضوية
- الاوساط البيئية الغير عضوية

5-1- الاوساط البيئية العضوية :

أو ما يُسمى بالمخلفات الزراعية هذه الأوساط يتم الاستنبات عليها ، و تزيد من القيمة الغذائية للمحاصيل.

بمعنى ان نسبة البروتينات والسكريات تزيد فيها، و تعود بالفائدة على النبات وعلى التربة أو البيئة المزروع فيها النبات، وبالتالي هي ايضا تستخدم كأعلاف للحيوانات، و على عكس التربة الزراعية في العادية والتي يستهلكها النبات تماما (طه، 2018)

أ- النشارة الخشب :

الأشجار التي تستمد منها نشارة الخشب ذات مواصفات محددة والتي تناسب تحضير الأوساط الزراعية تحتوي نشارة الخشب على نسبة عالية من الكربون بالنسبة للنيتروجين والتي يتوجب تخميرها جيداً قبل استخدامها لتجنب تحول النتروجين الى حالة النتروجين الغير قابل للامتصاص من السماد. يتسبب المحتوى العالي من السليلوز واللجنين إلى جانب الكميات غير الكافية من النيتروجين الى تثبيط نمو النبات (دليل الزراعة المائية، 2014) ومن مميزات نشارة الخشب ما يلي:

- جيدة التهوية.

-القدرة العالية على احتفاظ بالمياه.

- متوفر محليا.

- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

ب- مخلفات النخيل (سعف النخيل)

يعتبر من الأوساط العضوية الجيدة في الزراعة بدون تربة ولكن يحتاج إلى عملية التخمر قبل الشروع في استخدامه وذلك لمدة اسبوعين إلى ثلاثة اشهر وكلما طالت فترة التخمر كلما كان الوسط أحسن (الـرواحـــي، 2013) ومن مميزات سعف النخيل مايلي :

- جيدة التهوية.

- القدرة المتوسطة على الاحتفاظ بالمياه.

- قلة التكلفة.

- متوفر محليا.

- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

ت- تربة الخث(البيتموس) :

تحتوي على كمية كبيرة من المواد العضوية (بشكل أساسي على مادة الخُث وهي نسيج نباتي نصف متفحّم يتكون بتحلّل النباتات تحلّلا جزئياً) .

تتميز هذه التربة بأنها داكنة اللون، وتسخن بسرعة في الربيع. تتميز أيضاً بقدرتها على الاحتفاظ بكميات كبيرة من المياه بداخلها مما يجعلها رطبة لمدة أطول من الأتربة الأخرى(Bernier, 2015).

أخيراً هي تربة مثالية للزراعة، خاصة إذا أضيفت لها الأسمدة العضوية. تظهر أحياناً أعراض نقص العناصر الصغرى مثل النحاس والزنك في هذه الترب نظراً لقدرتها العالية على الإمساك بالشوراد مما يجعلها صعبة المنال بالنسبة للنباتات (الكوثري، 2012)

2-5 الاوساط البيئية الغير عضوية :

من المهم عند اختيار البيئة أن تناسب عملية الزراعة بدون تربة، ومن أهم هذه الصفات قدرتها على الاحتفاظ بالماء مع توفير التهوية اللازمة لنمو الجذور، بالإضافة لإمكاناتها في دعم النبات النامي بها ولا تتفتك عند نقلها او يتغير حجمها بحيث تنكمش بعد الزراعة (احمد الحسني، 2003). بالإضافة لخلوها من الأمراض والآفات وبذور الحشائش وتكون خالية من الملوحة ومن الأهمية أن تكون رخيصة الثمن و من اهم هذه الاوساط الغير عضوية نذكر منها :

أ- الصوف الصخري

يتم إنتاج الصوف الصخري بتسخين البازلت والحجر الجيري، وفحم الكوك في درجات حرارة عالية جدا. عندما يصبح الخليط سائلا يتم نسجه بسرعة عالية إلى ألياف رقيقة. يتم في وقت لاحق تسخين الألياف مع إضافات، وربطها معا، وضغطها على شكل كتل أو ألواح تستخدم على نطاق واسع في الزراعة المائية (Resh, H.M. 2013) وهو

مادة خاملة ذات قدرة ضئيلة على تبادل الأيونات الموجبة وتأثير ضئيل على درجة الحموضة في الركيزة.

يوفر الصوف الصخري تهوية جيدة وتصريف جيد، مع ازدياد في القدرة على الاحتفاظ بالمياه. يتم استخدامه على نطاق واسع في الزراعة المائية (Resh, H.M. 2013).

خفيف الوزن .

- له قدرة جيدة على الاحتفاظ بالماء.
- يتيح تهوية مرتفعة للبيئة.
- يتميز بالخاصية الشعرية مما يسهل استخدامه كبيئة في طرق الري تحت السطحي.

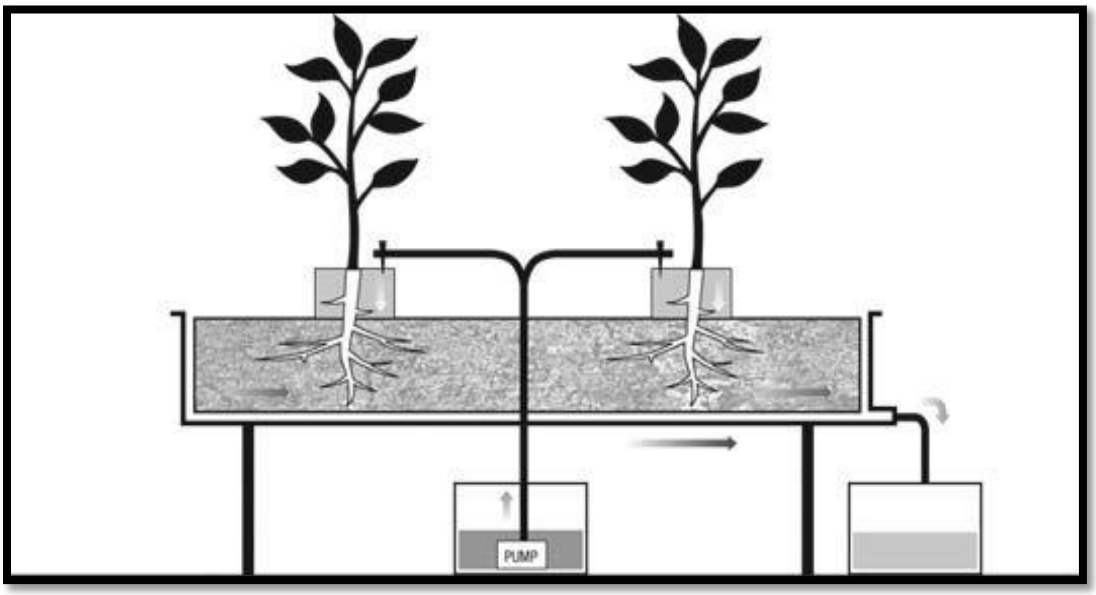
ب- الرمل أو الحصى

هي المكونات الأساسية للتربة مع أحجام جسيمات يتراوح قطرها بين 2 و0.02 مم ويتم عادة إضافتها إلى الركيزة الزراعية لزيادة الكثافة الكلية/الظاهرية ولديها قدرة منخفضة على تبادل الأيونات الموجبة، قدرة ضئيلة على الاحتفاظ بالماء وأثر لا يذكر على الحموضة (Bernier; 2015).

6- دورة المحاليل المغذية في هذه البيئة

6-1 النظم المفتوحة :

في هذا النوع المحلول المغذي المضاف الى النبات لتوفير العناصر الغذائية اللازمة لنموه يتم طرحه من النظام عن طريق قناة ولا يعاد استعماله مرة اخرى في النظام . ولكن يمكن اعادة استعماله في سقي نباتات اخرى خارج النظام . وتضم جميع الزراعات المائية التي تستخدم مزارع الأوساط الصلبة لتثبيت الجذور ماعدا مزارع الحصى.

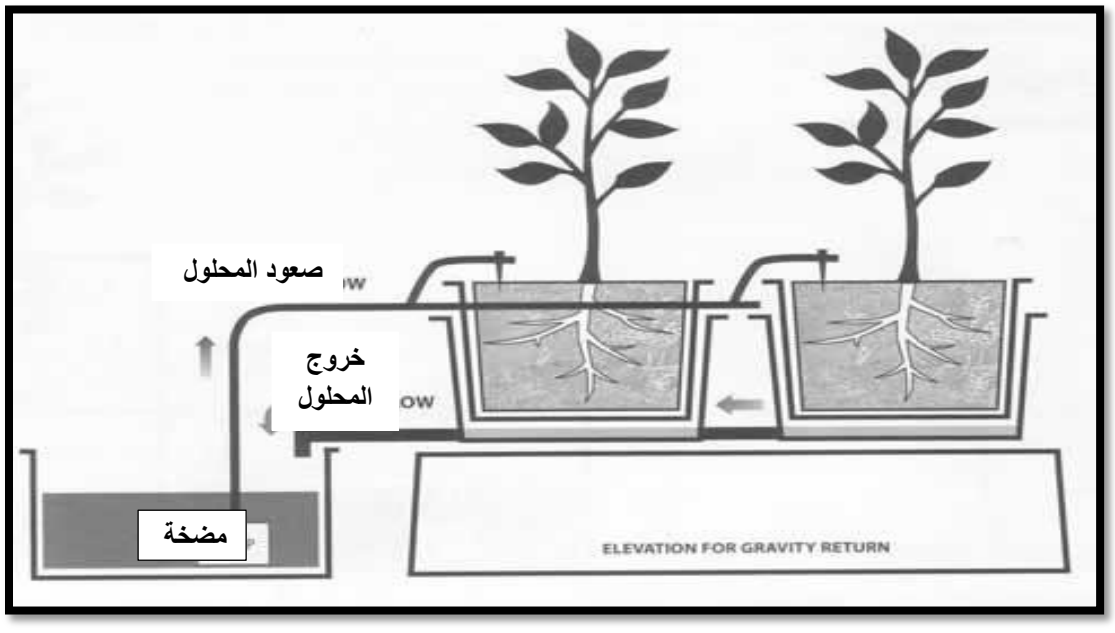


الشكل (7) : رسم توضيحي للنظام المفتوح

2-6 النظم المغلقة

وهي عكس النظم المفتوحة حيث ان المحلول المضاف للنبات في النظام يتم استعماله واستغلاله مرة اخرى في حلقة مغلقة و بذلك يتم توفير المحلول المغذي و بالتالي يعتبر من انظمة المصاحبة للبيئة.

ويعدّل تركيز عناصره المغذية كلما دعت الضرورة، وتشتمل المزارع على جميع الزراعات المائية خارج التربة وعلى مزارع الحصى(عبد الوهاب، 1995)



لشكل (8) : رسم توضيحي للنظام المغلق

7- الشروط الواجب توفرها في الاوساط الزراعية

- **<u>ان تكون للبيئة القدرة على الاحتفاظ بالماء:</u>**

تتوقف قدرة الوسط على الاحتفاظ بالماء و صرف الماء الزائد على حجم حبيبات الوسط الزراعي و شكل مساماتها حيث ان الماء يمسك على سطح الحبيبات في المسام ما بين الحبيبات و كلما صغر حجمها كلما زادت مساحة سطح الحبيبة و تقاربت من بعضها البعض وازدادت قدرة الوسط على الاحتفاظ بالماء وكلما كان شكل الحبيبات غير منتظم كلما زادت قدرة التحزين (اجلال، 2014).

- **<u>ان يقوم الوسط بتوفير التهوية الازمة لنمو الجذور:</u>**

يجب ان يكون للوسط قدرة كبيرة على صرف الماء الزائد و دالك لضمتن توفير التهوية الجيدة في بيئة نمو الجذور ، و لذلك يجب تحاشي ان تكون حبيبات البيئة متراصة مما يودي الى انخفاض حركة الاكسجين خلال الحبيبات فتسوء الحالة الكلية للتهوية مما يترتب عليه اختناق الجذور النبات لمزروع و تعفنها (البحيري ، 2009).

- **ان لا يحتوي الوسط على اي مواد ضارة او سامة**

يجب الا تحتوي بيئة النمو على أي مادة تلحق الضرر بالجذور او تؤثر على نم النبات ، و مثال على ذلك نجد ان الرمل والحصى الناتج من اصل الجير(يحتوي على كربونات الكالسيوم) يجب تحاشي استعماله حيث ان وجود كربونات الكالسيوم من شانه ان يؤدي الى ارتفاع درجة الحموضة PH المحلول المغذي الى الجانب القلوي (الاعلى من7)، وهذا الارتفاع يؤدي الى ترسيب كلا من الحديد والفوسفور وبالتالي تظهر اعراض نقص في هذه العناصر بالرغم من تواجدها في المحلول (زينات؛ 2008).

- **ان يكون للوسط القدرة على تدعيم النباتات النامية بها :**

يجب ان يدعم الوسط النباتات ويثبتها بشكل جيد فيجب ان تكون البيئة من مادة ثابتة لا تتفتت وتتحلل بسهولة مما يساعد على استخدامها لفترات طويلة وتكون الوسط الملائم لنمو النبات بشكل جيد ولا تتأثر بالعوالم الخارجية والطبيعية بسهولة (كريستوفر؛ 2014)

ان يكون للوسط القدرة على تدعيم النباتات النامية بها :

يجب ان يدعم الوسط النباتات و يثبتها بشكل جيد فيجب ان تكون البيئة من مادة ثابتة لا تتفتت وتتحلل بسهولة مما يساعد على استخدامها لفترات طويلة وتكون الوسط الملائم لنمو النبات بشكل جيد ولا تتأثر بالعوالم الخارجية والطبيعية(Winterborne, 2005).

7- مميزات الزراعة المائية :

* المحاصيل في الزراعة الرأسية لا تتأثر بالظواهر أو العوامل المناخية المتقلبة، كالفيضانات والجفاف والاحتباس الحراري، لذا فلا يوجد خسائر فيها مثل الزراعة بالأراضي الزراعية.
* كمية المحصول في المزارع الرأسية يكون أكبر منه في الزراعة التقليدية، فعلى سبيل المثال قنطار واحد من المزارع الرأسية يساوي 6 قناطير في الأراضي الزراعية العادية .

المحاصيل في هذا النظام تنمو طبيعيا، وتكون آمنة صحيا، بدون إضافة أي مبيدات حشرية (Raviv et al; 2008) .

* تختفي الحاجة إلى المعدات الزراعية التقليدية، فلا حاجة للجرارات والمحاريث وما إلى ذلك من معدات .
* إمكانية استغلال المباني المهجورة في المدن وتحويلها إلى أبنية تنتج الغذاء فتساعد في توفيره للسكان .
* زيادة كمية الزراعات بشكل كبير لتسد حاجة السكان، خصوصا في السنوات القادمة فمثلا مع حلول العام 2050 سيتضاعف عدد السكان في العالم بصورة كبيرة، مما يجعل الأراضي الزراعية العادية لا تكفي ولا تسد حاجاتهم من الغذاء، لذا فإن الزراعة الرأسية ستعمل على سد هذا العجز (زينات 2008) .
* توفير فرص عمل جديدة في مختلف المدن التي تبنى فيها تلك المزارع، مما يعمل على زيادة الأيدي العاملة وتوفير مصدر دخل للكثيرين .
* تساعد المزارع الرأسية على الحد من مشاكل المياه، حيث أنها لا تحتاج الكثير من المياه كالتي تحتاجها الأراضي الزراعية العادية .
* القدرة على التحكم الدقيق في تغذيّة النبات، ممّا يساعد في رفع كفاءة استعمال العناصر المُغذيّة ورفع مستوى الإنتاج.
* المساهمة في تخفيض الاحتياجات العمالية، كون هذه الزراعة لا تحتاج إلى عمليات تحضير للتربة كما في الزراعة التقليدية.
* السهولة في عملية الريّ وتعقيم البيئة الزراعية. الزيادة في إنتاجية النبات من خلال القدرة على تحسين عمليات التغذية، والريّ، والتهوية للجذور.
* التوفير فى الأرض له بعد آخر يجب النظر إليه، ففي دراسة للدكتور/ أشرف عمران ذكر أن إنتاجية مساحة 1000 متر مربع فى الحقل المفتوح من الخضر الورقية مثل خس هي 7 طن خلال مدة 28 يوم، بينما ترتفع هذه الإنتاجية لنفس وحدة المساحة من البيوت البلاستكية باستخدام تقنية الزراعة المائية إلى 20 طن خلال مدة 15 يوم. معنى هذا أننا فى خلال نفس الوقت تقريبا المستهلك في دورة زراعية تقليديه نستطيع أن

نجرى دورتين زراعيتين داخل البيوت ليكون الإنتاج المقارن هو 40 طن أي حوالى ستة أضعاف الإنتاج التقليدي(Moustafa Ahmed;2010).

8- عيوب الزراعة المائية

* تعتبر مشكلة الطحالب النامية في قنوات الزراعة المائية من المشاكل الرئيسية في نسبة عالية من تلك المنظومات حيث ان عدم تنظيف النظام لمدة طويلة يسمح بنمو الحالب و العوالق المائية
* ارتفاع الكلفة الإنشائية الأولية
* ضرورة توفير كافة مستلزمات النمو
* تغير معدل pH حموضة المحلول المغذي بسهولة
* يؤدي الخلل في نظام المحلول المغذي إلى تدهور النباتات.
* تحتاج إلى عمالة ماهرة ومتابعة مستمرة لعمليات الإنتاج.

الفصل الثاني

النتائج و المناقشة

بعد الزرع والمتابعة المتواصلة في النظام لاحظنا عدم وجود أي تطور للنباتات وإستهلاك المحلول المغذي كان قليل جدا، وبعد مرور أيام نلاحظ موت النباتات، أعدنا التجربة من جديد ورغم الظروف المناخية الغير مستقرة في المنطقة في فصل الربيع وعدم نجاح الإنبات في العديد من المرات إلا أننا حاولنا جاهدين في توفير شتلات جاهزة لوضعها في النظام؛ لكن لم نتوصل إلى أي نتائج إجابية في كل المحاولات.

حيث واجهنا العديد من الصعوبات منها مايلي:

- طبيعة المناخ المتقلب في منطقة الوادي خلال فصل الربيع ؛عدم وجود إستقرار في درجة الحرارة حيث هناك إرتفاع وإنخفاض في درجة الحرارة متباين .
- عدم وجود بيت بلاستيكي في جامعتنا مؤهل و مقاوم للرياح و الأمطار .
- لم يتم فحص جودة البذور .
- تم نقل النظام الى زاوية مظلمة في الإدارة من طرف أعوان الأمن .
- عدم وجود دراسات سابقة في هذا الموضوع في جامعتنا حيث أن دعم الأساتذة كان محدود.
- بعض الاخطاء المرتكبة في وضع الشتلات كذلك في طريقة الإحتفاظ بالمحلول.

لعدم نجاح تجربتنا للأسباب المذكورة أعلاه، قمنا بإجراء مقارنة بين دراسات سابقة للزراعة التقليدية و الزراعة العمودية في ضل تعزيز اهمية الزراعة المائية و نجاحها في عدة دول عربية و اجنبية.

الدراسة كانت عبارة عن مقارنات احصائية لعدة معايير لكلا الزراعتين كنسب استهلاك المياه و الاسمدة و كذلك من حيث كمية المنتوج او المحصول.

هناك العديد من أوجه التشابه بين الزراعة القائمة على التربة في الأرض والقائمة بدون تربة، في حين أن بيولوجيا النباتات الأساسية هي دائما نفسها ومع ذلك فإنه يحسن التأمل في الاختلافات الكبيرة في الإنتاج بين الزراعة في التربة والزراعة بدون تربة وذلك من أجل سد الفجوة بين الممارسات التقليدية في الأرض والتقنيات الحديثة للزراعة بدون تربة، استخدام الأسمدة، واستهلاك المياه، والقدرة على استخدام الأراضي غير الصالحة للزراعة، والإنتاجية الشاملة، بالإضافة إلى ذلك فإن الزراعة بدون تربة عادة ما تتطلب عمالة أقل. وأخيرا فإن تقنيات الزراعة بدون تربة تدعم الزراعات الأحادية أفضل من الزراعة المستعملة للتربة.

اولا: الاختلافات الرئيسة بين إنتاج المحاصيل من التربة وبدون تربة.

الفئة		مستند على التربة	غير مستند على التربة
الانتاج	**المحصول**	متغير، يعتمد على خصائص التربة والإدارة	عال جدا، مع إنتاج محاصيل كثيفة
	جودة الانتاج	تعتمد على خصائص التربة والإدارة. يمكن أن تكون المنتجات أقل جودة؛ بسبب عدم كفاية المخصبات/العلاجات.	تكون المنتجات أقل جودة؛ بسبب عدم كفاية المخصبات/العلاجات. السيطرة الكاملة على إيصال العناصر الغذائية المناسبة في مختلف مراحل نمو النبات. إزالة العوامل البيئية الحيوية وغير الحيوية التي تعيق نمو النبات في التربة (بنية التربة، كيمياء التربة ومسببات الأمراض والآفات)
	الصحة و الوقاية	خطر التلوث؛ بسبب استخدام مياه منخفضة الجودة، أو استخدام المواد العضوية الملوثة كسماد	الجودة، أو استخدام المواد العضوية الملوثة كسماد. الحد الأدنى من خطر التلوث على صحة الإنسان
المغذيات	**توصيل العناصر الغذائية**	تقلبات عالية تعتمد على خصائص التربة والبنية. يصعب السيطرة على مستويات العناصر الغذائية	التحكم في العناصر الغذائية ودرجة الحموضة للنباتات في منطقة الجذر في الزمن الحقيقي. توصيل متجانس ودقيق للعناصر الغذائية وفقا لمراحل نمو النباتات. يحتاج إلى رصد وخبرات.
	كفاءة استخدام المغذيات	الأسمدة موزعة على نطاق واسع مع الحد الأدنى من السيطرة على العناصر الغذائية وفقا لمرحلة النمو. مع احتمال عال لفقدان المغذيات؛ بسبب الرشح والجريان السطحي.	يستخدم الحد الأدنى. توزيع موحد وتدفق قابل للتعديل من العناصر الغذائية في الزمن الحقيقي. لا يوجد رشح.
استخدام المياه	**كفاءة النظام**	حساسة جدا لخصائص التربة والإجهاد المائي يمكن حدوث إجهاد على النباتات، وتشتت عال للمواد المغذية.	إلى أقصى حد، ويمكن تجنب كل أشكال فقدان المياه. يمكن السيطرة على إمدادات المياه بالكامل من قبل أجهزة الاستشعار. لا توجد تكاليف عمالة للسقي، وتوجد زيادة في الاستثمار.
	الملوحة	عرضة لتراكم الملح ، اعتمادا على خصائص التربة والمياه. يتطلب استخدام كميات كبيرة من الماء لتنظيف الملح.	يعتمد على خصائص الأوساط والمياه . يمكن استخدام المياه المالحة ، لكنه يحتاج لتنظيف الملح والذي يتطلب كميات أكبر من المياه.
الإدارة	**العمال والمعدات**	عمالة بمستوى معياري، ولكن هناك حاجة للآلات لمعالجة التربة (الحرث) والحصاد والتي تعتمد على الوقود الأحفوري. بحاجة إلى مزيد من القوى العاملة اللازمة للتشغيل.	عمالة ذو خبرة ورصد يومي باستخدام معدات مكلفة وهما أمران أساسيان. تكاليف الإعداد الأولي عالية. عمليات الحصاد أكثر بساطة.

ثانية: مقارنة نتائج حسب دراسات خارجية

دراسة مدى فعالية الزراعة العمودية بالمقارنة مع الزراعة التقليدية على حسب عدة معايير:

- إستهلاك الأسمدة
- إستهلاك الماء
- المردودية

بالنسبة لنباتات : الخس ،الطماطم، الخيار (تم إختيار هذه النباتات لتوفر المعلومات المراد إستخدامها في المقارنة)

1- إستهلاك الأسمدة :

وهي عبارة عن عناصر مغذية التي تلزم لنمو النبات و التي تؤمن إنتاج محصول جيد و وفير حيث أن نسبتها تختلف حسب نوع الزراعة و حسب النبات المزروع .

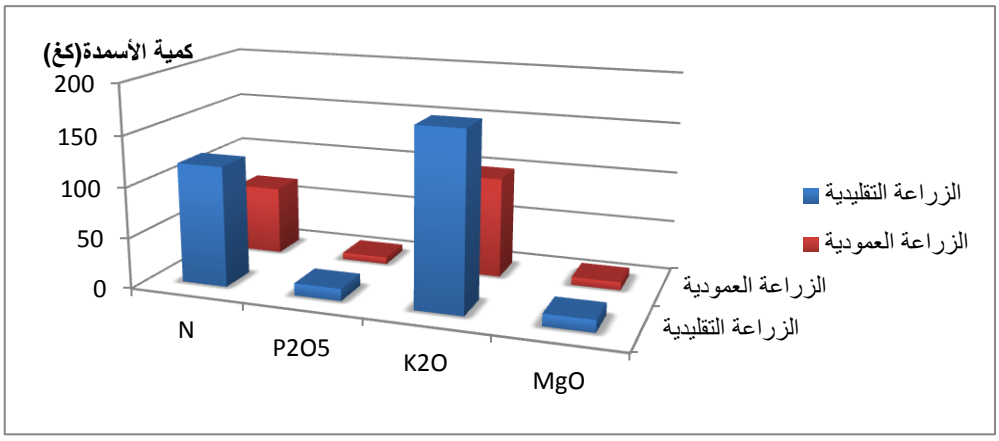
الخس :

الجدول 2 – يمثل قيم استهلاك الخس للأسمدة (الزراعة العمودية / الزراعة التقليدية)

(جريسات، 2008) ، (عمران، 2012)

✓

العناصر المغذية	الزراعة التقليدية (كيلوغرام /الهكتار)	الزراعة العمودية (كيلوغرام /الهكتار)
N	119	68.3
P2O5	12	6.88
K2O	173	99.29
MgO	12	7.89



الشكل17 : مخطط بياني يوضح كمية إستهلاك الخس للأسمدة

(الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني نلاحظ مايلي :

يستهلك الخس في الزراعة التقليدية من الأزوت 119 كيلوغرام في الهكتار الواحد،وأكسيد الفسفور 12كيلوغرام في الهكتار، و أكسيد البوتاسيوم 173 كيلوغرام في الهكتار،و أكسيد المغنزيوم 12كيلو غرام في الهكتار.أما بالنسبة للزراعة العمودية فيستهلك الخس من الأزوت 68.3 كيلوغرام في الهكتار ، و أكسيد الفسفور 6.88 كيلوغرام في الهكتار ،وأكسيد البوتاسيوم 99.29 كيلوغرام في الهكتار ،و أكسيد المغنزيوم 7.89 كيلوغرام في الهكتار .

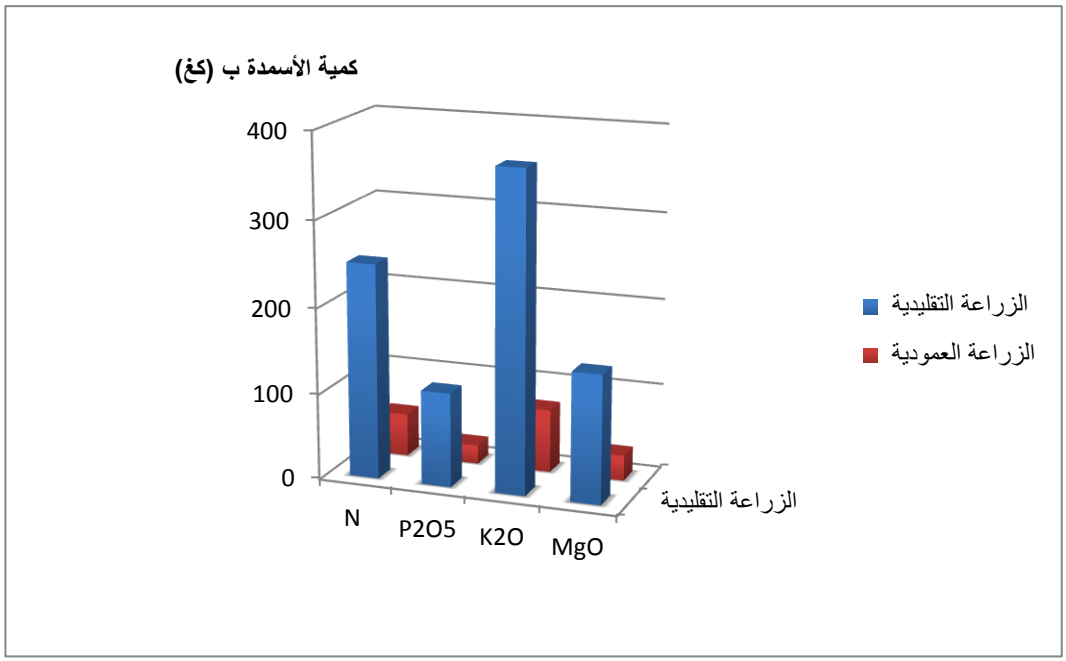
وبالتالي نقول أن كمية إستهلاك الخس للأسمدة في الزراعة التقليدية أكبر مما تستهلكه في الزراعة العمودية ،حيث يستهلك الخس في الزراعة التقليدية الأسمدة أكبرحوالي بنسبة 80 % من الزراعة العمودية .

الطماطم :

الجدول3 – يمثل قيم إستهلاك الطماطم للأسمدة في الزراعة التقليدية و الزراعة العمودية من أجل محصول يقدر ب 60 طن .

(مركز الدراسات التقنية والارشاد الفلاحي ، 2006) (Serge & Janice, 2009)

العناصر المغذية	الزراعة التقليدية	الزراعة العمودية
N	250	50
P2O5	110	22
K2O	370	74
MgO	150	30



الشكل18 – مخطط بياني يمثل كمية إستهلاك الطماطم للأسمدة

(الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية) من أجل محصول يقدر ب 60 طن .

من الجدول و المخطط البياني نلاحظ مايلي :

من أجل محصول 60 طن تستهلك الطماطم في الزراعة التقليدية 250كغ من الازوت في الهكتار ، و 110كغ في الهكتار من أكسيد الفسفور، و370 كغ في الهكتار من أكسيد البوتاسيوم ، و 15كغ في الهكتار من أكسيد المغنزيوم .

أما في الزراعة العمودية تستهلك الطماطم 50كغ في الهكتار من الآزوت، و 22كغ في الهكتار من أكسيد الفسفور،و 74 كغ في الهكتار من أكسيد البوتاسيوم، و 30 كغ في الهكتار من أكسيد المغنزيوم .

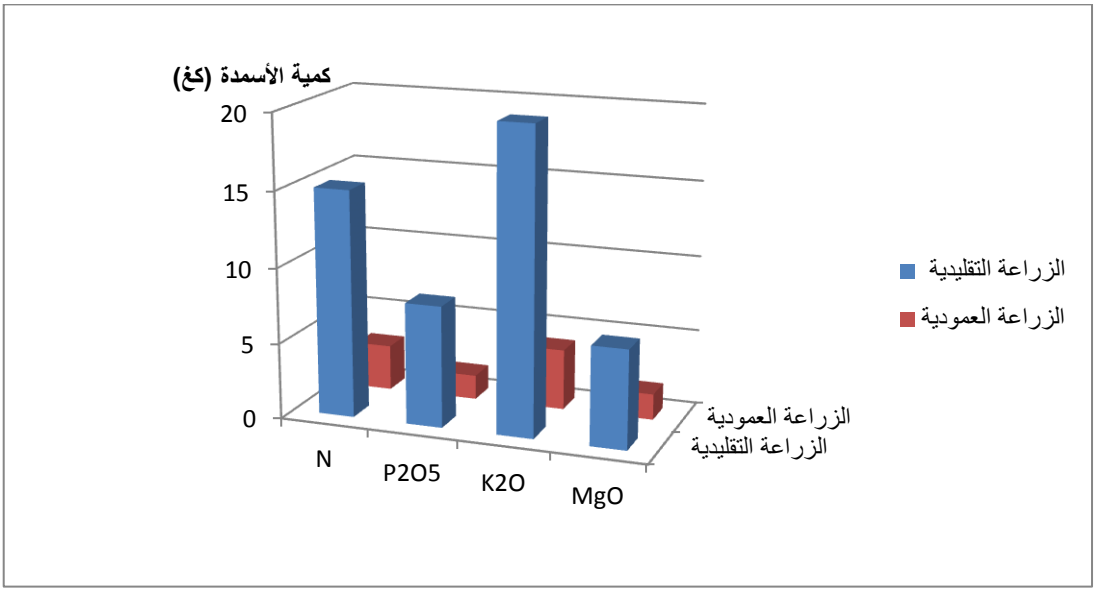
أي أنه من أجل محصول يقدر ب 60 طن إستهلاك الطماطم للأسمده في الزراعة التقليدية أكبر مما تستهلكه في الزراعة العمودية بحوالي 76 % .

الخس :

الجدول 4 – يمثل نسب إستهلاك الخيار للأسمدة في الزراعة التقليدية و الزراعة العمودية من أجل محصول يقدر ب 1 طن (Cocosol, 2015)

✓

العناصر المغذية	الزراعة التقليدية كغ/هكتار	الزراعة العمودية كغ/هكتار
N	15	3
P2O5	8	1.6
K2O	20	4
MgO	6.5	1.7



الشكل19 – مخطط بياني يوضح كمية إستهلاك الخيار للأسمدة (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية) من أجل محصول يقدر ب 1 طن.

نلاحظ من الجدول و المخطط البياني مايلي :

أنه من أجل محصول 1 طن يستهلك الخيار في الزراعة التقليدية 15كغ في الهكتار من الآزوت، و 8 كغ في الهكتار من أكسيد الفسفور،و 20 كغ في الهكتار من أكسيد البوتاسيوم . و 6.5 كغ في الهكتار من أكسيد المغنزيوم .

أما في الزراعة العمودية يستهلك الخيار 3كغ في الهكتار من الآزوت، و 1.6كغ في الهكتار من أكسيد الفوسفو، و 4 كغ من أكسيد البوتاسيوم في الهكتار، و 1.7 كغ في الهكتار من أكسيد المغنزيوم .

وبالتالي أنه من أجل محصول يقدر ب1 طن نستنتج أن الخيار في الزراعة التقليدية يستهلك الأسمدة بنسبة أكبر مقارنة بما يستهلكه في الزراعة العمودية .

النتيجة الجزئية (1):

- ❖ من المخططات البيانية التي توضح نسب إستهلاك الأسمدة من طرف الخس و الطماطم و الخيار في الزراعة التقليدية و الزراعة العمودية ؛ نستخلص أن في الزراعة العمودية نسبة استهلاك الأسمدة قليلة جدا بالمقارنة باستهلاكها في الزراعة التقليدية ،فكيمياء التربة معقدة لاسيما المتعلقة بتوافر العناصر الغذائية .

هو انضباط كامل ومعقد إلى حد ما، ويتطلب إضافة الأسمدة للزراعة الأرضية المكثفة

ولا يمكن للمزارعين التحكم الكامل في إيصال هذه العناصر الغذائية للنباتات؛ بسبب العمليات المعقدة التي تحدث في التربة، بما في ذلك التفاعلات الحيوية وغير الحيوية. كما أن مجموع هذه التفاعلات يحدد توافر هذه العناصر الغذائية لجذور النباتات.

وعلى العكس، ففي الزراعة بدون تربة التي تعتمد على استعمال المواد المغذية المذوبة في سائل تصل مباشرة إلى النباتات، ويمكن تكييفها خصيصا لاحتياجات النباتات. كما تنمو النباتات في تقنية الزراعة بدون تربة في وسائط نمو خاملة.

إن وسائط النمو هذه لا تتداخل مع توصيل المواد المغذية كما هو الحال في التربة بالإضافة إلى ذلك فإن الزراعة بدون تربة تدعم وسائط نمو النباتات وتحافظ على أن تبقى الجذور رطبة ومهواة، إضافة إلى ذلك فإنه عند الزراعة في التربة يمكن أن تضيع الأسمدة بواسطة استهلاك الحشائش لها، وكذلك الجريان السطحي؛ مما يقلل الكفاءة والفاعلية، زيادة على هذا فإن الأسمدة مكلفة، ويمكن أن تستهلك قدرا من الميزانية في الزراعة الأرضية.

كما أن الإدارة المصممة للأسمدة المستخدمة في الزراعة بدون تربة لها ميزتان اثنتان: أولاهما أن فقدان الحد الأدنى من الأسمدة يتم في العمليات الكيميائية والفيزيائية وهذه بطبيعة الحال تخفض الكفاءة، ويمكن أن تضيف نسبة إلى التكلفة؛ وثانيهما، أن تركيزات المواد المغذية يمكن رصدها بدقة وتعديلها وفقا لمتطلبات النباتات في مراحل نمو معينة، وهذا التحكم يمكن أن يحسن الإنتاجية ويعزز الجودة.

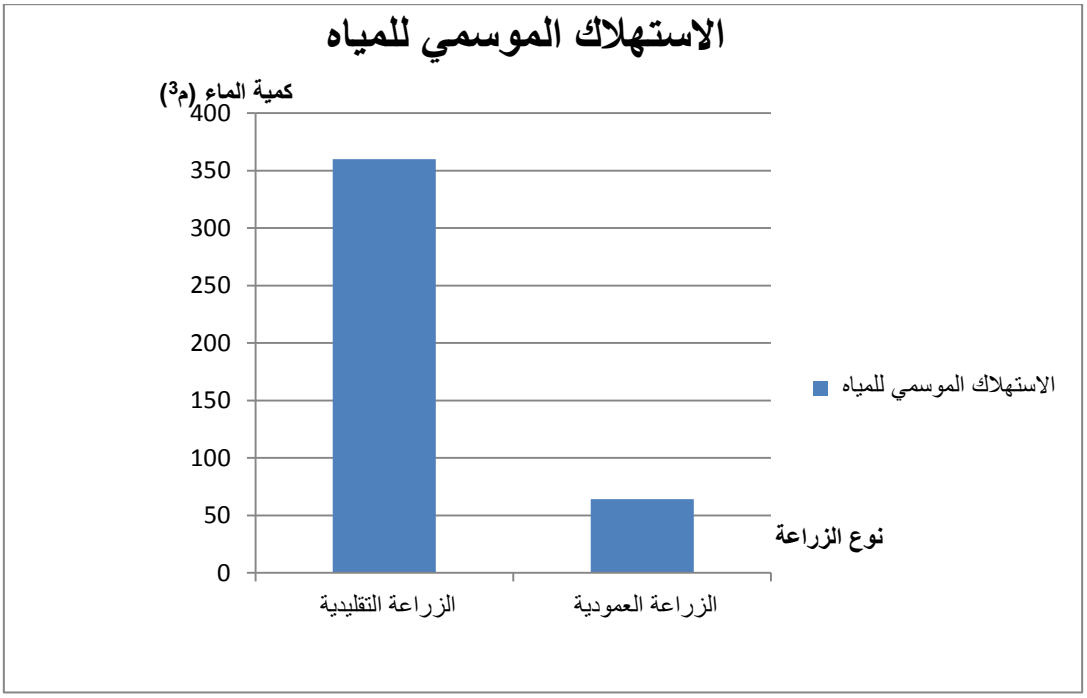
2- إستهلاك المياه :

الماء عنصر أساسي لنمو النبات ، لأن جميع المحاصيل تحتاج الى إمدادات مستمرة من المياه ، لضمان نمو جيد و محصول وفير .

✓ الخس :

نوع الزراعة	الإستهلاك الموسمي للمياه (m^3)
الزراعة التقليدية	360
الزراعة العمودية	64

الجدول 5- نسبة إستهلاك الخس للماء في الموسم الواحد من الجني (الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية). (Victor, 2017) (Mahdjouba, 2018)



الشكل20 – مخطط بياني يوضح إستهلاك الخس السنوي للمياه

(الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني :

نلاحظ أن الخس يستهلك خلال الموسم الواحد 360 م^3 في الزراعة التقليدية ، و 64 م^3 في الزراعة العمودية .

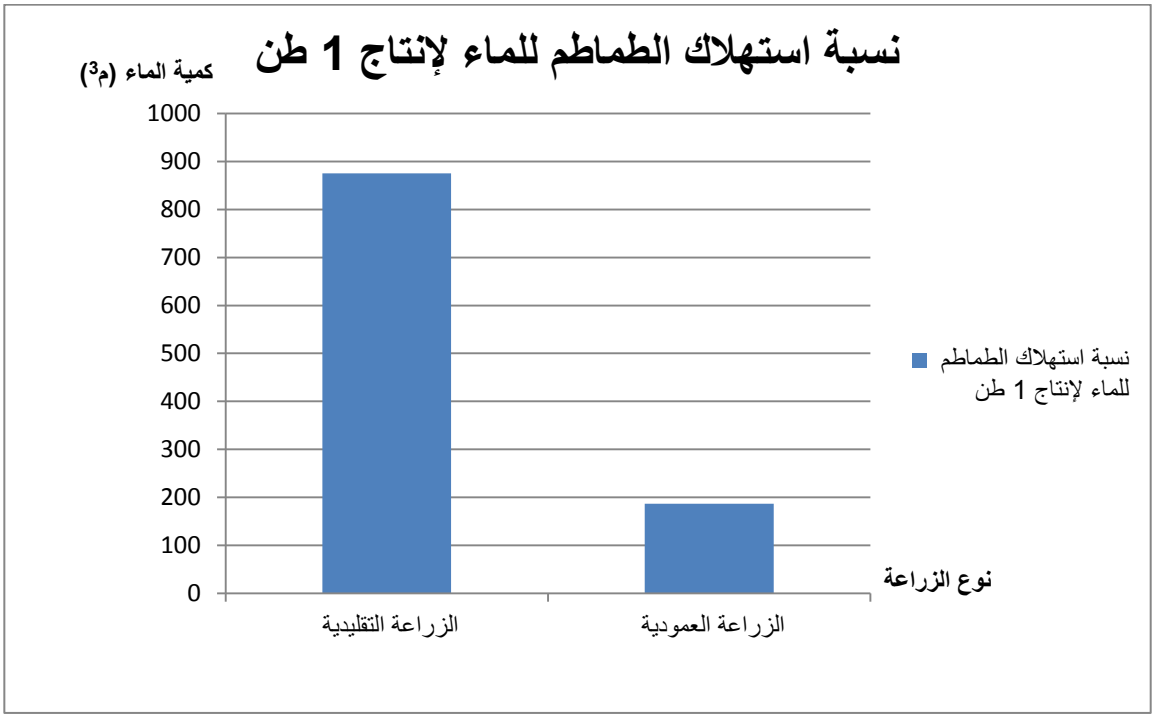
أي أن نسبة إستهلاك الخس للماء بالنسبة للزراعة التقليدية أكبر بنسبة تقدر ب 43 %مقارنة بما يستهلكه الخس في الزراعة العمودية .

✓ الطماطم :

نوع الزراعة	إستهلاك الماء (م^3)
الزراعة التقليدية	87500
الزراعة العمودية	18640

الجدول 6- نسب إستهلاك الطماطم للماء عند إنتاج 1طن.

(الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية) (Janice ،Serge. 2009)



الشكل 21– مخطط بياني يوضح نسب إستهلاك الطماطم للماء عند إنتاج 1 طن

(الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني :

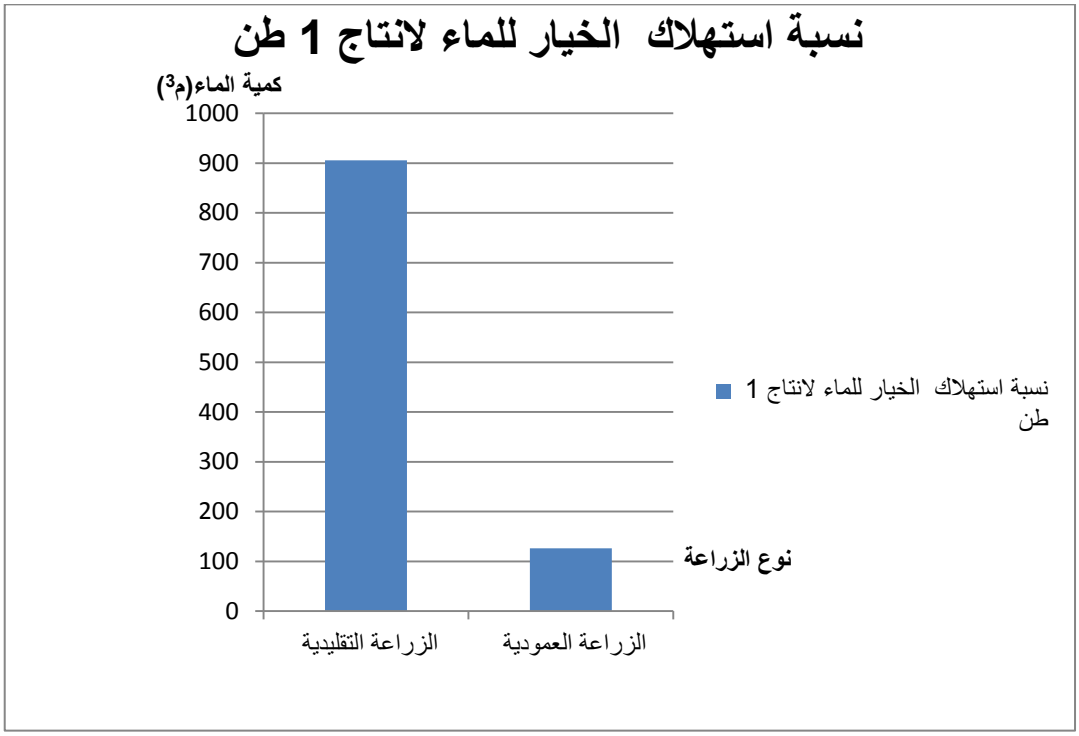
نلاحظ أن كمية إستهلاك الطماطم للماء عند إنتاج 1 طن من المحصول تقدر ب 87500 م^3 في الزراعة التقليدية ، و 18640 م^3 في الزراعة العمودية.
إذاً نسبة استهلاك الطماطم للماء في الزراعة التقليدية اكبر بنسبة 80 % بالمقارنة بما تستهلكه في الزراعة العمودية .

الخيار: الجدول 7- نسب إستهلاك الخيار للماء عند إنتاج 1 طن

(الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية) (Cocosol; 2015)

✓

نوع الزراعة	إستهلاك الماء (م^3)
الزراعة التقليدية	905.6
الزراعة العمودية	126



الشكل 22: نسب استهلاك الخيار للماء عند انتاج 1 طن
(الزراعة التقليدية/الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني :

نلاحظ أن كمية إستهلاك الخيار للماء عند إنتاج 1 طن من المحصول 905.6 م^3 في الزراعة التقليدية و 126 م^3 بالنسبة للزراعة العمودية .

أي أن نسبة إستهلاك الخيار للماء في الزراعة التقليدية أكبر بنسبة تقدر ب80% بالمقارنة بما يستهلكه في الزراعة العمودية .

- ❖ من خلال الوثائق التي توضح نسب إستهلاك الخس و الطماطم و الخيار للمياه عند زراعته في التربة و عند زراعته بالزراعة العمودية ، و نستخلص أن في الزراعة العموديه إستهلاك الماء أقل مما يستهلكه عند زراعته في التربة.

إن استخدام المياه في الزراعة المائية هو أقل بكثير مما هو عليه الواقع في الإنتاج الزراعي بالتربة، حيث يتم فقدان الماء مع الزراعة في الأرض من خلال: التبخر، ومن خلال الأوراق، والترشيح في باطن الأرض، والجريان السطحي، ونمو الأعشاب. في حين أن الاستخدام الوحيد للمياه في الزراعة بدون تربة هو من خلال نمو المحاصيل والنقل من خلال الأوراق، لذا فهي عند الحد الأدنى المطلق اللازم لنمو النباتات، ولا يتم إلا فقدان كمية ضئيلة من الماء عند التبخر من وسائط النمو.

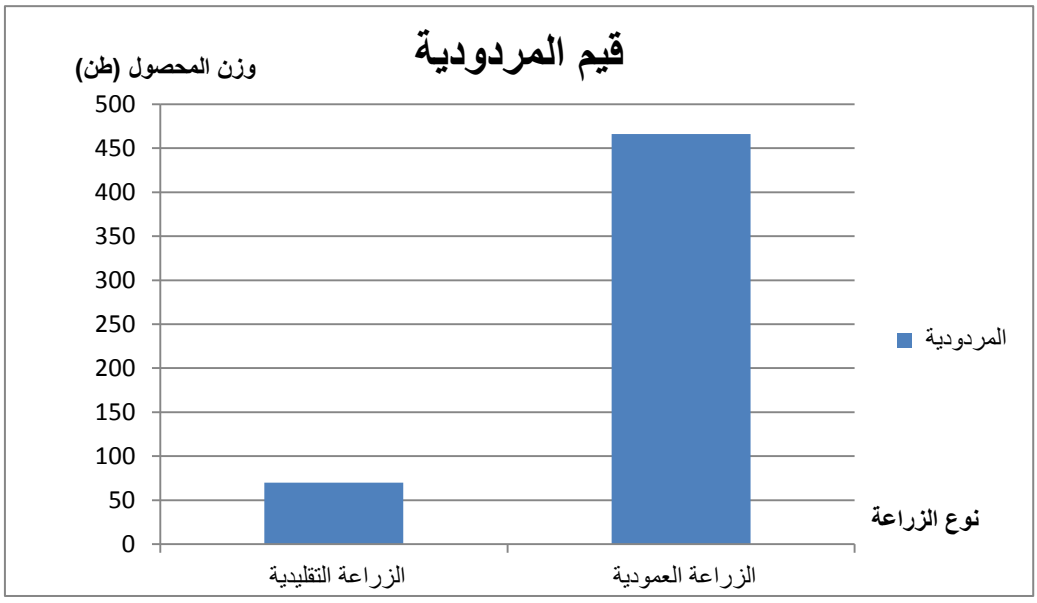
3- المردودية :

وهي تتمثل في المحصول المنتج في مساحة 1000 م^2.

الخس : الجدول 8: مردودية الخس في 1000 م ^{2}(الزراعة التقليدية /الزراعة العمودية)

(زينات ، 2008)

نوع الزراعة	المردودية
الزراعة التقليدية	70 طن
الزراعة العمودية	466 طن



الشكل23 - رسم بياني يوضح قيم مردودية الخس في 1000 م^2

(الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية).

من الجدول و المخطط البياني :

نلاحظ أن محصول الخس في 1000 م^2 يقدر ب 70 طن في الزراعة التقليدية ،أما في الزراعة العمودية 466 طن.

أي أن مردودية الخس في الزراعة التقليدية في 1000م^2 اقل بنسبة تقدر ب 60 % من محصول الزراعة العمودية .

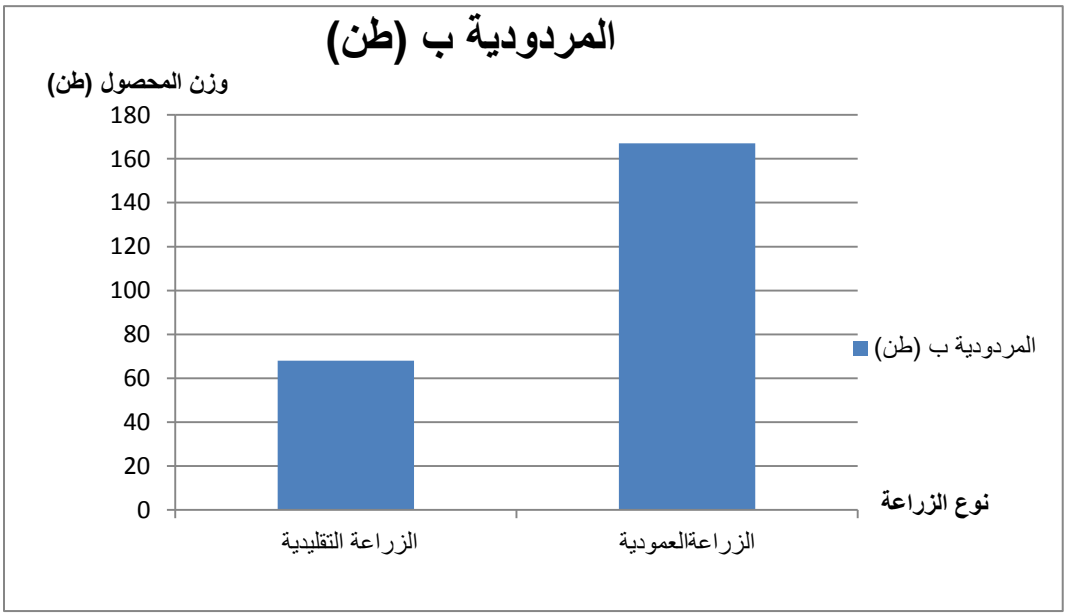
الطماطم :

الجدول 9 – مردودية الطماطم في 1000 م^2 (الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)

(Janice. Serge.2009) (مركز الدراسات التقنية و الارشاد الفلاحي ، 2006)

✓

	المردودية
الزراعة التقليدية	68 طن
الزراعة العمودية	167 طن



الشكل24 – مخطط بياني يوضح الطماطم في 1000 م^2

(الزراعة التقليدية / الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني :

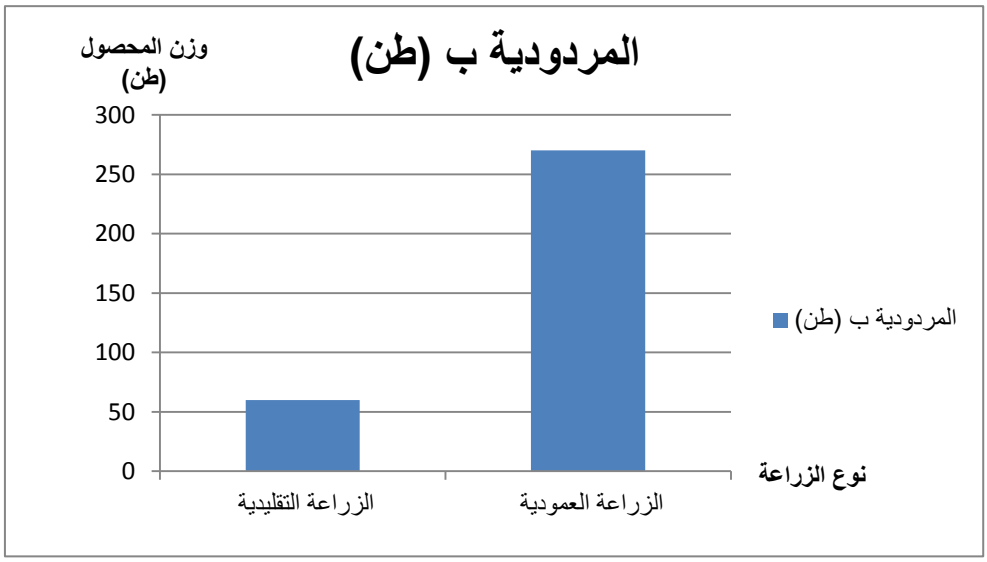
نلاحظ أن مردودية الطماطم في مساحة 1000 م^2 في الزراعة التقليدية 68 طن أما في الزراعة العمودية وفي نفس المساحة 167 طن .

أي أن مردودية الطماطم في الزراعة التقليدية اقل بنسبة 64% بما تنتجه الزراعة العمودية .

الخيار :

الجدول 10- مردودية الخيار في 1000 م ^{2} (الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية) (cocosol, 2015)

نوع الزراعة	المردودية
الزراعة التقليدية	60 طن
الزراعة العمودية	270 طن



الشكل 25– مخطط بياني لمردودية الخيار في 1000 م ^{2}

(الزراعة التقليدية/ الزراعة العمودية)

من الجدول و المخطط البياني نلاحظ مايلي :

مردودية الخيار في مساحة 1000 م^2 في الزراعة التقليدية تقدر ب 60 طن وفي الزراعة العمودية 270 طن .

إذاً مردودية الخيار في الزراعة التقليدية اقل مقارنه بما تنتجه الزراعة العمودية بنسبة تقدر 45 %.

- يمكن للزراعة المائية الأكثر كثافة أن تحقق عائدا أعلى بمستوى من 25الى50 في المائة، من عائد الأنظمة الأكثر كثافة القائمة على التربة، على الرغم من أن البيانات التقريبية المنخفضة من قبل خبراء الزراعة المائية تشير إلى إنتاجية أعلى بمستوى 2-5 اضعاف ويتحقق هذا عندما تستخدم الزراعة المائية إدارة البيوت المحمية الشاملة، بما في ذلك مدخلات مكلفة؛ لتعقيم وتسميد النباتات، وتكون أكثر إنتاجية من الزراعة بواسطة التربة، ولعل السبب الرئيس هو أن الزراعة بدون تربة في الحقيقة تسمح للمزارع بمراقبة وصيانة وضبط ظروف نمو النباتات، وضمان الرصد والمعادلة الأمثل للمغذيات في الزمن الحقيقي، وتوصيل المياه، ودرجة الحموضة، ودرجة الحرارة، وبالإضافة إلى ذلك، لا توجد في الزراعة بدون تربة منافسة بين الأعشاب والنباتات في الاستفادة من السيطرة على الآفات والأمراض.

الجزء التطبيقي

الفصل الاول

المواد و الطرق المستعملة

إن الهدف من عملنا هو تقييم مدى فعالية الزراعة العمودية في إستهلاك المياه و الأسمدة ، وقد تم ذلك عن طريق تثبيت نظام مغلق داخل قسمنا.
وتستند دراستنا على رصد المعلومات الفسيولوجية للنباتات التي تم اختبارها.

اولا :المعدات والمراحل الأساسية في بناء النظام

I. مكان التجربة :

يعتبر اختيار الموقع أمرا مهما يجب مراعاته قبل إنشاء وحدة الزراعة المائية. ويشير عملنا عموما إلى وحدات الزراعة المائية التي أنشئت في الهواء الطلق دون استخدام البيوت المحمية، فمن المهم أن نذكر أن بعض مكونات النظام، وخاصة الماء والحامل وسائط نمو النباتات ثقيلة ويصعب نقلها؛ لذلك يستحسن بناء النظام في منطقة محمية في المكان النهائي، وينبغي أن تكون المواقع منتقاة على سطح مستقر ومستوي ، وفي الوقت نفسه يجب التأكد من أن هذه المنشآت تتعرض لأشعة الشمس الكثير.

تمت التجربة في جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي في كليتنا كلية علوم الطبيعة والحياة ، حيث تم وضع النظام في إحدى زوايا الإدارة متوفر فيه الإضاءة و مصدر للكهرباء .

II. وصف مكونات الاساسية النظام :

1- خزانات للمحلول:

يوصى إما باستخدام المواد البلاستيكية الخاملة القوية، أو الألياف الزجاجية؛ بسبب متانتها وعمرها الطويل، ويجب تجنب المعادن؛ بسبب عرضتها للصدأ والتآكل. بالنسبة للمواد المصنوعة من البلاستيك فهي مريحة للتركيب وخفيفة إلى حد المطاوعة. وفي حالة استخدام أحواض أو صياني بلاستيكية، يجب أن يتم اختيارها من النوع المقاوم للأشعة فوق البنفسجية؛ لأن أشعة الشمس المباشرة يمكن أن تدمر البلاستيك.

الخزان المستعمل في نظامنا هو خزان بلاستيكي شفاف ذو 20 لتر.

2- ادوات السباكة

يتطلب كل نظام مجموعة مختارة من الأنابيب البلاستيكية، فالأنابيب والتجهيزات وخراطيم الـ PVCوتوفر هذه الأنابيب قنوات لتدفق المياه إلى كل مكون في الوحدة. كما أن هناك حاجة الى عازل السيليكون.

يتم ربط الأجزاء المصنوعة من الـ PVC كالأنابيب ووصلاتها معا باستخدام السيليكون لثباتها و تفادي تسرب المياه. بالإضافة إلى ذلك فهناك حاجة إلى بعض الأدوات العامة، مثل: المطارق والمثقاب، والمناشير اليدوية، والمناشير الكهربائية، وشريط القياس، وكماشة، وكماشة قفل القناة، والمفكات، وأداة قياس المستويات، وما إلى ذلك. وهناك أداة

مهمة وهي المنشار الدائري الذي يأتي بأقطار مختلفة، ويتم توصيل بالثاقب؛ لحفر فتحات أو ثقوب دائرية يصل قطرها إلى8 سم.

3- انابيب النمو

إن من الحكمة اختيار الأنابيب بالقطر الأمثل لأنواع النباتات التي تزرع، كما أن الأنابيب المستديرة هي أكثر شيوعا وقبولا. وهو المستعمل في تجربتنا حيث يبلغ قطره 11سم كما أن طول أنابيب النمو تصل الى 1 متر لكل طابق.

يتم حفر الثقوب في الأنابيب المائية بقطر (5 سم الى7 سم) وينبغي أن تتناسب مع حجم الأكواب البلاستيكية التي قمنا بثقبها المهيأة للزرع، و اعتبرنا المسافة بين كل ثقب و اخر 15 سم للسماح بمساحة كافية لإنتاج الخضر الورقية و التهوية والتركيب الضوئي

4- مضخة المياه :

إن استخدام المضخة الغاطسة أكثر شيوعا في الزراعة المائية و يوصى بهذا النوع من المضخات الي تستعمل عادة في احواض الاسماك كالمستعملة في عملنا، كما يمكن استخدام مضخات خارجية لكنها تحتاج إلى مزيد من السباكة، وهي أكثر ملاءمة للتصاميم الكبيرة. وفيما يتعلق بمعدل التدفق فهو يصل الى 1000 لتر في الساعة بارتفاع مقداره 1.5 متر.

المضخة المستخدمة في هذا النظام ، هي مضخة صغيرة ذات الخصائص التالية:

	التيار الكهربائي	الطاقة	الارتفاع الأقصى	السرعة
المضخة	220- 240 v	15W	1.0m	1000L/h

الشكل8- صورة للمضخة المستعملة في النظام

5- دعائم النظام:

تستعمل الدعائم كحامل لأنابيب النمو؛ ويجب ان تكون صلبة ولديها القدرة على تحمل الوزن بعد ملئها بالمحلول ووضع الشتلات ، ويجب ايضا الوضع بالحسبان تطور النبات و نموه و زيادة كتلته الحيوية ولهذا يجب ان تكون الدعائم قوية و لا تتأثر بزيادة الوزن

في نظامنا استعملنا دعائم خشبية قمنا بصقلها و قصها يدويا، وقد اخترناها على اساس قلة تكلفتها وتوفرها و ايضا صلابتها.

الشكل9- صورة للدعائم الخشبية

6- جهاز لقياس الحموضة و درجة الحرارة و الناقلية :

يعتبر تركيز الأملاح الذائبة في المحلول المغذى عامل هام جداً في تأثيره على نمو النباتات لهذا يجب ولذلك فإنه بعد تحضير المحلول المغذى يجب قياس تركيز الأملاح به، ويتم ذلك عن طريق قياس التوصيل الكهربائي للمحلول (Electrical Conductivity) باستخدام جهاز خاص بصفة يومية ولتفادي وقوع خلل في المحلول

في تجربتنا و اعتمدنا على جهاز قياس الحموضة من نوع TDS الذي يقوم بقياس تركيز المحلول (CE) بوحدة السيامانس (Sm) و درجة الحرارة بالوحدتين السيلسيوس(°C)و الفهرنهايت (F)

الشكل10- جهاز الTDS

ثانيا البدا بتطبيق التجربة

1- إختيار النباتات للزراعة :

النباتات التي تم إستعمالها في تجربتنا هي : الخس ، البقدونس ، البرطلاق .

2- الإنبات :

هي عملية وضع البذور في الوسط او التربة المناسبة لتبدا في النمو مع توفير الشروط اللازمة من اضاءة هواء وماء، حيث يعتمد ايضا على جودة البذور وتحتاج الى الاعتناء التام كي تنمو وتصبح مقاومة اكثر للعوامل الخارجة وقابلة لنقلها من مكان الانبات الى مكان النمو دون الالحاق أي ضرر بالجذور او الاوراق؛ و عملية النقل مهمة جدا للحفاض على النمو السليم للنبتة.

الشكل11- صورة لعملية الإنبات

3- تركيب المحلول المغذي :

يوفر المحلول المغذي العناصر المعدنية التي يحتاجها النبات والتي تقسم الى كبرى و صغرى و يؤدي نقص عنصر او اكثر من هاذين الاخيرين الى اضطرابات فيزيولوجية في النبات تنعكس سلبا على الانتاج

ان الهدف من المحلول هو الري فهو يقدم للنبات حاجته من الماء و تامين الاكسجين الازم لتنفس الجذور و تبقى اهميته الاساسية تامين حاجة النبات الغذائية

كنتيجة للعديد من الابحاث ، تم تحديد حاجة النبات التقريبية من كل عنصر معدني حسب الوصفة التي طورها العالم هوغلاند و سنايدر و المعروفة بمحلول هوغلاند سنة 1938 تضم الوصفة العناصر الكبرى: النيتروجين البوتاسيوم الفوسفور الكالسيوم و المغنيزيوم ، و العناصر الصغرى : الحديد البورون المنغنيز الزنك النحاس و الموليبدنوم (ابراهيم ، 2014).

1-3 المغذيات

المغذيات هي العناصر الكيميائية والمركبات الضرورية لنمو النبات هناك 16 عنصراً من العناصر الكيميائية المطلوبة لنمو النبات. ويحصل النبات على الكربون والهيدروجين والأكسجين من الجو بينما يحصل على مياه الري والمواد المغذية الأخرى من التربة. وفي النظم المائية، يتم إضافة هذه المعادن في المياه على شكل محاليل ذائبة في محلول مغذي متوازن.

تنقسم العناصر الغذائية إلى ثلاث مجموعات: المغذيات الكبرى، والمغذيات الدقيقة، والمواد الغذائية غير الاساسية.

العناصر الكبرى هي عناصر مطلوبة بكميات كبيرة لنمو النبات، وتشمل: . والمغنيسيوم(Mg) ، الكالسيوم (Ca ، البوتاسيوم(K) ، الفسفور(P) ، النيتروجين(N) ،الأكسجين(O) ، الهيدروجين(H) الكربون (C

العناصر الصغرى هي عناصر مطلوبة بكميات صغيرة لنمو النبات، وتشمل: Ni)، والنيكل (Mo) والموليبدينوم ، الزنك(Zn) ، النحاس(Cu) ، المنجنيز(Mn) ، البورون(B) ، والكلور(Cl) الحديد (Fe)

العناصر غير الاساسية، وتشمل: الصوديوم، الكوبالت، النيكل، والسيليكون

اعتمدنا في تجربتنا لتحضير المحلول المغذي الى ما يلي :

المحلول الأم	سعة الماء (L)	العناصر	الكمية (g)
A	1	الآزوت	1
		الفسفور	
		البوتاسيوم	
B	1	النيتروجين	1
		الحديد	
		الزنك	
		المنغنيز	
		النحاس	
		البورون	
		المغنيزيوم	
		مولبيبيدنيوم	

الجدول 1 طريقة تحضير المحلول المغذي

الشكل12 – صورة توضح عملية تحضير المحلول المغذي

الشكل 13- صورة لوضع السائل المغذي في الخزان الخاص به

4- اختيار الوسط الزراعي المستعمل:

الوسط المستخدم هو الصوف الإصطناعي، وهذا الوسط لديه دور دعم قوي .ليس لديه دور غذائي مباشر لأنه يتم توفير المعادن من خلال محلول المغذيات ، وبالتالي فإن اختيار هذا الوسط يعتمد على خصائصه الميكانيكية والفيزيائية والكيميائية ... الخ

الصوف الاصطناعي هو وسيلة جيدة في الزراعة بدون تربة ، ومن بين مزاياها ما يلي:

- تهوية جيدة.
- ارتفاع قدرة الاحتفاظ المياه.
- اقل تكلفة
- المتاحة محليا.
- يمكن استخدامه أكثر من مرة.

يتم بعد ذلك ملء الصوف الإصطناعي في أكواب بلاستيكية التي تم ثقبها من الجانبين و في الجزء السفلي ذلك للسمح بوصول الماء إلى الجذور وضمان اتصال جيد بالجذور مع المحلول .

5- وضع الشتلات في النظام:

تتم عملية التثبيت في الكأس الذي تم تحضيره في الخطوة السابقة ؛ بعد 3 إلى 4 أسابيع من الإنبات حيث تكون قد ظهرت من ورقتين إلى ثلاثة أوراق بما في ذلك كل الشتلات . تتم هذه الخطوة بلطف لتجنب الإجهاد من الجذور أو كسر السيقان.

الشكل 14– صورة لوضع الشتلات في النظام

6- متابعة الزراعة :

بعد الزراعة يجب المرور بالمراحل التالي:

- التأكد من أن المحلول المغذي يصل إلى كافة مستويات النظام .
- صيانة النظام في حالة أي وجود للتسريبات .
- التطبيق المتناوب للعناصر المغذية في حالة وجود أي نقص

III. طريقة عمل النظام

بعد تركيب و تجهيز جميع العناصر المكونة للنظام، اولا قمنا بتحضير المحلول المغذي بالطريقة المذكورة من قبل و خلط المحلولين A وB في والدلو يسع 25 لتر، ثم وصلنا المضخة بالكهرباء و الصقناها في جدار الدلو الذي يحتوي على المحلول المحظر بارتفاع طفيف من القاع، وقد كانت المضخة تحتوي على فتحة ثلاثية المخرج المتصلة بالأنابيب التي تضخ المحلول من الدلو الى انابيب النظام الرئيسية

شكل15: صور توضح توضع المضخة في النظام

يسري المحلول في جمع طبقات النظام بتيار تدفق قليل جدا لكي لا تتلف الجذور و الشعيرات الدقيقة من الجريان القوي، و ارتفاع المحلول لا يتجاوز ال5 سم اي انه يمر بالجذور فقط و لا يغطيها كي لا تختنق النباتات تموت.

النظام المستعمل يشبه كثيرا نظام الNFT؛ و هو في الحقيقة نظام مغلق، حيث ان المحلول الصاعد للأنابيب الرئيسية بعد مروره بجميع جذور النبتات الموضوعة وعند وصوله الى حد معين وبفعل الجاذبية والنسبة القليلة من الميلان يرجع المحلول الى الخزان مرة اخرى لكي يعاد استعماله و هكذا لا يوجد نسيا ضياع في حجم المحلول.

شكل16: صورة توضح الشكل الكامل للنظام

الخاتمة

من خلال بحثنا هذا توصلنا الى أن الزراعة المائية أو زراعة العمودية بالخصوص يمكن أن تكون من انجح الزراعات المستدامة، ولكن لتحقيق ذلك يجب ان يكون صاحب النظام ذو كفاءة ودراية بكل التفاصيل المتعلقة إما بصنع النظام او بطريقة تحضير المحلول والنسب التي يحتاجها كل نبات، لأنه في حالة وقوع أي خلل في احد المكونات النظام فالنتيجة ستكون سلبية كما هو الحال بالنسبة لتجربتنا.

لذلك اضطررنا لان نقوم ببحث مرجعي لعدة تجارب لمحاصيل متنوعة، قام بها عدة باحثين حول العالم وقد كانت نتائجهم ناجحة بنسب كبيرة ومن اهم ما توصلنا اليه:

- ✓ ان الزراعة التقليدية تستهلك ما يقارب 95 % من الاسمدة والسائل المغذي على غرار ما تستهلكه الزراعة العمودية، ومنه فان الزراعة العمودية تساهم في تقليل من الاخطار الناجمة من استعمال المفرط لهذه المواد، وتعتبر ايضا موفرة من ناحية التكلفة .
- ✓ في الزراعة التقليدية يمتص النبات الا نسبة قليلة من مياه مقارنة بالكميات كبيرة التي يسقا فالمياه فهي تتسرب الى الطبقات السفلى خاصة في التربة الرملية وعلى عكس ما توصلنا اليه في الزراعة العمودية التي تستهلك نسبة 35% من الماء مقارنة مع الزراعة التقليدية.
- ✓ تعطي الزراعة العمودية نسب اكبر ب75% من مردودية المحصول من الزراعة التقليدية، ذلك انه في نضام الزراعة العمودية يمكن الزراعة على عدة طبقات من نفس المساحة .

في الاخير نستنتج ان الزراعة العمودية او نظام الهيدروبونك hydroponique هو من انجع النظم الزراعية المقتصدة في المياه والماد المغذية، و بمردودية اكبر فباستخدامه لا يوجد تلوث للتربة ولا المياه الجوفية وايضا لا يوجد تبذير ولا هدر للماء خاصة في النظام المغلق .

تبقى هذه دراسة اولية لفعالية نظام الزراعة المائية ولابد من مواصلتها في تجارب متعددة اخرى .

المراجع العربية

الحمزة، عبد الحليم، زرقين، عبود. (2018). دور الإدارة المتكاملة للموارد المائية في تحقيق التنمية الزراعية المستدامة (Doctoral dissertation، جامعة أم البواقي).

الرواحي مؤثر بن صالح. (2013). الزراعة بدون تربة لمحاصيل الخضر . عمان: مركز بحوث الإنتاج النباتي.

بلبع، عبد المنعم، ماهر جورجي (1989) الزراعة بدون ارض. منشأ المعارف- الاسكندرية - 298 صفحة

حسن، احمد عبد المنعم (1988) اساسيات انتاج الخضر وتكنولوجيا الزراعة المحمية "الصوبات" الدار العربية للنشر التوزيع –القاهرة- 920 صفحة

دليل الزراعة المائية (2014). ابوضبي؛ مركز خدمات المزارعين بأبوظبي. 76 صفحة

زينات موسى، جورج حداد (2008)، مصلحة الأبحاث العلمية الزراعية، مشروع التنمية الزراعية الممول من الإتحاد الأوروبي؛ زراعة الخس في نظام الزراعة

زراعة المستقبل، 2016

عبد حميد عبيد. (2007). واقع الموارد المائية وتقدير الاحتياجات المائية للزراعة المروية في العراق للمدة 1980-2001 **.مجلة** جامعة كربلاء.134-124 ,(4)5 ,

عيادي، جمال الدين، بوشمال، و صالح (2013). إستدامة الزراعة شبه الحضري.

فوزية موري، & عيسى بن ناصر. (2015). دور التسويق الزراعي في ترقية الزراعة الصحراوية. Revue Sciences Humaines, (43), 455-478

كريستوفر سومرفاي FAO (2014) إنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية على نطاق صغير صفحة رقم 86-87

محمد اشرف عمران. 2012 محاضرة الزراعة بدون تربة جامعة الدول العربية الاردن

محمود تعيلب، أبتسام الجيزاوي ,مروه الشعار. (2018). الزراعة الحضرية كمدخل للتنمية المستدامة للمناطق الحضرية عالية الكثافة بحث 14 ,(1)1 ,

مركز الدراسات التقنية و الإرشاد الفلاحي (2006).دراسة الطماطم في المغرب.

نوفل جوزيف رزقو ,وخالد عبد الوهاب. (2017). الزراعة الحضرية احدى التطبيقات الايكولوجية للمدينة المنتجة **.مجلة** الهندسة81-64 ,(9)23 ,

مراجع أجنبية

Al-Haboby. A, Breisinger. C, Debowicz. D, El-Hakim. A, Ferguson J.

Telleria R, & van Rheenen T. (2014). Agricultural growth is good for poverty reduction and female-headed households in Iraq [in Arabic]. Intl Food Policy Res Ins,

Belbachir Mohammed Mehdi (2017) Production de fourrage par techniques hydroponiques. Cas de l'orge à Sidi mdjahed, commune de beni bousaid. (MEMOIRE de MASTE) pp 05

Balhadj fatima; bouafi roukaia 2018 itude du compartemant de qeulque vairetes de concombre sous serre et sous un conduite ecologique. universite ahmed Dereria. adrar

Bernier, P. (2015). Vers la construction d'un discours critique de l'agriculture urbaine commerciale en serres sur les toits.

Blackford Jr, John W.(1995) "Hydroponic plant growing system and structure." U.S. Patent No. 5,394,647

Cooper, A. (1979). The ABC of NFT. Nutrient film technique. The world's first method of crop production without a solid rooting medium. Portland, USA, Intl Specialized Book Service Inc. 181 pp

Brasiles.Victor 2017 conception et analyse d'une système hydroponique de murs comesibles.Canada.

Cocosol .(2015).fiche technique.culture hydroponique.FCFA.South Africa.

Dumont, P., Philipon, P., & Xanthoulis, D. (1999). Du céleri pour épurer les eaux. Biofutur, 1999(188), 40-43.

Jensen, M. H. (1991). Hydroponic culture for the tropics: opportunities and alternatives. Asian and Pacific Council. Food Technology Center.

Hershey, Dived. R. (1994). Solution culture hydroponics: history & inexpensive equipment. The American Biology Teacher, 56(2), 111-118.

Howell, C. R. (2003). Mechanisms employed by Trichoderma species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. Plant disease, 87(1), 4-10

Hughey, T.W. 2005. Barrel-ponics (a.k.a. aquaponics in a barrel) [online]. Available at: www.aces.edu/dept/fisheries/education/documents/barrel-ponics.pdf

Lennard, W.A. & Leonard, B.V. 2006. A comparison of three different hydroponic subsystems (gravel bed, floating and nutrient film technique), 14(6): 539–550

Winterborne, J. (2005). Book of Hydroponics: indoor horticulture. Pukka Press , pp. 25

Ladner, P. (2011). The urban food revolution: Changing the way we feed cities. New Society Publisher s Vol. 28(3): 183.

Mahdjouba, H. (2018). Mémoire de master; Essaie de quelques cultures sous un système hydroponique dans la région de Biskra. Biskra . Algérie : Université de Biskra

Moustafa Ahmed. T. (2010). Potential of protected agriculture and hydroponics for improving the productivity and quality of high value cash crops in Qatar. The Agricultural Sector in Qatar: Challenges and Oppurtunities, 427-451.

Pantanella, E., Cardarelli, M. & Colla, G. (2012). Yields and nutrient uptake from three aquaponic sub-systems (floating, NFT and substrate) under two different protein diets. In: Proceedings. Global Aquaculture securing our future. Prague, Czech Republic 1-5 Sept 2012.

Pantanella, E., Cardarelli, M., Colla, G., Rea, E. & Marcucci, A. 2011. Aquaponics vs hydroponics: production and quality of lettuce crop. Acta Hort. 927. pp. 887–893

Rakocy, J.E, Masser, M.P. & Losordo, T.M. (2006) . Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics-integrating fish and plant culture. SRAC Publication No. 454 (revision November 2006). USA, Department of Agriculture.

Raviv, M. & Lieth, J.H. (2008). Soil-less culture: theory and practice. First edition. London, Elsevier Publishing. 608 pp

Resh, H.M. (2004). Hydroponic food production. A definitive guidebook for the advanced home gardener and the commercial hydroponic grower. Sixth edition. Mahwah, USA, Newconcept Press. 567 p

Savvas, D., Passam, and al. (2006). Effects of ammonium nitrogen on lettuce grown on pumice in a closed hydroponic system. Hort Science, 41(7), 1667-1673.

Savvas, D. Stamati,and al. (2007). Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. Agricultural Water Management, 91(1-3), 102-111

Serge simon janis minatchy (2009) guide de la tomate hors sol a la réunion. FDGDON.farence

Somerville, C., Cohen, M., Pantanella, E., Stankus, A., (2016). إنتاج الغذاء من الزراعة الأحيومائية على نطاق صغير. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper (FAO) eng no. 589.

Song, W., Zhou, L., Yang, C., Cao, X., Zhang, L., & Liu, X. (2004). Tomato Fusarium wilt and its chemical control strategies in a hydroponic system. Crop protection, 23(3), 243-247.

William M., Yopp, J. H., Schramm Jr, H. L., & Brandenburg, A. M. (1978). Use of hydroponics to maintain quality of recirculated water in a fish culture system. Transactions of the American Fisheries Society, 107(1), 92-99.

Vaillant, Nathalie, et al (2003). Treatment of domestic wastewater by an hydroponic NFT system. Chemosphere, 50(1), 121-129.

.

الملخص

تطرقنا في هذا العمل إلى أن الزراعة المائية هي احد الطرق المبتكرة في التنمية المستدامة، فبدلا من التربة يتم استخدام اوساط خاملة مختلفة او بما يسمى بالركائز حيث توفر هذه الأوساط دعائم للنبات مع الاحتفاظ بالرطوبة، فتقوم على إدخال المحلول المغذي الى مناطق الجذور ويوفر هذا المحلول جميع العناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات و بنفس كمية الماء المستعملة تدور في حلقة مغلقة و منه لا يوجد تبذير لا في كميات الماء المستعملة في السقي ولا إهدار المواد العضوية والمغذيات النباتية كما هو الحال في الزراعات التقليدية وهذا ما حاولنا توضيحه في هذه المذكرة و منه توصلنا الى ان الزراعة المائية تعتبر من احد الحلول التي تساعد على الحفاظ على البيئة و حفض الموارد الطبيعية من التبذير و الاهدار و يجب علينا ان نجعلها جزء من ثقافتنا ومجتمعاتنا.

الكلمات المفتاحية: الزراعة المائية، التنمية المستدامة، العناصر الغذائية، الماء الموارد الطبيعية.

We discussed in this work that hydroponics is one of the innovative ways in sustainable development, instead of soil is used different inert circles or so-called pillars where these circles provide the pillars of the plant while retaining moisture, so it is based on the introduction of the nourishing solution to the root areas and provides this The solution is all the nutrients necessary for the growth of the plant and the same amount of water used in a closed loop and from it there is no waste neither in the quantities of water used in watering nor waste of organic matter and phytonutrients as in traditional agriculture and this is what we tried to clarify in this note and m We have come to the conclusion that hydroponics is one of the solutions that helps to preserve the environment and preserve natural resources from waste and waste, and we must make them part of our culture and societies.

Keywords: hydroponics, sustainable development, nutrients, water, natural resources.