الجمهورية الجزائرية الديموقراطية الشعبية

République algérienne démocratique et populaire

وزارة التعلم العالي والبحث العلمي

Ministere de l'enseignement superieur et de la recherche sientifique

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة — Université freres mentouri constantine

كلية العلوم الطبيعية والحياة — Faculté des siences de la nature et de la vie

قسم بيولوجيا وفيزيولوجيا النبات — Département de biologie et phisiolgie végétale

# مذكرة التخرج لنيل شهادة الماستر

الميدان: علوم طبيعية والحياة

الفرع: علوم البيولوجيا

القسم: بيولوجيا وفيزيلوجيا النبات

التخصص: التنوع الحيوي وفيزيولوجيا النبات

رقم الترتيب: .....

رقم التسلسلي: .....

## العنوان

# مقارنة نمو وتطور شتلات نوعين من الخضروات (الطماطم والخيار) النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة Root Dipping technique و في التربة الزراعية

من اعداد الطلبة:

- العابد محمد
- عميرش أيمن إسلام

## لجنة المناقشة:

| | |
|---|---|
| المشرفة: شوقي سعيدة | أستاذة التعليم العالي جامعة الاخوة منتوري |
| رئيسة اللجنة: زغمار مريم | أستاذة محاضرة (B) جامعة الاخوة منتوري |
| الممتحن: جروني عيسى | أستاذ محاضرة (B) جامعة الاخوة منتوري |

السنة الجامعية: 2024/2023

# الفهرس

**مقدمة..... 02**

## I. مبادئ الزراعة المائية

1. تعريف الزراعة المائية **.....05**
2. تاريخ الزراعة المائية**.....05**
3. تقنيات الزراعة المائية **..... 06**

1-3 الأنظمة المغلقة **.....06**

1-1-3 تقنية الغشاء المغذي **.....06**

2-1-3 تقنية الفتيل **.....06**

3-1-3 تقنية التدفق العميق **.....06**

2-3 الأنظمة المفتوحة **.....06**

1-2-3 تقنية الجذور الغاطسة **.....06**

2-2-3 تقنية الري بالتنقيط **.....07**

3-2-3 تقنية الجذب الشعري **.....07**

4. مزايا الزراعة المائية **.....08**
5. المحلول المغذي **.....09**

1-5 تعريف المحلول المغذي**.....09**

2-5 شروط المحلول المغذي **.....09**

## II. المقارنة بين زراعة نبات الطماطم والخيار في التربة وبدون تربة

1. نبات الطماطم **.....12**

1-1 أصل نبات الطماطم **.....12**

2-1 التصنيف الوصف العلمي لنبات الطماطم **.....12**

3-1 الظروف الزراعية لنبات الطماطم النامي في التربة **.....13**

1-3-1 العوامل الرئيسية لبنية التربة في نبات الطماطم **.....13**

1-3-2 العوامل المناخية لزراعة نبات الطماطم في التربة ..... 14
1-4 الظروف الزراعية لنبات الطماطم النامية بدون تربة ..... 15
1-5 فوائد نظام الزراعة بدون تربة لنيات الطماطم ..... 16
1-6 المقارنة بين زراعة الطماطم في التربة وبدون تربة ..... 17
1-7 الخلاصة ..... 19
2. نبات الخيار ..... 19
2-1 أصل نبات الخيار ..... 19
2-2 الوصف والتصنيف العلمي لنيات الخيار ..... 20
2-3 الظروف الزراعية لنبات الخيار النامي في التربة ..... 21
2-3-1 العوامل الرئيسية لبنية التربة في نبات الخيار ..... 21
2-3-2 العوامل المناخية لزراعة نبات الخيار في التربة..... 22
2-4 الظروف الزراعية لنبات الخيار النامي بدون تربة ..... 23
2-5 فوائد نظام الزراعة بدون تربة لنيات الخيار ..... 24
2-6 المقارنة بين زراعة الخيار في التربة وبدون تربة ..... 24
2-7 الخلاصة ..... 26

## III. مواد وطرق البحث

1. الهدف من الدراسة ..... 28
2. تصميم التجربة ..... 28
3. الوصف التجريبي ..... 29
3-1 عملية انبات البذور ..... 29
3-2 النمو وسط التربة ..... 29
3-2-1 عملية الزرع ..... 29
3-2-2 نقل الشتلات الى التربة ..... 30

3-3 النمو تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة ..... 31
1-3-3 تحضير المحلول المغذي ..... 31
1-1-3-3 تحضير المحلول الغذائي الأساسي Hoangland ..... 31
2-1-3-3 تحضير المحلول FE-EDTA ..... 33
3-1-3-3 تحضير المحلول المغذي النهائي ..... 34
2-3-3 عملية الزرع ..... 35
3-3-3 النقل لنظام الزراعة المائية ..... 35
4-3 الدراسة المخبرية ..... 36
1-4-3 الدراسة على شتلات العمر الأول ..... 36
2-4-3 الدراسة على شتلات العمر الثاني ..... 37
3-4-3 الدراسة على أجزاء النبات ..... 37
4. دراسة التحليل الحسابي للنمو ..... 38
5. الدراسة الاحصائية المطبقة ..... 40

## IV. مناقشة وتفسير النتائج

1. مناقشة النتائج .....
2. تفسير النتائج .....

## V. الملخصات

1. الملخص بالعربية ..... 52
2. الملخص بالفرنسية ..... 53
3. الملخص بالإنجليزية ..... 54

## VI. المراجع

1. المراجع باللغة الأجنبية ..... 56
2. المراجع باللغة العربية ..... 60

# فهرس الصور


1- صورة 1: نظام الزراعة المائية ..... 05
2- صورة **2**: نبات الطماطم ..... **12**
3- صورة **3**: الزراعة المائية للطماطم ..... **19**
4- صورة **4**: زراعة الطماطم في التربة..... **19**
5- صورة **5**: نبات الخيار ..... **20**
6- صورة **6**: الزراعة المائية للخيار ..... **26**
7- صورة **7**: زراعة الخيار في التربة..... **26**
8- صورة **8**: انبات بذور الطماطم ..... **29**
9- صورة **9**: انبات بذور الخيار ..... **29**
10- صورة **10**: البيت البلاستيكي ..... **30**
11- صورة **11**: زرع البذور في التربة ..... **30**
12- صورة**12**: نمو الطماطم في الفترة الاولى في التربة ..... **30**
13- صورة **13**: نمو الخيار في الفترة الاولى في التربة ..... **30**
14- صورة **14**: نمو الطماطم في الفترة الثانية في التربة ..... **31**
15- صورة **15**: نمو الخيار في الفترة الثانية في التربة ..... **31**
16- صورة **16**: تحضير المحلول المغذي الأساسي ..... **31**
17- صورة **17**: مكونات محلول FE-EDTA ..... **33**
18- صورة **18**: مخلول FE-EDTA ..... **33**
19- صورة **19**: المحلول المغذي النهائي ..... **34**
20- صورة **20**: ضبط PH المحلول المغذي ..... **34**
21- صورة **21**: نمو الطماطم في الفترة الاولى في الزراعة المائية ..... **35**
22- صورة **22**: نمو الخيار في الفترة الاولى في الزراعة المائية ..... **35**
23- صورة **23**: نمو الطماطم في الفترة الثانية في الزراعة المائية..... **36**
24- صورة **24**: نمو الخيار في الفترة الثانية في الزراعة المائية ..... **36**
25- صورة **25**: عملية وزن الشتلات ..... **37**
26- صورة **26** عملية تجفيف الشتلات ..... **37**
27- صورة **27** مرض نباتات الطماطم الخيار في التربة بالفطريات ..... **44**

# فهرس الاشكال

1- شكل 1: تقنية الغشاء المغذي ..... 07
2- شكل 2: تقنية الفتيل ..... 07
3- شكل 3: تقنية التدفق العميق ..... 07
4- شكل 4: تقنية الجذور الغاطسة ..... 07
5- شكل 5: تقنية الري بالتنقيط ..... 08
6- شكل 6: تقنية الجذب الشعري ..... 08
7- شكل 7: مزايا الزراعة المائية ..... 09
8- شكل 8: مرفلوجية نبات الطماطم ..... 13
9- شكل 9: مرفلوجية نبات الخيار ..... 20
10- شكل 10: حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات تخت الدراسة ..... 47
11- شكل 11: منحنى توزيع الأنواع المختبرة النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة وفي التربة ..... 48

# فهرس الجداول

1- جدول **1:** العناصر الغذائية الموجودة في المحلو المغذي لنبات الطماطم ..... 17
2- جدول **2:** مواصفات الأنواع المدروسة ..... 28
3- جدول **3:** توزيع المعاملات والتكررات ..... 28
4- جدول **4:** المحلول الغذائي الاساسي ..... 32
5- جدول **5:** محلول FE-EDTA ..... 33
6- جدول **6:** المحلول المغذي النهائي ..... 34
7- جدول **7:** مقدار اختلاف نقاط البيانات الفردية عن متوسط مجموعة البيانات..... 42
8- جدول **8:** مصفوفة الارتباطات بين المتغيرات تحت الدراسة..... 45
9- جدول **9:** فاعلية المتغيرات المقدرة على الأنواع المختبرة في تمثيل المحور 1-2 اثناء نمو الشتلة ..... 46

# جدول الاختصارات

| | | |
|---|---|---|
| **NFT** | Nutrient Film Technique | تقنية الغشاء المغذي |
| **DFT** | Deep Flow Technique | تقنية التدفق العميق |
| **PH** | Potenita Hydrogenii | درجة الحموضة |
| **HID** | High-Intensity Discharge | مصابيح التفريغ عالية الكثافة |
| **LED** | Ligh Emitting Diode | الثنائيات الباعثة للضوء |
| **T1** | First Growth Period | فترة النمو الاولى |
| **T2** | Second Growth Period | فترة النمو الثانية |
| **R** | Les Répititions | التكرارات |
| **AGR** | Absolute growth rate | معدل النمو المطلق |
| **RGR** | Relatif gowth rate | معدل النمو النسبي |
| **USR** | Unit shoot rate | معدل وحدة المجموع الخضري |
| **W** | Woert | قياسات النمو الخضري |
| **SLA** | Specific leaf area | المساحة النوعية للاوراق |
| **LAI** | Leaf area index | مؤشر مساحة الاوراق |
| **FS** | Feuille Simple | الأوراق البسيطة |
| **FC** | Feuille Composé | الأوراق المركبة |
| **LT** | Longeur de Tige | طول الساق |
| **LR** | Longeur de Racine | طول الجذور |
| **NF** | Nombre de Fleurs | عدد الازهار |

بسم الله الرحمن الرحيم

# التشكرات

الحمد لله الذي بنعمته تتم الصالحات

اولا وقبل كل شيئ نشكر لله عز وجل الذي وفقنا واعاننا على اتماما

هدا العمل والذي بدون توفيقه لما كان لنا ان ننجز هذه المذكرة

كما نتقدم بخالص الامتنان والشكر للاستاذة الفاضلة شوقي، على الجهود العظيمة التي بذلتها في اشرافها على مذكرتنا للتخرج. لقد كنتِ مرشدةً متفانيةً، وساهمتِ بشكل كبير في توجيهنا تحفيزنا خلال هذا المشروع. نحن ممتنون لكِ على الوقت والجهد الذي قدمتيه، نتمنى لكِ دوام التوفيق والنجاح في مسيرتكِ المهنية.

كما نتقدم بخالص الشكر والامتنان الى لجنة المناقشة الاستاذة زغار والأستاذ جروني على قبول مناقشة مذكرتنا نحن ممتنون لكم على الفرصة والوقت الذي قدمتوه لنا، نتطلع إلى المناقشة والتوجيه القيم الذي لنا. شكرًا لكم مرة أخرى.

# الاهداءات

## محمد

بسم الله الرحمن الرحيم، قال تعالى: "وآخر دعواهم أن الحمد لله رب العالمين" [يونس: 10] .اللهم لك الحمد حتى ترضى، ولك الحمد إذا رضيت، ولك الحمد بعد الرضى. والصلاة والسلام على نبينا وحبيبنا محمد وصحبه أجمعين .أهدي ثمرة جهدي المتواضع إلى:

امي الغالية، سفيرة الحنان ومصدر القوة، كلمات الشكر لن تكفي لأعبر عن مدى امتناني لك ولكل ما قدمته لي. أنتِ النجمة التي لا تغيب، والدعم الذي لا يتوقف، شكرًا لك على كل لحظة قضيتها معي، وعلى كل تضحية جعلتني أنمو وأزدهر

لأبي الغالي، رمز القوة والحكمة، كلمات الشكر لن تكفي لأعبر عن مدى امتناني لك ولكل ما فعلته من أجلي

لأختي الوحيدة الكبرى، مصدر السعادة والفخر، أشكر الله يومًا بعد يوم على وجودك في حياتي. أنتِ الشريكة في الذكريات الجميلة، والصديقة الوفية التي تقف إلى جانبي في كل لحظة، شكرًا لكِ على كل ابتسامة رسمتها على وجهي، وعلى كل دعم قدمته لي

الى اخواي أسامة وشعيب، لا يمكنني تخيل حياتي بدون وجودكما، انا ممتن لكما على الدعم والتشجيع الذي قدمتماه لي في هذه الرحلة العلمية، شكرا لكما على كل اللحظات الجميلة التي عشناها معا. وأتمنى لكم التوفيث والنجاح في حياتكما

لأستاذي في الرياضيات في المتوسطة، الأستاذ قيطوني رحمه الله، الذي كان شريكًا في رحلتي التعليمية ومنحني الثقة والإلهام لاكتشاف قدراتي. رحم الله تلك الأيام التي قضيناها في قاعة الصف، وأسكنه الله فسيح جناته ويجزيه خير الجزاء على جهوده الطيبة وتفانيه في بناء أجيال المستقبل

لأصدقاء الطفولة، أنيس إبراهيم،و وسيم شركاء اللعب والضحك، أشكركم على كل لحظة سعيدة قضيناها سويًا، وعلى كل ذكرى جميلة ترسخت في قلوبنا. أتمنى أن تبقى صداقتنا متجذرة ومتينة كما كانت دائمًا.

لأصدقاء الجامعة، الذين تحولوا إلى عائلة، كلمات الشكر قليلة في وصف ما أشعر به تجاهكم.

الى عمال البستان خاصة عمي حسين، لقد كنتم العمود الفقري لتجاربي العلمية على النباتات وبفضلكم استطعت تحقيق نتائج مذهلة. لكم جزيل الشكر والإمتنان على جهودكم المبدولة في الدعم والمساعدة في كل خطوة من طريقي، شكرا لكم

في النهاية، أهدي ثمرة جهدي المتواضع إليكم جميعًا، في رحلة الحياة، وأسأل الله أن يجعلها في ميزان حسناتي وحسناتكم

# الاهداءات

## ايمن

الحمد لله وكفى والصلاة والسلام على النبي المصطفى، أما بعد أود أن اهدي هذا العمل إلى:

إلى الذي عمل جاهدا على إسعادي، إلى الذي تحمل الصعاب والأحزان وضغوطات الحياة من أجلي، إلى من فضل سعادتي على سعادته ووفر لي كل ما أحتاجه طوال حياتي ومسيرتي الدراسية، إلى أعز إنسان إلى قلبي، إلى حبيب قلبي إلى "أبي الغالي"

إلى التي ولدتني وربتني وأعطتني الحنان والطمأنينة، إلى التي صبرت عليا طول هذه السنين، إلى التي كانت في عوني في السر والخفاء، إلى التي أفنت حياتها من أجل أن أصل إلى ما وصلت إليه، إلى أحب إنسانة إلى قلبي، إلى حبيبة قلبي "أمي الغالية "

إلى "أخواتي" العزيزات الذين كانوا دائما سندا لي وعونا في حياتي ومصدر الحنان.

إلى رفيقة دربي التي كانت دائما بجانبي وتدعمني وتشجعني في كل كبيرة وصغيرة "خطيبتي العزيزة".

إلى إخوتي أصدقاء الطفولة "إسلام" "أنور" "أيمن" "إبراهيم" "بهاء" الذين كانوا معي منذ بداية الرحلة لقد تشاركنا الضحكات والأحلام والعديد من المغامرات.

إلى الرفقاء والأصدقاء الذين تعرفت عليهم في الجامعة وأصبحوا من أعز الناس على قلبي "عادل" "عبد الجليل" "حمزة" "أسامة" "أدم" "عيسى".

إلى من ساعدني وكان خير الرفيق والصديق والزميل طيلة العام زميلي وأخي "محمد "

إلى من رحلوا عنا بجسدهم ولكن بقيت ذكراهم حية في قلبي وعقلي إلى "جدتي" و "جدي" وإلى صديقي "فارس" رحمهم الله وأسكنهم فسيح جنانه.

إلى من أحبهم وكان لهم أثر في حياتي أهدي لكم هذا العمل المتواضع وأسأل الله تعالى أن يجعله نبراسا لكل طالب علم في المستقبل. آمين يا رب العالمين

# المقدمة

## مقدمة

- في عصرنا الحالي، تأتي طريقة الزراعة بدون تربة كتقنية ثورية في مجال الزراعة، حيث يتم تغيير النهج التقليدي الذي يعتمد على التربة كوسط رئيسي لنمو النباتات. تستند هذه الطريقة إلى استخدام محلول مغذي يحتوي على جميع العناصر الغذائية الضرورية، بالإضافة إلى استخدام مكون خامل كيميائي بدلاً من التربة.
- يتيح هذا النهج المبتكر للمزارعين تجاوز التحديات المتعلقة بتدهور جودة التربة، وبالتالي يمكن زراعة المحاصيل في المناطق التي تعاني من هذه المشكلة. بالإضافة إلى ذلك، يفتح الباب أمام زراعة النباتات في المناطق ذات الظروف البيئية القاسية مثل الصحاري، حيث يتيح هذا النهج للمزارعين تحقيق إنتاج مستدام دون الاعتماد الكلي على التربة .حيث بفضل استخدام المحلول المغذي، تساهم الزراعة بدون تربة في تعزيز فعالية استخدام الموارد وتحسين جودة المحاصيل.
- استنادًا إلى اكتشافات الباحثين في ميدان فيزيولوجيا النبات في القرن الثامن عشر، أثبت المحلول المغذي فعاليته في توفير خصوبة مثالية وثابتة للنباتات على مدار مراحل نموها المختلفة. وجد الباحثون أن النباتات تمتص المغذيات المعدنية الأساسية في شكل أيونات غير عضوية مذابة في الماء، مما جعل الزراعة بدون تربة بديلًا مبتكرًا وفعّالًا.
- كما تحفّزت الأبحاث حول الزراعة بدون تربة نتيجة للمشاكل المتزايدة المرتبطة بالتربة، مثل انتشار الأمراض وتفشي الأعشاب الضارة وزيادة ملوحة التربة. استجاب الباحثون لهذه التحديات من خلال إجراء العديد من الدراسات والأبحاث حول مواد بديلة. بفضل تلك الجهود، أصبحت الزراعة بدون تربة تمثل نهجًا مستدامًا وفعّالًا يتيح للمزارعين تحقيق إنتاج محسن ومتواصل دون الاعتماد الكلي على التربة التقليدية.
- تقنية الزراعة المائية توفر فوائد هائلة، منها زيادة كبيرة في الإنتاج مقارنة بالزراعة التقليدية. يُمكن زراعة المزيد من البذور بشكل أسرع في محلول مغذي، مما يقلل من مدة النمو. نباتات الزراعة المائية تظهر صحة أفضل وتقليل التعرض للفطريات والحشرات والأمراض. الزراعة المائية تساهم في تحسين جودة المحصول وتقليل تراكم المواد الضارة في النباتات. بالإضافة إلى ذلك، هي ميزة بسبب عدم الحاجة إلى دورات التناوب، مما يساهم في استدامة الإنتاج الزراعي. ونظرًا للطلب المتزايد على الطعام والتحديات البيئية المتزايدة بسبب نقص التساقط وارتفاع درجات الحرارة، أصبح البحث عن وسائل جديدة في مجال الزراعة أمرًا ضروريًا. وكيف يمكن أن تساهم كبديل فعّال ومستدام في حل مشاكل العصر؟
- تهدف هذه المذكرة إلى مقارنة زراعة الطماطم والخيار في ظروف مختلفة، حيث يتم التركيز على الزراعة في التربة والزراعة في الماء بتقنية الجذور الغاطسة. الهدف الرئيسي هو فهم التأثيرات المحتملة للبيئة على نمو وإنتاجية هذين النباتين الهامين.
- كيف تختلف عمليات زراعة الطماطم والخيار في التربة عن تلك المجراة في الماء باستخدام تقنية الجذور الغاطسة؟

- هل هناك استدامة بيئية أكبر في زراعة الطماطم والخيار في الماء باستخدام تقنية الجذور الغاطسة مقارنة بالزراعة في التربة؟
- ما هي التحديات التي قد تواجه زراعة الطماطم والخيار في التربة مقارنةً بزراعتهما في الماء باستخدام تقنية الجذور الغاطسة؟

# الجزء الاول
# مبادئ الزراعة المائية

## 1. تعريف الزراعة المائية

- تعتبر الزراعة المائية من الأساليب الزراعية التي تتم بدون استخدام تربة، حيث يتم زراعة النباتات باستخدام تحسين معدني بدون تربة. يوفر هذا التحسين احتياجات النبات من الماء والأكسجين والمغذيات، مع توفير الدعم الفعلي والكيميائي والعضوي للنبات. تصنف أنظمة الزراعة المائية إلى أنظمة مفتوحة وأنظمة مغلقة. وتشير أنظمة الزراعة المائية إلى عملية تطبيق محلول مغذي على جذور النبات. أصبحت زراعة المائية شائعة بشكل متزايد في وقت قصير، وقد أدت هذه الطريقة إلى بدء زراعة المائية في الأماكن المغلقة والهواء الطلق بشكل سريع. **(Anbarasu & al., 2020)**

**صورة 1:** نظام الزراعة المائية

## 2. تاريخ الزراعة المائية

- يعتقد أن تاريخ الزراعة بدون تربة تعود لآلاف السنين، حيث تم رصد بداياتها في العصور القديمة، كما قامت قبائل الأزتك في القرن الرابع عشر بابتكار الزراعة العائمة في البحيرات، حيث زرعوا المحاصيل على أطراف جذوع الأشجار والقصب، وقد استخدموا خليطًا من التربة والكومبوست لتغذية المحاصيل في العصور القديمة، كان الفكر السائد يرتبط نمو النباتات بالماء فقط، وقد أكد العلماء هذا المفهوم في العصور اللاحقة. وفي القرن السادس عشر، اعتبر هيلمونت فان الماء هو المغذي الوحيد للنباتات، وذلك بعد تجربة زراعة الصفصاف في حوض كبير من التربة واكتشافه أن النبات نما بشكل كبير فيه بإضافة الماء. وفي القرن التاسع عشر، قام وودوارد جون بتجارب على تأثير عكارة الماء على نمو النباتات، مما أدى إلى اكتشاف أن العكارة تترسب في النباتات أثناء مرور الماء بها، وهو ما يساهم في تغذية النباتات. في العصر الحديث، أصبح فهم عملية نمو النباتات أكثر تطورًا، حيث أكد عالم الكيمياء ليبيج فون يوستوس في القرن التاسع عشر أهمية العناصر الغذائية لنمو النباتات. بدأت الدراسات العلمية في مجال الزراعة المائية، حيث قام جون جيريك بعمل أول دراسات في هذا المجال، وقدم مصطلح الزراعة المائية وكتب عن هذا الموضوع. في عام 1938، نشر العلماء أرنون وهوجلاند أبحاثًا هامة في تطوير الزراعة المائية، والتي استمرت في تطبيقها حتى اليوم. **(القرعان، 2023)**

## 3 تقنيات الزراعة المائية

### 1-3 الأنظمة المغلقة

#### 1-1-3 تقنية الغشاء المغذي (NFT)

- نظام NFT هو نظام زراعة هيدروبوني يتيح تعرض جذور النباتات مباشرة للمحلول الغذائي. يتميز بتدفق مستمر للمحلول، وعدم الحاجة للمضخة الفرعية، مما يجعله مريحًا للغاية. تكون النباتات مدعومة في سلة بلاستيكية تتدلى جذورها في المحلول. توجد قناة مصنوعة من ورقة مرنة ويتم ضبط سرعة التدفق وفقًا لطول هذه القناة. على الرغم من سهولة استخدامه، يتطلب هذا النظام مراقبة دقيقة وتعديلات للحفاظ على جودة المحلول الغذائي وصحة النباتات. **(Anbarasu & al., 2020)**

#### 2-1-3 تقنية الفتيل (Wick System)

- نظام الفتيل هو أحد أنظمة الزراعة المائية الأكثر بساطة وسهولة في التنفيذ. يعتبر هذا النظام سلبيًا نظرًا لعدم وجود أجزاء متحركة في هيكله، مما يسهل صيانته واستخدامه حتى للمبتدئين. **(Harahap, Harahap & Gultom,2020)**

#### 3-1-3 تقنية التدفق العميق (DFT)

- نظام التدفق العميق يعتمد على تمرير محلول الغذاء بعمق 2-3 سم عبر أنابيب PVC بعرض 10 سم، ويستخدم أواني بلاستيكية شبكية تحتوي على مواد زراعية وتمتص المحلول. يمكن ترتيب الأنابيب في مستوى واحد أو متقاطعًا، ويناسب النظام المتقاطع المساحات الصغيرة والمحاصيل ذات الارتفاع المنخفض. كما تتطلب الأنابيب انحدارًا بزاوية معينة لتسهيل تدفق المحلول الغذائي، ويمكن تركيب النظام في الهواء الطلق أو داخل المباني. **(Anbarasu & al., 2020)**

### 2-3 الأنظمة المفتوحة

#### 1-2-3 تقنية الجذور الغاطسة (Root dipping technique)

- تضمن تقنية الجذور الغاطسة امتصاصًا أفضل للمغذيات مقارنة مع التقنيات الأخرى لأنها تتيح تلامسًا مباشر بين الجذور والمحلول المغذي كما تعتبر من أسهل التقنيات ف الزراعة المائية حيث في هذه التقنية يتم زراعة النباتات في أواني صغيرة مملوءة بوسط زراعي صغير، يتم تحديد وضعية الأواني بحيث يكون الجزء السفلي منها مغموراً في المحلول الغذائي بعمق يتراوح ما بين 2 إلى 3 سم. يُغمر بعض الجذور في المحلول لامتصاص العناصرالغذائية، وتكون على اتصال مباشر بالمحلول المغذي في حين تبقى الأخرى معلقة في الهواء لامتصاص الأكسجين. يتم تنفيذ هذه العملية باستخدام مواد بسيطة وسهلة، وبتكلفة منخفضة، وتحتاج إلى جهد قليل. والميزة الرئيسية لهذا النظام هي عدم الحاجة إلى تجهيزات باهظة

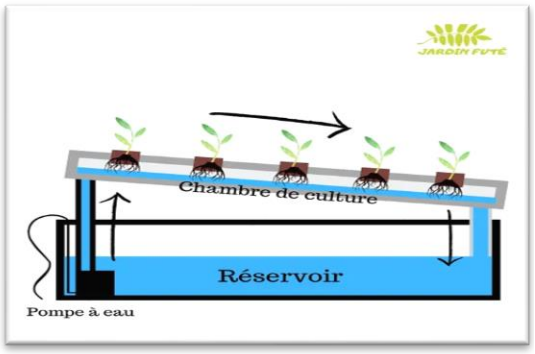
الثمن مثل الكهرباء ومضخات المياه والقنوات، مما يجعله خياراً ميسراً للذين يرغبون في الزراعة بطريقة بسيطة واقتصادية. **(Anbarasu & al., 2020)**

### 2-2-3 تقنية الري بالتنقيط (Drip system)

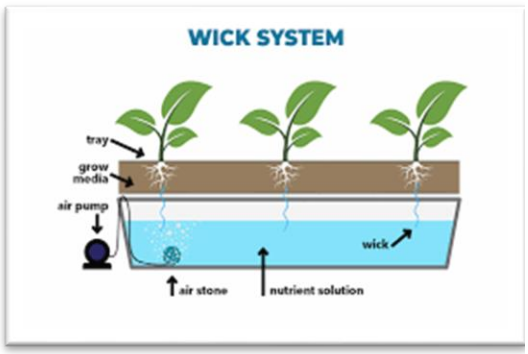
- تقنية الري بالتنقيط هي واحدة من أكثر أنظمة الزراعة المائية استخدامًا في العالم. يُعَتَبَر نظام التنقيط بسيطًا وفعّالًا، حيث يتحكم المؤقت في تشغيل المضخة المغمورة. يقوم المؤقت بتشغيل المضخة لفترات زمنية محددة، ويتم توزيع محلول المغذيات بشكل تقطيري على قاعدة كل نبات من خلال خط تقطير صغير. **(Shrestha & Dunn,2010)**

### 3-2-3 تقنية الجذب الشعري (Capillary action technique)

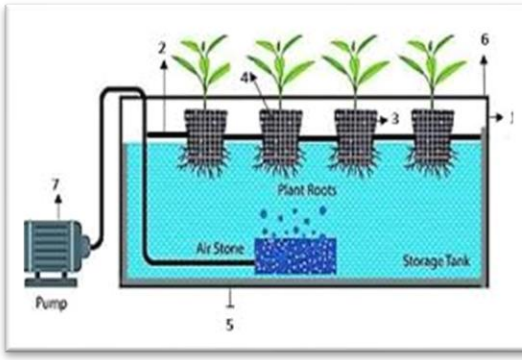
- يتم فيه استخدام أواني زراعية مع فتحات في قاعها، ويتم ملؤها بوسط زراعي ثابت. يتم زراعة البذور أو الشتلات في هذه الأواني وتوضع في أحواض ضحلة مملوءة بالمحلول الغذائي، حيث يصل المحلول إلى الوسط الثابت عن طريق التحرك الدقيق. كما تعتبر هذه الطريقة مناسبة لزراعة النباتات الزينة والزهور والنباتات الداخلية. **(Anbarasu & al., 2020)**



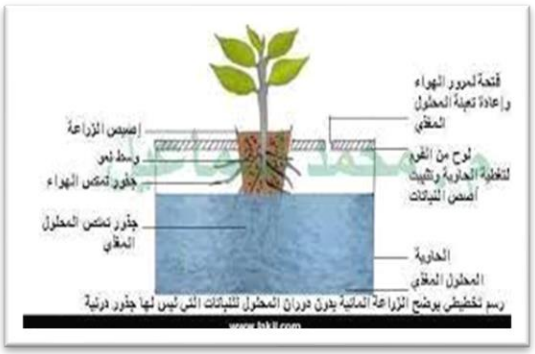

**شكل 1:** تقنية الغشاء المغذي



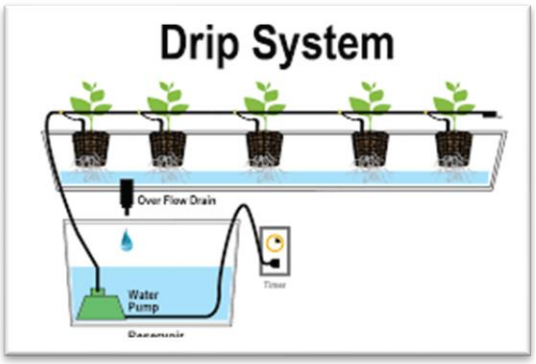

**شكل 2:** تقنية الفتيل




**شكل 3:** تقنية التدفق العميق



**شكل 4:** تقنية الجذور الغاطسة




**شكل 5:** تقنية الري بالتنقيط

**شكل 6:** تقنية الجذب الشعري

### 4 مزايا الزراعة المائية

- إمكانية زراعة المحاصيل في المناطق التي تفتقر إلى تربة مناسبة أو تكون التربة ملوثة بالأمراض
- تقليل العمل الزراعي، بدايةً من الحراثة والزراعة وصولاً إلى التبخير والري وغيرها من الممارسات التقليدية بشكل كبير.
- تحقيق إنتاجية قصوى مما يجعل النظام اقتصاديًا وقابلًا للتحقيق في المناطق التي تشهد كثافة سكانية عالية وتكلفة الأراضي مرتفعة.
- إمكانية التحكم في درجة الحموضة في المحلول المغذي.
- تحقيق توفير الماء والمواد الغذائية، مما يقلل من تلوث الأرض والتيارات نتيجة عدم ضرورة فقدان المواد الكيميائية القيمة.
- تسهيل القضاء على الأمراض النباتية التي تنتقل عن طريق التربة في الأنظمة المغلقة، حيث يمكن غمرها تمامًا بالمبيد.
- تحقيق مستوى أعلى من التحكم في البيئة بشكل عام، مثل توقيت إضافة العناصر الغذائية بالإضافة إلى إمكانية التحكم في الضوء ودرجة الحرارة والرطوبة وتركيب الهواء.

إمكانية تكييف هواة البستنة لنظام زراعي مائي في حدائق منازلهم وفناءهم، حتى في المباني ذات الطوابق العالية. **(Jones,2014)**

**شكل 7:** مزايا الزراعة المائية

## 5 المحلول المغذي

### 5-1 تعريف المحلول المغذي:

- في الزراعة بدون تربة، تتم الاعتماد بشكل أساسي على المحلول المغذي كمصدر أساسي للعناصر الغذائية الضرورية لنباتات الزراعة. يُعتبر المحلول المغذي العمود الفقري لهذا النوع من الزراعة، حيث يستفيد النبات من هذا المحلول لإستمداد كل ما يحتاجه لتحقيق نموه وتطوره.**(مشاتله، 2023)**
- المحلول المغذي هو تركيبة مائية تمت معالجتها بإضافة المغذيات، أي العناصر الغذائية الأساسية التي يحتاجها النبات لنموه وتطوره في عمليات الزراعة بدون تربة والزراعة المائية. يُعتبر هذا المحلول السائل الحيوي للنباتات، حيث يُقدم لها مصدراً مباشراً للعناصر اللازمة لتحقيق وظائفها الحيوية. يجب أن يكون المحلول المغذي متوازناً وشاملاً، حاوياً على جميع العناصر الغذائية الأساسية، مع استثناء الكربون الذي يتم امتصاصه من الهواء الجوي خلال عملية التنفس النباتية. تتمثل هذه العناصر في:

- **العناصر الكبرى:** وهي العناصر (المغذيات) التي يحتاجها النبات بكميات كبيرة نسبياً مثل الهيدروجين (H) والاكسجين والنيتروجين والفسفور والبوتاسيوم والكالسبوم والمغنيزيوم والكبريت.
- **العناصر الصغري:** وهي العناصر (المغذيات) التي يحتاجها النبات بكميات قليلة مثل الحديد والكلورين والبورون والنحاس والزنك والموليبدنيم **(مشاتله، 2023)**

### 5-2 شروط المحلول المغذي:

- تعتبر الشروط الصحيحة لتحضير المحلول المغذي أمرًا حيويًا لنجاح الزراعة المائية. يتطلب هذا النوع من الزراعة اهتمامًا دقيقًا بتركيبة المحلول المغذي وخصائص الماء المستخدم، وذلك لضمان توفير العناصر الغذائية اللازمة لنمو النباتات دون تأثيرات سلبية على صحتها. فيما يلي الشروط الأساسية التي يجب مراعاتها في المحلول المغذي للزراعة المائية **(مشاتله، 2023)**

- **التحكم في تركيز المحلول المغذي:** ينبغي ضبط تركيز المغذيات في المحلول المغذي ليتوافق مع المعدل المستهدف. تجاوز هذا المعدل قد يسفر عن ضعف في نمو النباتات، وفي الحالات الأقصى، قد يؤدي إلى وفاتها نتيجة لعدم قدرة النبات على الحصول على احتياجاته من الماء. عند حساب كميات المغذيات المضافة، يتعين أولاً التعرف على تركيز المغذيات الموجودة في الماء المستخدم لتحضير المحلول المغذي

- **تلبية احتياجات النباتات:** أثناء تحضير المحلول المغذي، يجب مراعاة احتياجات النباتات من العناصر الغذائية بناءً على نوع النبات ومراحل نموه المختلفة. **(مشاتله، 2023)**

- **ثبات مستوى الحموضة:** يجب الحفاظ على استقرار الرقم الهيدروجيني (PH) في المحلول المغذي بين (5.5-6.5). انخفاض ال PH يؤدي إلى زيادة الحموضة، مما يتسبب في تلف الجذور ويزيد من إمتصاص العناصر الصغرى بشكل يمكن أن يكون سامًا. إرتفاع الحموضة، بالمقابل، يمكن أن يؤدي إلى ترسيب بعض العناصر، مما يجعل من الصعب على النبات إستيعابها والاستفادة منها. **(مشاتله، 2023)**
- تحليل خصائص الماء: يجب معرفة خواص الماء المستخدم في تحضير المحلول المغذي. يُفضل أن يكون الماء نقيًا وعذبًا قدر الإمكان، ويمكن إستخدام ماء الشرب في تحضير المحلول. في حال إستخدام مياه الآبار، يجب تحليلها قبل الإستخدام للتأكد من عدم زيادة تركيز بعض العناصر التي قد تكون ضارة. **(مشاتله، 2023)**

# الجزء الثاني

# المقارنة بين زراعة الطماطم والخيار في التربة وبدون تربة

## 1- نبات الطماطم (*Solanum lycopersicum L*):

### 1-1 أصل نبات الطماطم:

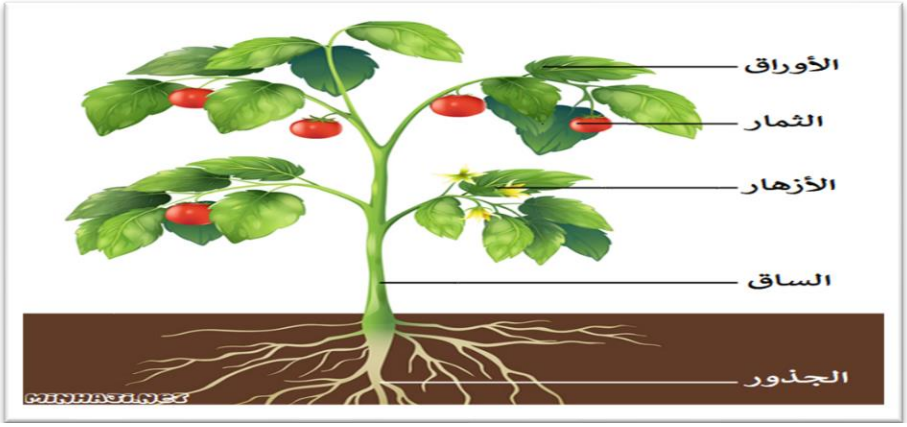
- أصل للطماطم يعود إلى جبال الأنديز في أمريكا الجنوبية. بدأت الطماطم في التوسع عندما تم ترويجها في المكسيك، وبعد ذلك تم إستيرادها إلى أوروبا في عام 1544. من هناك، إنتشرت زراعتها على نطاق واسع في مناطق جنوب وشرق آسيا، وإفريقيا، والشرق الأوسط. في الفترة الأخيرة، تم نقل الطماطم البرية إلى مناطق جديدة في أمريكا الجنوبية المكسيك . **(Hilmi & al, 2005)**

### 1-2 التصنيف والوصف العلمي لنبات الطماطم:

- تعتبر الطماطم من الخضروات المفضلة والأكثر شعبية، تنتمي الى عائلة الباذنجانيات التي تشمل البطاطس والباذنجان والفلفل. تأتي الثمار بألوان مختلفة من الأصفر إلى الأحمر إلى الأرجواني ويختلف حجمها من صغير إلى كبير. تزرع الطماطم سنويا، ولكن في المناخات الخالية من الصقيع، فهي نباتات معمرة. يمكن أن تنمو النباتات بطول 3 إلى 10 أقدام وعرضها من 1 إلى 4 أقدام. عادةً ما يحتوي النبات على شعيرات غدية "لزجة" للغاية. في حين أن الجزء الذي يتم تناوله هو فاكهة من الناحية النباتية، تعتبر الطماطم من الخضروات بسبب نكهتها اللذيذة. **(Larry & Joanne, 2007)**

Kingdom : plantae-plants
Subkingdom : Tracheobionta - vascular plants
Superdivision : Spermatophyta - Seed plants
Division : Magnoliophyta - Flowering plants
Class : Magnoliopsida – Dicotyledons
Subclass : Asteridae
Order : Solanales
Family : Solanceae
Genus : Solanum L.
Species : **Solanum lycopersicum L**.

**صورة 2:** نبات الطماطم




**شكل 8:** مرفلوجية نبات الطماطم

### 3-1 الظروف الزراعية لنبات الطماطم النامي في التربة:

#### 1-3-1 العوامل الرئيسية لبنية التربة في نبات الطماطم

- **الملمس**: يعتبر نسيج التربة أمرًا بالغ الأهمية لنباتات الطماطم. توفر التربة الطميية التي تحتوي على مزيج متوازن من جزيئات الرمل والطمي والطين الملمس المناسب لجذور الطماطم لإختراقها بسهولة والوصول إلى المياه والمواد المغذية، وتسمح بالتصريف المناسب.**(Gurney, 2022)**

- **مستوى الرقم الهيدروجيني:** مستوى الرقم الهيدروجيني للتربة مهم لتوافر العناصر الغذائية لنباتات الطماطم. تتراوح درجة الحموضة المثالية لزراعة الطماطم بين 6.0 و6.8 يمكن أن يساعد إختبار درجة حموضة التربة وتعديلها إذا لزم الأمر في ضمان حصول النباتات على العناصر الغذائية الأساسية. **(Oslund, 2015)**

- **المواد العضوية:** تؤدي إضافة المواد العضوية مثل السماد أو السماد المتعفن جيدًا إلى التربة إلى تحسين بنيتها من خلال زيادة قدرتها على الإحتفاظ بالرطوبة والمواد المغذية. كما تشجع المادة العضوية النشاط الميكروبي المفيد في التربة، وهو أمر مفيد لنمو النبات.**(Sideman, 2016)**

- **الضغط:** يمكن أن يؤدي ضغط التربة إلى إعاقة نمو الجذور وتسلل المياه. حيث يجب العمل على التربة الرطبة لمنع الضغط. **(Oslund, 2015)**

- **الصرف:** يعد الصرف المناسب ضروريًا لنباتات الطماطم لأنها عرضة لتعفن الجذور في الظروف المشبعة بالمياه. حيث يجب التأكد من أن التربة تتمتع بتصريف جيد عن طريق تعديلها بمواد مثل البيرلايت أو الفيرميكوليت إذا لزم الأمر.**(Hughes, 2022)**

- **التغطية:** تساعد التغطية حول نباتات الطماطم في الحفاظ على مستويات رطوبة التربة، وتمنع الأعشاب الضارة، كما تحسن البنية العامة للتربة بمرور الوقت مع تحلل المهاد العضوي.**(Sideman, 2016)**

- **إختبار التربة:** يمكن أن يساعد إختبار التربة بإنتظام لمعرفة مستويات العناصر الغذائية ودرجة الحموضة في ضبط ممارسات التسميد والتأكد من أن نباتات الطماطم تحتوي على كل ما تحتاجه لتحقيق النمو الأمثل. **(Sideman, 2016)**

### 2-3-1 العوامل المناخية لزراعة نبات الطماطم في التربة

- **درجة الحرارة:** تفضل نباتات الطماطم درجات الحرارة الدافئة، مع نطاق نمو مثالي يتراوح بين 70-80 درجة فهرنهايت خلال النهار و60-70 درجة فهرنهايت في الليل. فهي حساسة للصقيع ويمكن أن تتلف أو تقتل عندما تنخفض درجات الحرارة إلى أقل من 50 درجة فهرنهايت. يمكن لفترات طويلة من درجات الحرارة المنخفضة أيضًا أن تقلل من مجموعة الثمار والإنتاج الإجمالي. **(Hilmi & al., 2005)**

- **درجة الحموضة:** الطماطم تظهر تحمّلًا معتدلاً لتفاوتات قيم درجة الحموضة، لكنها تُظهر أفضل أداء في التربة التي تحافظ على توازن فائق، حيث يتراوح مستوى الحموضة بين 5.5 و6.8، مما يضفي على النمو والإزدهار طابعًا إستثنائيا.**(Sideman, 2016)**

- **الماء :**يجب أن تكون هناك فترة من الأمطار تدوم على الأقل ثلاثة أشهر. يؤدي الإجهاد الناجم عن نقص المياه والفترات الجافة الطويلة إلى تساقط البراعم والزهور ويسبب تشقق الثمار. على الجانب الآخر، عندما تكون الأمطار مكثفة للغاية والرطوبة مرتفعة جدًا، يزيد نمو العفن وتلف الثمار. حيث يبطئ الطقس الغائم عملية نضج الطماطم. **(Hilmi & al., 2005)**

- **ضوء الشمس:** تتطلب نباتات الطماطم الكثير من ضوء الشمس لتحقيق النمو الأمثل وإنتاج الفاكهة. يحتاجون إلى ما لا يقل عن 6-8 ساعات من ضوء الشمس المباشر يوميًا. يمكن أن يساعد توفير ضوء الشمس الكافي في تحسين نمو النبات وزيادة الغلة وتحسين الجودة.**(Pleasant, 2021)**

- **الري:** تتطلب نباتات الطماطم إمدادات مياه ثابتة لتحقيق النمو الأمثل وإنتاج الفاكهة. يجب أن يتم الري بإستمرار، ولكن ليس بشكل مفرط، لأن الإفراط في الري يمكن أن يؤدي إلى تعفن الجذور وأمراض أخرى. **(Jauron, 2021)**

- **التباعد:** يجب أن تكون المسافة بين نباتات الطماطم حوالي 24-36 بوصة، بحيث يتيح ذلك مساحة كافية لنمو النباتات وتدوير الهواء، مما قد يساعد في الوقاية من الأمراض.**(Jauron, 2021)**

- **الرياح:** نباتات الطماطم حساسة للرياح ويمكن أن تتضرر بسبب الرياح القوية. يمكن أن يساعد توفير شكل ما من أشكال الحماية من الرياح، مثل السياج في حماية النباتات من التلف وتحسين النمو والإنتاجية. **(Sideman, 2016)**

- **الآفات والأمراض:** الطماطم عرضة لمجموعة متنوعة من الآفات والأمراض، بما في ذلك المن، والذباب الأبيض، والذبول الفيوزاريوم. يمكن أن يساعد فحص النباتات بإنتظام وإزالة أي أوراق أو فواكه متأثرة في منع إنتشار هذه المشكلات. قد يكون إستخدام المبيدات العضوية أو الكيميائية أو مبيدات الفطريات ضروريًا أيضًا في بعض الحالات.**(Patterson, 2021)**

### 4-1 الظروف الزراعية لنبات الطماطم النامي بدون التربة:

- **إدارة المغذيات:** في أنظمة الزراعة بدون تربة، يتم توفير العناصر الغذائية للنباتات في شكل سائل، وهو ما يعرف باسم المحلول المغذي. يجب أن يحتوي المحلول المغذي على جميع المغذيات الكبيرة الأساسية (النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم والكبريت) والمغذيات الدقيقة (البورون والكلور والنحاس والحديد والمنغنيز والموليبدينوم والزنك) اللازمة للنمو الصحي لنبات الطماطم **(Cronin & Walsh, 1983)**

- **مستويات الأس الهيدروجيني:** يعد الحفاظ على مستوى الأس الهيدروجيني الصحيح للمحلول المغذي أمرًا بالغ الأهمية لنمو الطماطم الأمثل. تفضل الطماطم عادةً درجة حموضة تتراوح بين 5.5-6.5 كما تعد المراقبة المنتظمة وتعديل مستويات الأس الهيدروجيني ضرورية لمنع نقص العناصر الغذائية. **(Cronin & Walsh, 1983)**

- **شدة الضوء والجودة:** تتطلب نباتات الطماطم كمية عالية من الضوء لعملية التمثيل الضوئي وإنتاج الفاكهة. في نظام الزراعة بدون تربة، يمكن استخدام الإضاءة الإصطناعية مثل مصابيح التفريغ عالية الكثافة (HID) أو الثنائيات الباعثة للضوء (LED) لتوفير كثافة الإضاءة المطلوبة وجودتها. يجب أن تكون شدة الضوء على الأقل 200 ميكرومول لتحقيق النمو الأمثل وتطور نباتات الطماطم.**(Zheng et al.,2023)**

- **درجة حرارة:** يتراوح نطاق درجة الحرارة الأمثل لنمو نبات الطماطم بين 21 درجة مئوية و30 درجة مئوية. حيث تؤثر درجة الحرارة على العمليات الفسيولوجية المختلفة مثل الإنبات والتمثيل الضوئي والتنفس وتكوين الثمار. لذلك، من الضروري الحفاظ على درجة الحرارة ضمن النطاق الأمثل لتحقيق النمو الأمثل وتطور نباتات الطماطم. **(Vanderzanden, 2008)**

- **الرطوبة:** تعتبر الرطوبة عاملاً أساسياً يؤثر على نمو النبات في نظام الزراعة بدون تربة. يتراوح نطاق الرطوبة النسبية الأمثل لنمو نبات الطماطم بين 60% و70%. الرطوبة المنخفضة يمكن أن تسبب الإجهاد المائي في النباتات، في حين أن الرطوبة العالية يمكن أن تعزز نمو الفطريات والبكتيريا. **(Hillock & Rebek., 2017)**

- **كمية ثاني أكسيد الكربون:** يمكن أن يؤدي إثراء ثاني أكسيد الكربون ($CO_2$) إلى تعزيز نمو النبات وإنتاجيته بشكل كبير في نظام زراعة بدون تربة. يتراوح التركيز الأمثل لثاني أكسيد الكربون لنمو نبات الطماطم بين 800 و1200 جزء في المليون. يمكن أن يؤدي تخصيب ثاني أكسيد الكربون إلى زيادة عملية التمثيل الضوئي وتراكم الكتلة الحيوية، مما يؤدي إلى زيادة الغلة.**(Poudel & Dunn, 2023)**

### 5-1 فوائد نظام الزراعة بدون تربة لنبات الطماطم:

- توفر أنظمة الزراعة بدون تربة العديد من المزايا مقارنة بأنظمة الزراعة التقليدية القائمة على التربة لنباتات الطماطم، بما في ذلك:

- **تزويد المغذيات الخاضعة للرقابة:** تسمح أنظمة الزراعة بدون تربة بالتحكم الدقيق في إمداد النباتات بالمغذيات. يمكن صياغة المحلول المغذي لتلبية الإحتياجات المحددة لنباتات الطماطم في مراحل النمو المختلفة. وهذا يمكن أن يؤدي إلى تحسين نمو النبات وإنتاجيته مقارنة بأنظمة الزراعة التقليدية القائمة على التربة. **(Anzalone & al ., 2022)**

- **كفاءة استخدام المياه:** تستخدم أنظمة الزراعة بدون تربة ما يصل إلى 90% من المياه أقل مقارنة بأنظمة الزراعة التقليدية القائمة على التربة. وذلك لأنه يتم إعادة تدوير المحلول المغذي وإعادة استخدامه في نظام حلقة مغلقة، مما يقلل من هدر المياه.**(Liu & al., 2019)**

- **مكافحة الآفات والأمراض:** تقلل أنظمة الزراعة بدون تربة من مخاطر الآفات والأمراض الشائعة في أنظمة الزراعة التقليدية القائمة على التربة. وذلك لأن النباتات تزرع في بيئة معقمة، خالية من الآفات والأمراض التي تنقلها التربة.**(Barbara ,2023)**

- **الإنتاج على مدار السنة:** تسمح أنظمة الزراعة بدون تربة بإنتاج الطماطم على مدار العام، بغض النظر عن الظروف الجوية أو الموسمية. وذلك لأنه يمكن استخدام الإضاءة الاصطناعية والتحكم في درجة الحرارة لتهيئة ظروف النمو المثالية داخل المنزل. يمكن أن يؤدي ذلك إلى إنتاجية أعلى وإمدادات أكثر اتساقًا من الطماطم على مدار العام.**(Register, 2019)**

### 6-1 المقارنة بين زراعة الطماطم في التربة وبدون تربة:

- **توافر العناصر الغذائية**

- في التربة: في الزراعة التقليدية القائمة على التربة، تتلقى النباتات العناصر الغذائية من التربة نفسها. حيث تؤثر جودة التربة بشكل مباشر على توفر العناصر الغذائية للنباتات.
- بدون تربة: في أنظمة الزراعة المائية، يتم توفير العناصر الغذائية مباشرة للنباتات من خلال محلول مائي. وهذا يسمح بالتحكم الدقيق في تركيبة العناصر الغذائية ومدى توفرها للنباتات. **(Kroggel & Kubota, 2018)**

| العناصر المغذية الصغيرة | العناصر المغذية الكبيرة |
|---|---|
| الحديد<br>البورون<br>المنغنيز<br>النحاس<br>الموليبدينوم<br>الزنك | النيتروجين<br>الفوسفور<br>البوتاسيوم<br>الكالسيوم<br>المغنيزيوم<br>الكبريت<br>الكلوريد |

**جدول 1:** العناصر الغذائية الموجودة في المحلول المغذي لنبات الطماطم

- **إدارة المياه**

- في التربة: تعد ممارسات الري أمرًا بالغ الأهمية في الزراعة القائمة على التربة لضمان حصول النباتات على رطوبة كافية دون أن تصبح مشبعة بالمياه.
- بدون تربة: تستخدم أنظمة الزراعة المائية نظام إعادة تدوير يسمح باستخدام المياه بكفاءة حيث يتم إعادة استخدامها بشكل مستمر داخل النظام.**(Nederhoff & Stanghellini, 2010)**

- **معدل النمو والعائد**

- في التربة: يمكن أن يتأثر معدل نمو نباتات الطماطم في التربة بعوامل مثل نوعية التربة ودرجة الحرارة والتعرض لأشعة الشمس. قد تختلف الغلة بناء على هذه الشروط.
- بدون تربة: يمكن أن تؤدي أنظمة الزراعة المائية في كثير من الأحيان إلى معدلات نمو أسرع وإنتاجية أعلى بسبب البيئة الخاضعة للرقابة التي تعمل على تحسين ظروف نمو النباتات.**(Sideman, 2016)**

- **مكافحة الأمراض والآفات**

- في التربة: تعتبر الزراعة في التربة أكثر عرضة لبعض الأمراض والآفات التي تتواجد في التربة. قد تتضمن إستراتيجيات إدارة المبيدات الحشرية أو الطرق العضوية.
- بدون تربة: يمكن لأنظمة الزراعة المائية أن تقلل من مخاطر الأمراض والآفات التي تنقلها التربة، مما يوفر بيئة أكثر عقمًا لنمو النباتات.**(Williamson, 2021)**

- **التأثير البيئي**

- في التربة: يمكن أن تؤدي الممارسات الزراعية التقليدية إلى تآكل التربة، وجريان المغذيات، وغير ذلك من المخاوف البيئية إذا لم تتم إدارتها بشكل مستدام.
- بدون تربة: يمكن أن تكون أنظمة الزراعة المائية أكثر كفاءة في استخدام الموارد من حيث إستخدام المياه وإدارة المغذيات، مما يجعلها خيارًا أكثر إستدامة.**(Pedalà et al., 2023)**

ا

- **عتبارات التكلفة**

- **في التربة:** قد تكون للزراعة القائمة على التربة تكاليف إعداد أولية أقل لأنها تعتمد على التربة الطبيعية لنمو النبات.
- **بدون تربة:** غالبًا ما تتطلب أنظمة الزراعة المائية استثمارًا أوليًا في البنية التحتية والمعدات، ولكنها يمكن أن تؤدي إلى وفورات في التكاليف على المدى الطويل من خلال زيادة الإنتاجية وكفاءة الموارد. **(Floersch, 2021)**

- **استغلال المساحة**

- في التربة: تتطلب أساليب الزراعة التقليدية مساحة كبيرة من الأرض للزراعة، مما يحد من خيارات الزراعة الحضرية أو الداخلية.
- بدون تربة: يمكن إنشاء أنظمة الزراعة المائية عموديًا أو في بيئات خاضعة للرقابة، مما يسمح بالإستخدام الفعال للمساحة وتمكين الإنتاج على مدار العام.**(Barnes, 2021)**

- **الطعم والقيمة الغذائية**

- في التربة: يرى البعض أن النباتات المزروعة في التربة التقليدية تتمتع بنكهة أكثر ثراءً بسبب التفاعلات المعقدة بين جذور النباتات وميكروبات التربة.
- بدون تربة: قد يكون للطماطم المزروعة في الزراعة المائية طعم مختلف ولكنها لا تزال تقدم قيمة غذائية مماثلة إعتمادًا على المحلول المغذي المستخدم.**(Verdoliva & al.,2021)**

**صورة 3:** الزراعة المائية للطماطم

**صورة 4:** زراعة الطماطم في التربة

### 7-1 الخلاصة

- بشكل عام، تتمتع كل من الطرق المعتمدة على التربة وبدون تربة (الزراعة المائية) بمزاياها وإعتباراتها عندما يتعلق الأمر بزراعة نباتات الطماطم. غالبًا ما يعتمد الإختيار بين الطريقتين على عوامل مثل الموارد المتاحة، والإهتمامات البيئية، والعائدات المرغوبة، وقيود المساحة.

## 2- نبات الخيار (*Cucumis sativus*)

### 2-1 أصل نبات الخيار:

- قبل 8000 سنة، كانت هناك نبتة برية تشبه القرع والبطيخ تنمو في سفوح جبال الهملايا على الحدود بين الهند والصين. تم تربية هذه النبتة قبل 4000 سنة ومنذ ذلك الحين إنتشرت زراعتها في جميع أنحاء العالم. الخيار، الذي يعتبر موطنه الأصلي في شمال الهند، إنتشر بسرعة إلى الصين والشرق الأوسط. كان المصريون يزرعون الخيار على ضفاف النيل وكانوا يستهلكونه بكثرة. كما أدخل العبرانيون الخيار إلى أرضهم، حيث أصبح من أكثر الأطباق التي يفضلونها. بعد ذلك، إنتشر الخيار إلى إفريقيا وأوروبا. الإغريق والرومان كانوا يحبون الخيار كثيرا وكان البستانيون يزرعونه تحت الزجاج لتسريع نموه. في تلك الفترة، بدأ تحضير الخيار مع العسل لتخفيف مرارته (الخيار في العصور القديمة كان يختلف أساسا عن الخيار المستهلك اليوم بمذاقه المر). من بين 100 صنف من الخيار المزروع حاليا، يتم زراعة الثلثين للإستهلاك الطازج بينما يتم تحويل الباقي إلى مخللات وغيرها. **(Ménard,2015)**

### 2-2 الوصف والتصنيف العلمي لنبات الخيار

- الخيار (Cucumis sativus) هو نبات عشبي سنوي يتبع الفصيلة القرعية. يتميز بأوراقه الكبيرة المتناوبة والمنصوصة، والتي تكون خماسية ذات تعرّق راحي وبها ثلاثة إلى خمسة فصوص، وحافة نصل الورقة مسننة. أزهار الخيار أحادية الجنس، شعاعية وخماسية، وهي صفراء شاحبة اللون، ثمار الخيار ممدودة، لحمية، خشنة الملمس، ويمكن أن يصل طولها إلى 30 سم وقطرها إلى 5 سم. تكون الثمار خضراء، وقد يتغير لونها إلى الأبيض أو الأصفر عند النضج، وتحتوي على العديد من البذور. **(Denis,2010)**

**شكل 9:** مرفلوجية نبات الخيار

Kingdom : plantae-plants

Division : Magnoliophyta - Flowering plants

Class : Magnoliopsida – Dicotyledons

Subclass : Asteridae

Order : Cucurbitales

Family : Cucurbitaceae

Genus : Cucumis

Species : ***Cucumis sativus***

**صورة 5:** نبات الخيار

### 3-2 الظروف الزراعية لنبات الخيار النامي في التربة

#### 1-3-2 العوامل الرئيسية لبنية التربة في نبات الخيار

- تتطلب نباتات الخيار ظروف تربة محددة لتزدهر وتنتج ثمارًا صحية. تشمل العوامل الرئيسية في بنية التربة التي تؤثر على نمو نباتات الخيار ما يلي:

- **الملمس:** يعتبر نسيج التربة أمرًا بالغ الأهمية لنباتات الخيار لأنها تفضل تربة جيدة التصريف ذات نسيج طفيلي. تسمح التربة الطميية بنمو الجذور بشكل سليم والإحتفاظ بالمياه دون أن تصبح مشبعة بالمياه، مما قد يؤدي إلى تعفن الجذور.**(Westerfield, 2018)**

- **مستوى الرقم الهيدروجيني:** تفضل نباتات الخيار التربة الحمضية قليلاً إلى المحايدة مع نطاق درجة الحموضة بين 6.0 و 7.0 حيث يعد الحفاظ على مستوى الرقم الهيدروجيني الصحيح أمرًا ضروريًا لتوافر العناصر الغذائية وإستيعابها بواسطة النباتات.**(Affandi & al., 2018)**

- **المواد العضوية:** توفر التربة الغنية بالمواد العضوية العناصر الغذائية الأساسية لنباتات الخيار لتنمو بقوة. حيث تعمل المادة العضوية على تحسين بنية التربة، وإحتباس الماء، وتعزيز النشاط الميكروبي المفيد في التربة.**(Brandenberger & al., 2021)**

- **المحتوى الغذائي:** تتطلب نباتات الخيار إمدادات متوازنة من العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم للنمو الصحي وإنتاج الفاكهة. يمكن أن يساعد إختبار التربة المنتظم في تحديد ما إذا كان هناك نقص في أي عناصر غذائية وتحتاج إلى إستكمالها.**(Ingestad,1973)**

- **الصرف:** الصرف المناسب أمر بالغ الأهمية لنباتات الخيار لأنها عرضة لأمراض الجذور الناجمة عن التشبع بالمياه. يساعد ضمان الصرف الجيد على منع تراكم الماء حول الجذور ويعزز تهوية التربة. **(Brandenberger & al., 2021 )**

- **الضغط:** ضغط التربة يمكن أن يعيق نمو الجذور وإمتصاص العناصر الغذائية في نباتات الخيار. يمكن أن يؤدي تخفيف التربة المضغوطة من خلال الزراعة أو إضافة مواد عضوية إلى تحسين تغلغل الجذور وصحة النبات بشكل عام.**(Brandenberger & al., 2021)**

- **درجة الحرارة:** تزدهر نباتات الخيار في درجات حرارة التربة الدافئة بين 70 درجة فهرنهايت إلى 95 درجة فهرنهايت (21 درجة مئوية إلى 35 درجة مئوية). تساعد زراعة الخيار في التربة التي تم تسخينها بدرجة كافية في الربيع على تعزيز النمو والتطور السريع **(Guan, 2018)**

- **الرطوبة:** مستويات الرطوبة الثابتة ضرورية لنبات الخيار، خاصة أثناء مراحل التزهير والإثمار. كما يمكن أن تساعد التغطية حول النباتات في الحفاظ على رطوبة التربة وتقليل تبخر الماء.**(Guan, 2018)** .

### 2-3-2 العوامل المناخية لزراعة نبات الخيار في التربة

- الخيار هو محصول شبه استوائي يزدهر في ظروف مناخية محددة. فيما يلي العوامل المناخية الرئيسية اللازمة لزراعة نباتات الخيار في التربة. .**(Sánchez,2018)**

- **درجة الحرارة:** يفضل الخيار درجات الحرارة المرتفعة نسبياً بين 75 إلى 85 درجة فهرنهايت. الخيار حساس للصقيع ولا يتحمل درجات الحرارة الباردة. .**(Sánchez,2018)**

- **ضوء الشمس:** يحتاج الخيار إلى الكثير من أشعة الشمس ليزدهر حيث يتطلب ما لا يقل عن 8-6 ساعات يوميا من ضوء الشمس. حيث يعد ضوء الشمس الكافي أمرًا بالغ الأهمية لعملية التمثيل الضوئي.

- **الرطوبة:** الرطوبة الكافية ضرورية لنباتات الخيار، وخاصة خلال مرحلة الإثمار. حيث يحتاج الخيار إلى مستويات رطوبة معتدلة. الرطوبة العالية يمكن أن تزيد من خطر الإصابة بالأمراض، لذلك من المهم الحفاظ على التوازن في مستويات الرطوبة. .**(Sánchez,2018)**

- **الري:** تتطلب نباتات الخيار إمدادات مياه ثابتة لتحقيق النمو الأمثل وإنتاج الفاكهة. يعد الري المستمر ضروريًا لضمان النمو والتطور السليم للنبات ولمنع المرارة في الفاكهة، الإفراط في الري يمكن أن يؤدي إلى تعفن الجذور وأمراض أخرى.

- **الخلاصة :** يحتاج الخيار إلى درجات حرارة دافئة، والكثير من ضوء الشمس، والرطوبة الكافية، والرطوبة المعتدلة لينمو بنجاح في التربة.**(Sánchez,2018)**

### 4-2 الظروف الزراعية لنبات الخيار النامي بدون التربة

- **المحلول المغذي:** في الأنظمة المائية، تعتمد نباتات الخيار على المحلول المغذي لتوفير المعادن والمواد المغذية الأساسية للنمو. يجب أن يحتوي المحلول على العناصر الغذائية الكبرى والصغرى التي يحتاجها الخيار، بما في ذلك النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها. **(Morgan,2023)**

- **مستويات الأس الهيدروجيني:** يعد الحفاظ على مستوى الأس الهيدروجيني الصحيح للمحلول المغذي أمرًا بالغ الأهمية لنمو الخيار الأمثل. يفضل الخيار عادةً درجة حموضة حمضية قليلاً إلى محايدة تتراوح بين 5.8 و6.5. كما تعد المراقبة المنتظمة وتعديل مستويات الأس الهيدروجيني ضرورية لمنع نقص العناصر الغذائية أو السمية.**(Kratky, Maehira & Cupples,2000)**

- **درجة الحرارة والرطوبة:** تزدهر نباتات الخيار في درجات حرارة دافئة تتراوح بين 75 درجة فهرنهايت إلى 85 درجة فهرنهايت (24 درجة مئوية إلى 29 درجة مئوية). من الضروري توفير بيئة درجة حرارة مستقرة لتحقيق النمو الأمثل. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يؤدي الحفاظ على مستويات رطوبة كافية تتراوح بين 60% إلى 70% إلى تعزيز النمو الصحي للنبات.**(Starnes,2012)**

- **الإضاءة:** نظرًا لأن أنظمة الزراعة المائية تُستخدم غالبًا في في بيئات خاضعة للرقابة، فإن توفير الإضاءة الكافية يعد أمرًا بالغ الأهمية لعملية التمثيل الضوئي وإنتاج الفاكهة. يمكن استخدام مصابيح النمو LED أو مصادر الإضاءة الإصطناعية الأخرى لضمان حصول نباتات الخيار على كثافة الضوء اللازمة ومدتها.**(Holley,2022)**

- **دوران الهواء:** يعد دوران الهواء المناسب داخل النظام المائي أمرًا حيويًا لمنع حدوث مشكلات مثل العفن أو الفطريات أو الهواء الراكد حول النباتات. تساعد التهوية الكافية في تنظيم مستويات درجة الحرارة والرطوبة مع تعزيز نمو النبات الصحي.**(McCandless, 2022)**

- **الهياكل الداعمة**: تتطلب نباتات الخيار هياكل دعم مثل التعريشات أو الأوتاد للسماح للكروم بالتسلق ودعم وزن الثمار النامية. يمكن أن يساعد توفير الدعم الكافي في وقت مبكر من مرحلة نمو النبات في منع تلف الكروم والفواكه في وقت لاحق.**(Morgan,2023)**

### 5-2 فوائد نظام الزراعة بدون تربة لنبات الخيار:

- توفر الزراعة المائية العديد من الفوائد لزراعة نباتات الخيار، بعض المزايا الرئيسية تشمل ما يلي:

- **التوصيل الأمثل للمغذيات:** حيث يتم توفير العناصر الغذائية مباشرة إلى جذور النباتات بكميات محددة وفي الوقت المناسب. وهذا يضمن حصول نباتات الخيار على جميع العناصر الغذائية الأساسية لتحقيق النمو الأمثل، مما يؤدي إلى نباتات أكثر صحة وإنتاجية.**(Kaini,2020)**

- **الوقاية من الأمراض:** إحدى المزايا المهمة للزراعة بدون تربة هي القضاء على الأمراض التي تنقلها التربة والتي يمكن أن تؤثر على نباتات الخيار. ومن خلال إزالة التربة من المعادلة، يتم تقليل خطر مسببات الأمراض والآفات التي تلحق الضرر بالمحاصيل بشكل كبير، مما يعزز نمو النباتات بشكل أكثر صحة وإنتاجية أعلى.**(Kaini,2020)**

- **زيادة المحصول ومعدل النمو:** غالبًا ما تظهر نباتات الخيار المزروعة في أنظمة بدون تربة معدلات نمو أسرع وزيادة في الإنتاجية مقارنة بطرق الزراعة التقليدية القائمة على التربة. تتيح البيئة الخاضعة للرقابة التي توفرها الزراعة بدون تربة ظروف نمو مثالية، مما يؤدي إلى تعزيز الإنتاجية. **(Serio & Machado,2022)**

- **استغلال المساحة:** تعمل أنظمة الزراعة بدون تربة، مثل الزراعة المائية، على تمكين إعدادات الزراعة الرأسية أو المدمجة التي تزيد من الإستفادة من المساحة. وهذا مفيد بشكل خاص للزراعة الداخلية حيث تكون المساحة محدودة، مما يسمح للمزارعين بزراعة عدد أكبر من نباتات الخيار في مساحة أصغر. **(Kaini,2020)**

### 6-2 المقارنة بين زراعة نبات الخيار في التربة وبدون تربة:

- عند مقارنة زراعة الخيار في التربة و بدون تربة، هناك اختلافات واضحة في طرق الزراعة، وتوافر المغذيات، وإدارة المياه، ونمو النبات بشكل عام.حيث يكمن الاختلاف في:**(Michelle,2023)**

- **توافر العناصر الغذائية**

- في التربة :عندما يزرع الخيار في التربة، فإنه يتمكن من الوصول إلى مجموعة واسعة من العناصر الغذائية الموجودة في التربة. يمكن للجذور إمتصاص العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم والمغذيات الدقيقة من التربة.
- بدون تربة: في أنظمة الزراعة المائية، يزرع الخيار بدون تربة، مع تعرض جذوره مباشرة لمحلول مغذي. وهذا يسمح بالتحكم الدقيق في العناصر الغذائية المتاحة للنباتات.**(Samba & al.,2024)**

- **إدارة المياه**

- في التربة : في الزراعة القائمة على التربة، تعد إدارة المياه أمرًا بالغ الأهمية لضمان حصول النباتات على رطوبة كافية دون أن تصبح مشبعة بالمياه. يعد الصرف المناسب ضروريًا لمنع تعفن الجذور والمشاكل الأخرى المتعلقة بالمياه.
- بدون تربة: تُعرف أنظمة الزراعة المائية بكفاءتها في إستخدام المياه حيث تقوم بإعادة تدوير المياه وإعادة إستخدامها داخل النظام. وهذا يمكن أن يؤدي إلى إنخفاض إستهلاك المياه مقارنة بالزراعة التقليدية القائمة على التربة. **(Schuh,2022)**

- **تطوير الجذور**

- في التربة : تعمل نباتات الخيار المزروعة في التربة على تطوير أنظمة جذرية واسعة النطاق تساعد على تثبيت النبات وتسهيل إمتصاص العناصر الغذائية من التربة المحيطة.
- بدون تربة: في الزراعة المائية، يتم إيلاء إهتمام خاص لأكسجين جذور نباتات الخيار لأنها لا تتلامس مع التربة الهوائية. التهوية المناسبة تضمن نموًا صحيًا للجذور.**(Tsukagoshi & Shinohara, 2016)**

- **صحة التربة**

- في التربة : تلعب جودة التربة، بما في ذلك مستوى الرقم الهيدروجيني ومحتوى المواد العضوية والنشاط الميكروبي، دورًا مهمًا في نمو وإنتاجية نباتات الخيار.
- بدون تربة: يمكن تصميم أنظمة الزراعة المائية عموديًا أو في إعدادات مدمجة، مما يسمح بالإستخدام الفعال للمساحة وربما إنتاجية أعلى لكل قدم مربع مقارنة بزراعة التربة التقليدية.. **(Singh, Kachwaya & Kalsi, 2018)**

- **المقارنة الشاملة**

- **إمكانية الإنتاجية:** في حين أن كلا الطريقتين يمكن أن تنتج محاصيل خيار صحية، فإن أنظمة الزراعة المائية قد توفر عوائد أعلى بسبب توصيل المغذيات الأمثل والظروف البيئية الخاضعة للرقابة. **(Tanemura & Ohyama,2023)**

- **كفاءة الموارد:** تميل أنظمة الزراعة المائية إلى أن تكون أكثر كفاءة في استخدام الموارد من حيث إستخدام المياه وإستخدام المغذيات مقارنة بالزراعة التقليدية القائمة على التربة.**(Čepulienė & al.,2022)**

- **تعقيد الإدارة:** تتطلب زراعة الخيار بدون تربة مراقبة أكثر دقة لمستويات العناصر الغذائية وتوازن الرقم الهيدروجيني والعوامل البيئية مقارنة بالطرق التقليدية المعتمدة على التربة **(Singh, Kachwaya & Kalsi, 2018)** .

**صورة 7:** زراعة الخيار في التربة

**صورة 6:** الزراعة المائية للخيار

### 7-2 الخلاصة

- كل من زراعة الخيار في التربة وبدون تربة لها مزاياها وتحدياتها. غالبًا ما يعتمد الإختيار بين هذه الطرق على عوامل مثل المساحة المتاحة والموارد ومستويات الإنتاجية المطلوبة وخبرة المزارع.

# الجزء الثالث

# مواد وطرق البحث

### 1. الهدف من الدراسة

إن الهدف من هذه الدراسة هو مقارنة نمو شتلات نوعين من الخضروات الطماطم والذي نرمز له ***(V1)*** ونبات الخيار ***(V2)*** النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة ***Root Dipping Technique*** وفي وسط التربة الزراعية وإستنتاج أي وسط يكون أسرع في النمو لكلا النوعيين.

| المادو النباتية المستعملة | المصدر | الاسم العلمي | الرمز |
|---|---|---|---|
| الطماطم | الهند | *Solanum Lycopersicum L* | *V1* |
| الخيار | الولايات المتحدة الامريكية | *Cucumis Sativus* | *V2* |

**جدول 2:** مواصفات الأنواع المدروسة

### 2. تصميم التجربة:

- صممت هذه الدراسة بتصميم القطاعات العشوائية الكاملة حيث شملت الدراسة على نوعين من الخضروات الطماطم ***(V1)*** ونبات الخيار ***(V2)*** النامية في وسطين من النمو الوسط اللأول في التربة الزراعية ***(S)*** والوسط الثاني ***(H)*** تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة ***Root Dipping Technique*** يكون ذلك في فترتين زمنيتين من النمو. الفترة الأولى **(T1)** بعد 30-40 يوم والفترة الثانية **(T2)** بعد 60 يوم تكرر هذه التجارب 4 مرات ***(R1, R2, R3, R4)*** وبالتالي فقد إحتوت هذه التجربة على **32** وحدة تجربية تم توزيع هذه المعاملات على النحو التالي:

| | ***V1*** | | | | ***V2*** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ***S*** | | ***H*** | | ***S*** | | ***H*** | |
| | ***T1*** | ***T2*** | ***T1*** | ***T2*** | ***T1*** | ***T2*** | ***T1*** | ***T2*** |
| ***R1*** | *R1 V1 S T1* | *R1 V1 S T2* | *R1 V1 H T1* | *R1 V1 H T2* | *R1 V2 S T1* | *R1 V2 S T2* | *R1 V2 H T1* | *R1 V2 H T2* |
| ***R2*** | *R2 V1 S T1* | *R2 V1 S T2* | *R2 V1 H T1* | *R2 V1 H T2* | *R2 V2 S T1* | *R2 V2 S T2* | *R2 V2 H T1* | *R2 V2 H T2* |
| ***R3*** | *R3 V1 S T1* | *R3 V1 S T2* | *R3 V1 H T1* | *R3 V1 H T2* | *R3 V2 S T1* | *R3 V2 S T2* | *R3 V2 H T1* | *R3 V2 H T2* |
| ***R4*** | *R4 V1 S T1* | *R4 V1 S T2* | *R4 V1 H T1* | *R4 V1 H T2* | *R4 V2 S T1* | *R4 V2 S T2* | *R4 V2 H T1* | *R4 V2 H T2* |

**جدول 3:** توزيع المعاملات والمكررات

## 3. الوصف التجريبي

### 3-1 عملية إنبات البذور

- تم رش بذور نبات الطماطم **{صورة 8}** والخيار **{صورة 9}** كل على حدي في أطباق بتري به ورق النشاف المبلل بالماء العادي. ثم الضغط برفق لتأسيس إتصال جيد بين الورق والبذور، بعدها تم سقي بالماء برفق للحفاظ على رطوبة الوسط خلال فترة الإنبات. وللحصول على أفضل النتائج، تم وضع هذه الأطباق تحت درجة حرارة ورطوبة معتدلة وإستغرق عملية الإنبات من 7-10 أيام الى غاية خروج السويقة والجذيرحيث تتم هذه العملية للبذور في كلا الوسطين (التربة وبدون تربة).

**صورة 9:** انبات بذور الخيار

**صورة 8:** انبات بذور الطماطم

### 3-2 النمو في وسط التربة

#### 3-2-1 عملية الزرع:

- بعد عملية الإنبات تنقل البذور المنبتة الى أصص قطرها 5 سم بها التربة ويوضع في كل إصص بذرة واحدة منبتة وهذا لكلا النوعين الطماطم والخيار يكون السقي بماء الحنفية 2-3 مرات في الأسبوع بواسطة بخاخة ماء **{صورة 11}**.

**ملاحظة:**

- تمت زراعة شتلات الطماطم والخيار في التربة في البيت البلاستيكي الموجود في جامعة الاخوة منتوري مع إستعمال التربة السوداء **(la tourbe)** من نوع terreau **{صورة 11}**.

**صورة 11:** زرع البذور في التربة

**صورة 10:** البيت البلاستيكي

### 2-2-3 نقل الشتلات الى التربة

- تحضير التربة الزراعية:

- يتم غربلة وتصفية التربة ومن الاحسن ان تكون جافة.
- نقوم بتحضير التربة المجهزة عن طريق خلط (ثلث التربة المغربلة، ثلث رمل، ثلث دبل).
- بعد فترة من الزمن تصبح مساحة الأصص غير كافية لنمو النبات حيث تعرقل تمدد الجذور خلال النمو وبذالك ننقل الشتلات إلى التربة المجهزة في المشتل لإكمال نموها وعند وصول طول النباتات من 3-5 سم وخروج الأوراق الحقيقية لكلا النوعين الطماطم والخيار تجرى عليها الدراسة حيث إستغرقت فترة النمو الأولى 40 يوم بينما تترك شتلات الطماطم والخيار المتبقية إكمال نمو مدة 20 يوم أخرى ثم تجرى عليها الدراسة.

**صورة 13:** نمو الخيار في الفترة الأولى في التربة

**صورة 12:** نمو الطماطم في الفترة الأولى في التربة

**صورة 15:** نمو الخيار في الفترة الثانية في التربة

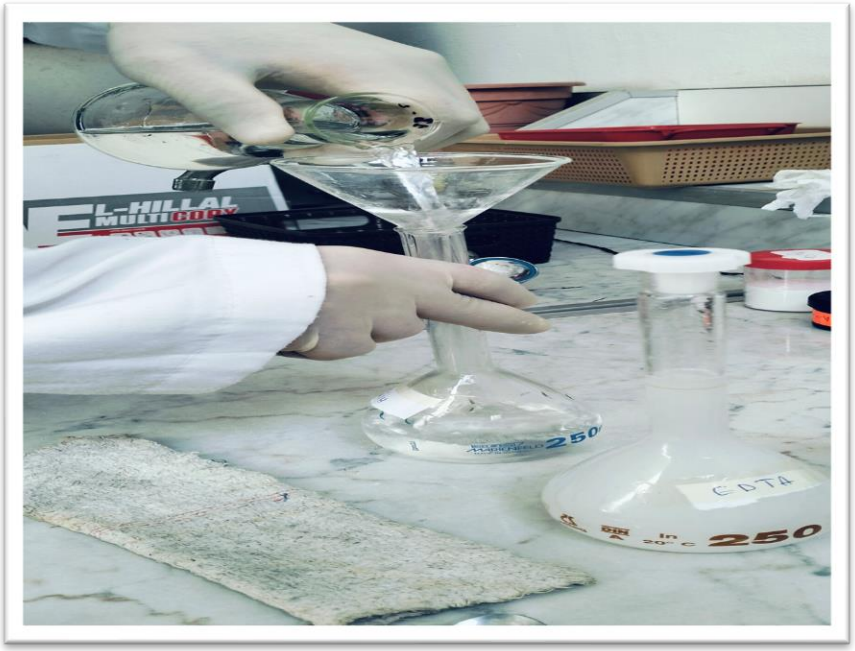
**صورة 14:** نمو الطماطم في الفترة الثانية في التربة

### 3-3 النمو تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة *Root Dipping Technique*

#### 1-3-3 تحضير المحلول المغذي

##### 1-1-3-3 تحضير المحلول الغذائي الأساسي Hoangland

- يتم تحضير المحلول المغذي الأساسي Hoagland وفق الجدول التالي **{جدول 4}**.




**صورة 16:** تحضير المحلول المغذي الاساسي

**ملاحظة:**

- المواد 1-10 تذاب كل مادة على حدي في ليتر ماد مقطر.
- المواد من 13-17 تذاب جميعا في ليتر ماد مقطر (محلول العناصر الصغرى).
- المادتين 11-12 تذاب مع بعض لتحضير Fe-EDTA.

| المادة | التركيز بالغرام /لتر ماء مقطر |
|---|---|
| 1. $CA(NO)_3$ | 82 |
| 2. $KANO_3$ | 50.5 |
| 3. $MgSO_4$ | 75.5 |
| 4. $KH_2PO_4$ | 87.1 |
| 5. $NaNO_3$ | 42.5 |
| 6. $CaCl_2$ | 55.5 |
| 7. $Na_2SO_4$ | 71 |
| 8. $KCl$ | 37.5 |
| 9. $NaH_3PO_4$ | 86 |
| 10. $MgCL3$ | 60 |
| 11. $FeSO_47H_2O$ | 7.5 |
| 12. $EDTA$ | 10.2 |
| 13. $H_3BO_3$ | 2.5 |
| 14. $MnCl_22H_2O$ | 1.5 |
| 15. $ZnCl_3$ | 0.1 |
| 16. $CuCl_22H_2O$ | 0.05 |
| 17. $MoO_3$ | 0.05 |

-

**جدول 4:** المحلول الغذائي الأساسي

### 2-1-3-3 تحضير محلول *FE-EDTA*

- يتم تحضير محلول ***FE-EDTA*** **{صورة 16}** كما هو موضح في **{جدول 5}**.

| المكونات | التركيز الكتلي | التركيز المولي |
|---|---|---|
| $FeSO_4 7H_2O$ | *25.02 g/L* | *90 mmol/* |
| $C_{10}H_{16}N_2O_8$ *(EDTA)* | *26.30 g/L* | *90 mmol/* |
| $H_2SO_4$ | *0.196 g/L* | *2 mmol/L* |
| $KoH$ | *15.71 g/* | *280 mmol* |

**جدول 5:** محلول *FE-EDTA*

**صورة 17:** مكونات *FE-EDTA*

**صورة 18:** محلول *FE-EDTA*

### 3-1-3-3 تحضير المحلول المغذي النهائي

- يحضر المحلول النهائي المستعمل في المزرعة المائية كما هو مدون في **{جدول 6}**:
- نقوم بتحضير مكونات المحلول النهائي في 1 لتر من الماء المقطر للحصول على **1** من المحلول المغذي النهائي
- تضبط درجة الحموضة *PH* بين 5.5- 7.5 **{جدول 6}.**

| المكونات | التركيز |
|---|---|
| $CA(NO)_3$ | 10 *ml* |
| $KANO_3$ | *10 ml* |
| $MgSO_4$ | *4 ml* |
| $KH_2PO_4$ | *2 ml* |
| $FE-EDTA$ | *1 ml* |
| **محلول العناصر الصغرى** | *1 ml* |

**جدول 6:** المحلول المغذي النهائي

**صورة 20:** ضبط (PH) للمحلول المغذي

**صورة 19:** المحلول المغذي النهائي

### 2-3-3 عملية الزرع

- بعد عملية الإنبات تنقل البذور المنبتة الى أصص تحتوي على القطن ويوضع في كل أصص بذرة واحدة منبتة وهذا لكلا النوعين الطماطم والخيار ويكون السقي بالملحلول المغذي 4 مرات بإنتظام في الأسبوع بواسطة بخاخة ماء.

### 3-3-3 النقل لنظام الزراعة المائية

- بعد فترة من الزمن تصبح مساحة القطن غير كافية لنمو النبات حيث تعرقل تمدد الجذور خلال النمو وبذالك ننقل الشتلات تنقل إلى نظام الزراعة المائية بتقنية الجذور الغاطسة **Root Dipping Technique** تزرع الشتلات في أوعية ذات سعة 2 لتر تحتوي على المحلول المغذي. وبتم الإحتفاظ بمستوى المحلول منخفض من 2-3 سم بما فيه الكفايةٌ لتتمكن الجذور من النمو فوق المحلول للحصول على الأوكسجينٌ الكافي. تم إستعمال مادة البوليستيرن كغطاء للأوعية بعد ذالك تم وضع علامة على غطاء البوليستيرين بعلامات إرشادية لحفر الثقوب التي بمسافة 3سم في صفوف متداخلة تفصل بينها مسافة 2سم وعادةً ما تحتوي الوعاء التي يبلغ طولها 2 × 4 سم على 24 ثقبًا. ومن بعدها يتم القيام بتثقيب الثقوب بالمقص بعد هذه العملية يتم القيام بإزالة الشتلات من أطباق بتري، ودفعها برفق في راحة اليد واحدة تلو الأخرى، مع تجنب شد السيقان الرقيقة فقد تقتل النباتات. ثم يتم بفك وتقويم الجذور بالأصابع، ووضع شتلة واحدة في كل وعاء شبكي، مع دعمها بقطعة من القطن وثني الجذور من خلال الشرائح حتى تتدلى في المحلول. وعند وصول طول النباتات من 3-5 سم وخروج الأوراق الحقيقية لكلا النوعين الطماطم والخيار تجرى عليها الدراسة حيث تستغرق فترة النمو الأولى حوالي 30 يوم بينما تترك شتلات الطماطم والخيار المتبقية إكمال نموها في نظام الزراعة المائية مدة 20 يوم اخرى ثم تجرى عليها الدراسة.

-

**صورة 22:** نمو الخيار في الفترة الأولى في الزراعة المائية

**صورة 21:** نمو الطماطم في الفترة الأولى في الزراعة المائية

**صورة 24:** نمو الخيار في الفترة الثانية في الزراعة المائية

**صورة 23:** نمو الطماطم في الفترة الثانية في الزراعة المائية

### 3-4 الدراسة المخبرية

### 3-4-1 الدراسة على شتلات العمر الأول

- بعد إنتهاء فترة نمو الأولى تم تطبيق دراسة مخبرية على شتلات الطماطم والخيار النامية في التربة وبدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة وذالك عبر:
- أخذ 4 شتلات من كل نوع من كلا الوسطين، ليصبح المجموع 16 شتلة:
  - 4 شتلات من الطماطم النامية في التربة.
  - 4 شتلات من الطماطم النامية في الماء.
  - 4 شتلات من الخيار النامية في التربة.
  - 4 شتلات من الخيار النامية في الماء.

- **قياس الوزن الغظ**

- تنظيف وغسل جذور شتلات الطماطم والخيار النامية في التربة وتجفيفها بورق النشاف.
- قياس الوزن الغظ لجمبع الشتلات بالميليغرام *(Mg)* بإستخدام ميزان مخبري دقيق **{صورة 24}**.

- **قياس الوزن الجاف**

- وضع الشتلات في فرن تجفيف عند درجة حرارة 100 لمدة 30 دقيقة **{صورة 25}**.
- قياس الوزن بعد التجفيف مباشرةً، حبث نلاحظ نقصان وزن الشتلات بسبب فقدانها للماء.
- نكرر العملية مرات متتالية حتى ثبات الوزن ثم نقوم بأخذ الوزن الجاف النهائي.

### 3-4-2 الدراسة على شتلات العمر الثاني

- تتم الدراسة على نباتات العمر الثاني النامية في التربة وفي الماء بنفس طريقة الدراسة على نباتات العمر الأول وذالك بعتمد على أخذ الوزن الغظ والجاف لجميع الشتلات النامية في الفترة الثانية.

### 3-4-3 الدراسة على أجزاء النبات

- قياس الوزن الغظ (Mg) بإستعمال ميزان مخبري دقيق لأوراق شتلات الطماطم والخيار.
- تجفيف الأوراق في الفرن لمدة 30 د وأخذ الوزن الجاف $(Mg)$.
- حساب عدد الأوراق المركبة بالنسبة لشتلات الطماطم.
- حساب عدد الأوراق الحقيقية لشتلات الطماطم والخيار.
- خساب مساحة الأوراق الأوراق لكلا النوعين.
- حساب طول الساق $Cm$.
- حساب طول الجذور $Cm$.
- حساب طول النبات الكلي $Cm$.

- **ملاحظة:** في الدراسة الإحصائية نأخذ متوسط الاوزان لاربع شتلات في كلا الوسطين:

$$\text{متوسط الأوزان } (\boldsymbol{Mg}) = \frac{\text{مجموع أوزان 4 شتلات}}{4}$$

**صورة 25:** عملية وزن الشتلات

**صورة 26:** عملية تجفيف الشتلات

-

## 4. دراسة التحليل الحسابي للنمو

- **معدل النمو المطلق *Absolute growth rate (AGR)***

$$\boldsymbol{AGR}\ (Mg/j) = \frac{W_2 - W_1}{T_2 - T_1}$$

- $W_1$ : الوزن الجاف الكلي للنبات (مغ) عند العمر الأول.
- $W_2$ : الوزن الجاف الكلي للنبات (مغ) عند العمرالثاني.
- $T_1$ : العمر الأول للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده.
- $T_2$ : العمر الثاني للنبات الذي تم تقدير الوزن الجاف عنده.**(Raford,1967)**

- **معدل النمو النسبي *Relatif gowth rate (RGR)***

- يتم حساب معدل النموالنسبي وفق القانون التالي **(Raford,1967)**

$$\boldsymbol{RGR}\ (\boldsymbol{Mg/j}) = \frac{LOG\ (W_2) - LOG\ (W_1)}{T_2 - T_1}$$

- **معدل وحدة المجموع الخضري *Unit shoot rate (USR)***

$$\boldsymbol{USR}\ (\boldsymbol{Mg/j}) = \frac{[W_2 - W_1][Log(SW_2) - Log(SW_1)]}{[T_2 - T_1][SW_2 - SW_1]}$$

- $W1, W2, T1, T2$ : كما في المعادلة السابقة.
- $SW1$ : الوزن الجاف للمجموع الخضري فقط عند العمر الأول.
- $SW2$ : الوزن الجاف للمجموع الخضري فقط عند العمر الثاني.**(Raford,1967)**

- **قياسات النمو الخضرى *W=Woert***

$$\boldsymbol{Log(W)} = Log(W_0) + r.T.Log(E)$$

- $Wo$ هو وزن النبات الإبتدائي.
- $E$ هو ثابت مقداره 2.7182
- $r$ هي نسبة معدل الزيادة.
- $T$ هو الزمن. (Rdford,1967)

- **تقدير المساحة النوعية للأوراق Specific leaf area (*SLA*)**

- يتم حساب المسساحة النوعية للأوراق وفق القانون التالي **(Raford,1967)**

$$\text{SLA } (Cm^2/Mg) = \frac{\text{مساحة الورقة } (Cm^2)}{\text{الوزن الجاف للورقة}(Mg)}$$

- **حساب عدد الأوراق**

| الطماطم | عدد الأوراق المركبة FC | عدد الأوراق البسيطة FS |
|---|---|---|
| الخيار | عدد الأوراق FC | |

- **طول الجذور (*LR*)**

- يتم قياس طول المجموع الجذري بالنسبة لشتلات الطماطم والخيار في كلا الوسطين بإستعمال مسطرة بوحدة $(Cm)$.

- **طول الساق (*LT*)**

$$\text{طول الساق } (Cm) = \text{طول النبات الكلي} - \text{طول الجذر}$$

- **عدد الأزهار (*NF*)**

- تم حساب عدد الازهار بالنسبة لشتلات الخيار فقط بسبب عدم الإزهار لشتلات الطماطم.

- **مؤشرمساحة الأوراق Leaf area index (*LA I*)**

- يتم حساب مساحة أوراق النبات $(Cm^2)$ باستخدام الأقراص حيث يؤخذ عدد 50 قرص بواسطة ثاقب معلوم المساحة من عينة ممثلة لأوراق النبات ثم تجفف حتى ثبات الوزن ثم تحسب مساحة الأقراص $(Cm^2)$ووزنها الجاف $(Mg)$بعد ذالك تجفف كل الأوراق ويقدر وزنها الجاف $(Mg)$ ويتم حساب مؤشر مساحة أوراق النبات $(Cm^2)$ تبعا للمعلدلة التالية:**(Raford,1967)**

$$\text{مؤشر مساحة الاوراق } LAI = \frac{[\text{مساحة القرص } (Cm^2)]\ [\text{الوزن الجاف لأوراق النبات } (Mg)]}{\text{الوزن الجاف للاقراص}(Mg)}$$

### 5. الدراسة الإحصائية المطبقة

- لتحديد أفضل متغير مثل الأفراد تحت الدراسة وأظهرنمو شتلات نوعين من الخضروات الطماطم ***V1 Solanum lycopersicum L*** ونبات الخيار ***V2 Cucumis sativus*** النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة ***Root Dipping Technique*** وفي وسط التربة الزراعية، ومدى قدرتهم على النمو. أثناء مرحلة نمو الشتلة تم تطبيق دراسة إحصائية وصفية تمثلت في إتباع تحليل المركبات النموذجية ***Analyses des Composante principales (ACP)*** و من خلالها إستنتاج إرتباطات إجابية و سلبية بين المتغيرات المقدرة مثل معدل النمو المطلق ***AGR***، معدل النمو النسبي***RGR*** ، معدل وحدة المجموع الخضري***USR*** ، قياسات النمو الخضرى***W*** ، المساحة النوعية للأوراق***SLA*** ، مؤشرمساحة الأوراق***LA I*** ، عدد الأوراق المركبة ***FS*** ، عدد الأوراق البسيطة ***FC***،طول الجذور ***LT*** ، طول الساق ***LT***، عدد الازهار ***NF***

# الجزء الرابع
# مناقشة و
# تفسير النتائج

## 1. تحليل ومناقشة نتائج المتغيرات الحسابية

- عند مقارنة نمو وتطور شتلات الطماطم والخيار في التربة والزراعة المائية بتقنية الجذور الغاطسة، وحساب قيم المتغيرات **{جدول 7}** تحصلنا على النتائج التالية:

| | الزراعة في التربة | | الزراعة في المحلول الغذائي | |
|---|---|---|---|---|
| | الطماطم | الخيار | الطماطم | الخيار |
| $AGR\ (Mg/j)$ | 12.86±0.02 | 5.329±0.05 | 39.27±0.06 | 18.89±0.01 |
| $RGR\ (Mg/j)$ | 0.03±0.04 | 0.009±0.05 | 0.05±0.05 | 0.024±0.03 |
| $USR\ (Mg/j)$ | 0. 012±0.08 | 0.002±0.01 | 0.013±0.08 | 0.006±0.01 |
| $W\ (Mg/j)$ | 17.56±0.002 | 18.03±0.005 | 174.60±0.007 | 100.48±0.001 |
| $SLA\ (Cm^2/Mg)$ | 34.24±0.004 | 37.17±0.002 | 35.71±0.001 | 47.04±0.001 |
| $LAI\ (Cm^2)$ | 6.71±0.07 | 4.67±0.03 | 5.89±0.02 | 4.69±0.09 |
| $FS$ | 5±0.05 | 4±0.01 | 6±0.02 | 7±0.04 |
| $FC$ | 7±0.001 | ////////// | 9±0.004 | ////////// |
| $NF$ | 0 | 1±0.007 | 0 | 4±0.006 |
| $LR\ (Cm)$ | 7.5±0.08 | 9.8±0.04 | 10.07±0.01 | 14.7±0.07 |
| $LT\ (Cm)$ | 30.5±0.02 | 17.2±0.05 | 34.3±0.06 | 21.8±0.02 |

**جدول 7 :**مقدار اختلاف نقاط البيانات الفردية عن متوسط مجموعة البيانات

- **خطوات حساب الإنحراف المعياري**

- الإنحراف المعياري هو مقياس إحصائي يساعد على فهم تشتت أو تباين مجموعة من نقاط البيانات من المتوسط. فهو يوفر نظرة ثاقبة حول مدى انتشار القيم في مجموعة البيانات ومدى إنحرافها عن المتوسط.
- **حساب المتوسط:** نبحث عن متوسط قيمة مجموعة البيانات.
- **حساب التباين:** وذالك بتحديد كيفية انحراف كل نقطة بيانات عن المتوسط، ونقوم بتربيع هذه الإنحرافات، ثم نبحث عن متوسطها.
- **أخذ الجذر التربيعي:** نأخذ الجذر التربيعي للتباين لتحصل على الانحراف المعياري.

- **خطوات تفسير الانحراف المعياري**

- قبل تفسير الإنحراف المعياري، من الضروري حساب المتوسط (المتوسط) لمجموعة البيانات. يمثل المتوسط القيمة المركزية التي يتم توزيع نقاط البيانات حولها. يشير الإنحراف المعياري الأعلى إلى أن نقاط البيانات منتشرة على نطاق أوسع من المتوسط، مما يشير إلى تباين أكبر في مجموعة البيانات. وعلى العكس من ذلك، يعني الإنحراف المعياري الأقل أن نقاط البيانات أقرب إلى المتوسط، مما يشير إلى تقلب أقل. كما يسمح الانحراف المعياري بالمقارنة بين مجموعات البيانات المختلفة. ويشير الانحراف المعياري الأصغر إلى أن معظم نقاط البيانات قريبة من المتوسط، في حين يشير الانحراف المعياري الأكبر إلى مزيد من التباين بين

نقاط البيانات. إذ يساعد فهم الإنحراف المعياري في تقييم دقة وموثوقية البيانات. ويشير الإنحراف المعياري المنخفض إلى أن نقاط البيانات تتجمع بشكل وثيق حول المتوسط، مما يوفر معلومات أكثر دقة.

### 1-1 تحليل جدول نتائج المؤشرات:

- عند مقارنة نمو وتطور شتلات الطماطم والخيار في التربة وفي الزراعة المائية بتقنية الجذور الغاطسة، لاحظنا تفوقًا واضحًا في معدلات النمو المطلق، معدل النمو النسبي، معدل وحد المجموع الخضري، والنمو الخضري (***AGR,RGR,USR,W***) في الزراعة المائية. هذا التفوق أدى تلقائيًا إلى نمو أفضل لأجزاء النبات، بما في ذلك عدد الأوراق البسيطة والمركبة، طول الساق، طول الجذور، ومساحة الأوراق (***FC,FS,LT,LR,SLA***)

- بالمقابل، في التربة، كانت هذه المعدلات أقل بسبب الظروف التي تعرضت لها الشتلات، مما أدى إلى النمو البطيء لأجزاء النبات في التربة مقارنة مع الزراعة المائية. بالتالي، يمكن القول إن الزراعة المائية بتقنية الجذور الغاطسة حصلت على ظروف أفضل لنمو وتطور الشتلات مقارنة بالتربة.

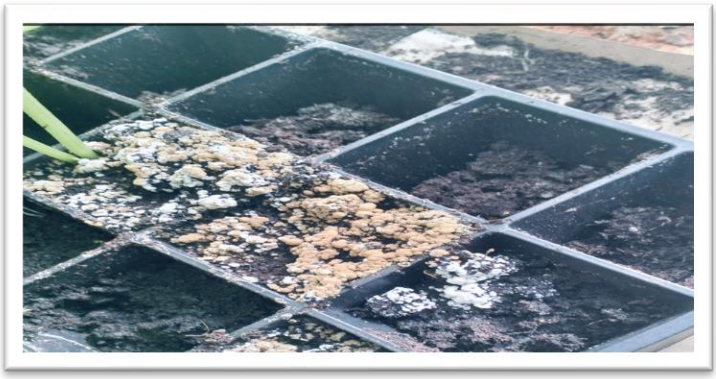
### 2-1 أهم الفروقات بين الزراعة في التربة وبدون تربة لنبات الطماطم والخيار:

- عند زراعة شتلات الطماطم والخيار في المحلول المغذي بتقنية الجذور الغاطسة، كانت درجة حموضة المحلول المغذي معلومة ومضبوطة بدقة طول التجربة حيث كانت تتراوح بين (6.8-6.2)، مما يضمن توافر العناصر الغذائية بشكل مستمر ومتوازن للنباتات. بفضل هذا التحكم، تمكنت النباتات من إمتصاص العناصر الغذائية بشكل فعال في جميع الأوقات دون مواجهة صعوبات لكن بالمقابل كانت درجة حموضة التربة غير معلومة قد يؤثر على توافر العناصر الغذائية للنباتات بسبب التقلبات في درجة الحموضة وعدم إستقرارها.

- كانت مستويات العناية بشتلات الطماطم والخيار المزروعة في التربة أكثر من تلك المزروعة في الماء. كانت عمليات الري تتم بمعدل يصل إلى 3-4 مرات في الأسبوع نظرًا للظروف الجوية الحارة والجافة. بالمقابل، كانت عمليات الري للشتلات المزروعة في الماء تتم بالمحلول المغذي بمعدل مرتين في الأسبوع .يعود تفسير هذه الظاهرة إلى الإختلافات في طريقة توفير الماء والمغذيات للنباتات في كل بيئة زراعية. في التربة، يكون النبات معرضًا لخطر الجفاف بشكل أكبر نظرًا لإمتصاص الأرض للماء بسرعة وفقدانه بسهولة. لذلك، كان من الضروري زيادة عمليات الري للحفاظ على رطوبة التربة ومنع جفاف النبات .أما في الزراعة المائية، فإن توفير الماء والمغذيات يتم بشكل مباشر لجذور النبات عبر المحلول المغذي المستخدم في النظام المائي. هذا يسمح بتوفير كميات محددة ومتوازنة من الماء والمغذيات دون خطر الجفاف .بالتالي، فإن إختلاف

مستويات العناية بين الشتلات المزروعة في التربة وتلك المزروعة في الماء يعكس الطريقة المختلفة لتوفير الماء والمغذيات للنباتات في كل بيئة، وكيفية تكيف هذه العمليات مع إحتياجات النباتات وظروف البيئة .

- قمنا بنظام الزراعة المائية لشتلات الطماطم والخيار في المختبر، حيث كانت درجة الحرارة والرطوبة معتدلة ومستقرة دون حدوث تغيرات مفاجئة. هذا التحكم الدقيق في الظروف البيئية ساهم في توفير بيئة نمو مثالية، مما عزز صحة النباتات وإستقرار نموها طوال فترة التجربة. بينما في التربة كان هناك بعض التغيرات المفاجئة في درجات الحرارة والرطوبة في بعض الأحيان التي أثرت سلبيا على نمو النبات. إرتفاع درجات الحرارة بشكل مفاجئ أدى إلى الجفاف السريع للتربة بالإضافة إلى ذلك، كما لوحظت ظاهرة مرض الفطريات بشكل متزايد بين شتلات الطماطم والخيار المزروعة في التربة **{صورة 26}**، حيث ساهمت هذه الظروف في تكاثر الفطريات بشكل سريع. بمجرد ملاحظة زيادة الفطريات، قررنا نقل الشتلات من داخل البيت البلاستيكي إلى الخارج لتوفير التهوية للحد من انتشار الفطريات. وبالفعل، لاحظنا انخفاضًا في عدد الفطريات بشكل ملحوظ بحيث عند نقل الشتلات إلى الخارج، يتمكن الهواء الطلق من تهوية النباتات وتقليل الرطوبة المحيطة بها، بينما في المحلول المغذي كانت الشتلات خالية تمامًا من الأمراض. حيث لم تظهر أي علامات على الأمراض أو الفطريات طوال فترة التجربة، مما يعكس بيئة النمو النظيفة والمثلى التي توفرها الزراعة المائية، والتي تساهم في تعزيز صحة النباتات واستقرار نموها.



**صورة 27 :**مرض نباتات الطماطم الخيار بالفطريات في التربة

- فيما يخص توفر العناصر الغذائية بين التربة والمحلول المغذي، نجد أن التربة قد تحتوي على عناصر غذائية غير متوازنة نتيجة للتفاعلات الطبيعية المستمرة، مما يؤدي إلى نقص أو فائض في بعض العناصر ويؤثر سلبًا على نمو النباتات. في المقابل، يتيح لنا إستخدام المحلول المغذي في الزراعة المائية التحكم الدقيق في تركيزات العناصر الغذائية، مما يضمن توازنها وفق احتياجات النباتات. هذا التوازن المثالي في المحلول المغذي يسمح للنباتات بإمتصاص العناصر الغذائية بكفاءة، مما يعزز نموها وإنتاجيتها بشكل ملحوظ مقارنة بالنباتات المزروعة في التربة.

- قد تكون التربة متنوعة وقد تحتوي على الحجارة والشوائب مما يعيق النباتات من الحصول على المغذيات بشكل فعال، علاوة على ذالك قد يتطلب تحضر التربة وتحسينها مجهودات إضافية مثل إزالة الشوائب وتعديل خصوبتها على عكس المحلول المغذي الذي يتوفر في شكل سائل مما يسهل عملية إمتصاص الماء والمغذيات دون وجود أي عوائق.

**2. التحليل الوصفي لنمو وتطور الأنواع الوراثية المختبرة تحت ظروف الزراعة بدون تربة وفي التربة**

- وضعت عدة معايير تحت الدراسة، على هذه التجربة أثناء مرحلة نمو شتلات الطماطم و الخيار ، بغرض معرفة سلوك الأنواع المختبرة النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة بتقنية الجذور الغاطسة **Root Dipping Technique** و في التربة للوصول إلى ذلك طبقت على نتائج هذه المتغيرات ***AGR, RGR, USR, W, SLA, LAI, FS, FC, NF, LT, LR*** دراسة إحصائية وصفية تمثلت في إتباع تحليل المركبات النموذجية (Principales Analyses en Composantes) (ACP) ، وإستنتاج المتغير الأكثر تمثيلا للأفراد تم تحليل نتائج هذه الدراسة الوصفية ضمن ثلاثة مستويات تحليلية مختلفة :

- ➢ على مستوى مصفوفة معامل الإرتباطات.
- ➢ على مستوى حلقة الإرتباطات.
- ➢ على مستوى المنحنى البياني للأفراد.

**1-2 على مستوى مصفوفة معامل الإرتباطات**

- بينت مصفوفة الإرتباطات المدونة **{جدول 8}**أن هناك أكبر إرتباط إيجابي جد معنوي سجل بين ***W / LR*** حيث **(r=0.994)** في حين سجل أصغر إرتباط غير معنوي بين ***FS / NF*** بحيث **(r=0.248)**.

| | *AGR* | *RGR* | *USR* | *W* | *SLA* | *FS* | *NF* | *FC* | *LA* | *LT* | *LR* |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ***AGR*** | **1** | | | | | | | | | | |
| ***RGR*** | 0.798 | **1** | | | | | | | | | |
| ***USR*** | 0.895 | 0.854 | **1** | | | | | | | | |
| ***W*** | 0.954 | 0.776 | 0.774 | **1** | | | | | | | |
| ***SLA*** | 0.657 | 0.698 | 0.821 | 0.771 | **1** | | | | | | |
| ***FS*** | 0.852 | 0.769 | 0.912 | 0.874 | 0.659 | **1** | | | | | |
| ***NF*** | 0.926 | 0.954 | 0.885 | 0.784 | 0.864 | **0.248** | **1** | | | | |
| ***FC*** | 0.941 | 0.880 | 0.843 | 0.873 | 0.773 | 0.842 | 0.852 | **1** | | | |
| ***LAI*** | 0.762 | 0.624 | 0.972 | 0.947 | 0.885 | 0.700 | 0.947 | 0.887 | **1** | | |
| ***LT*** | 0.662 | 0.558 | 0.879 | 0.992 | 0.786 | 0.887 | 0.912 | 0.698 | 0.745 | **1** | |
| ***LR*** | 0.770 | 0.605 | 0.741 | **0.994** | 0.827 | 0.602 | 0.611 | 0.709 | 0.821 | 0.688 | **1** |

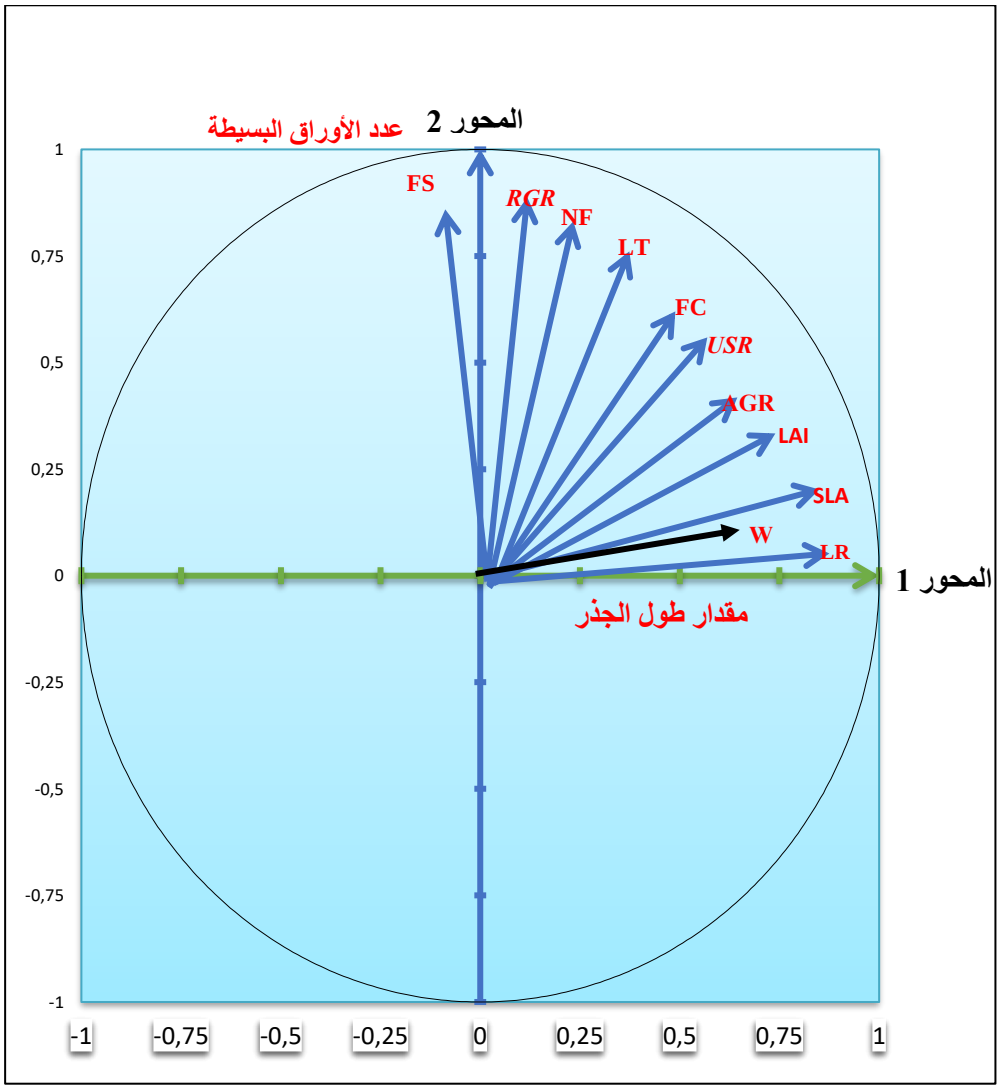
**جدول 8 :**مصفوفة الارتباطات بين المتغيرات تحت الدراسة

### 1-2 التحليل الوصفي على مستوى حلقة الإرتباطات

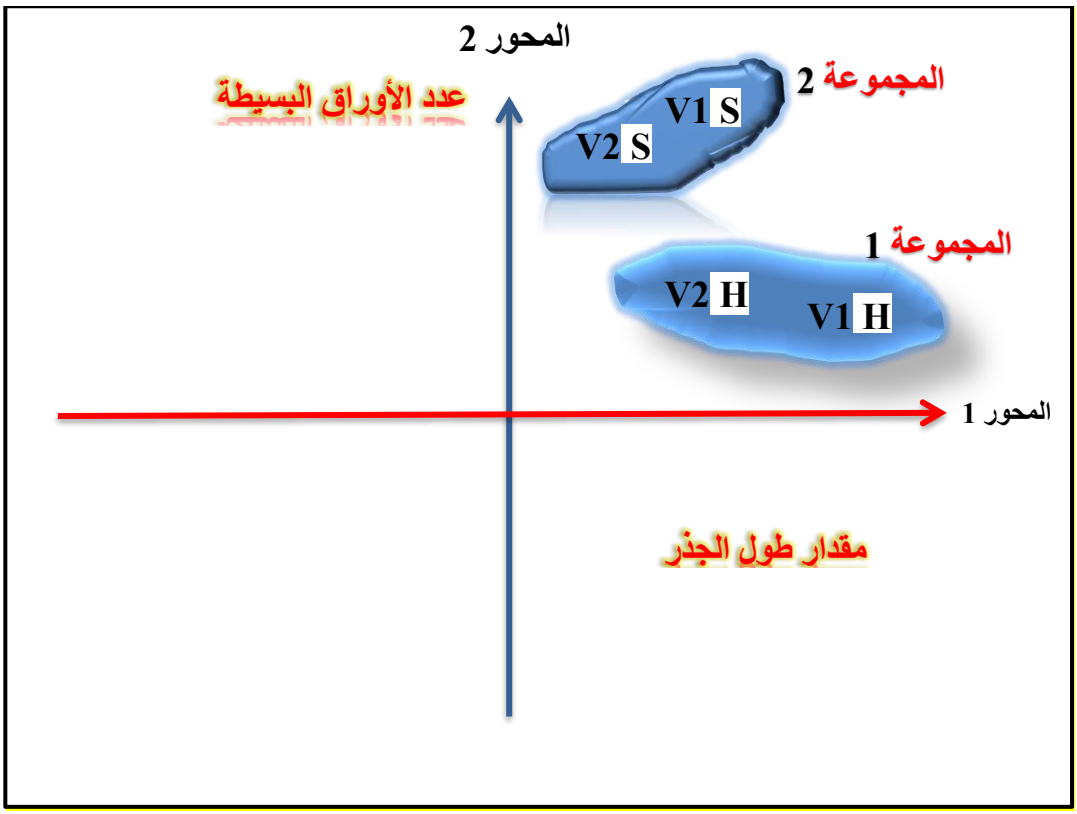
أوضحت حلقة معامل الإرتباطات **{شكل 10}** ان مقدار طول الجذر ***LR*** هو المتغير الأكثر تمثيلا للأفراد تحت الدراسة بنسبة **92%** مقارنة مع باقي المتغيرات المختبرة، وساهمت في تشكيل المحور 1 بمصداقية قدرها **88.2%**، مقارنة بالمحور 2 الذي كانت مصداقيته **7,9%** والذي مثله عدد الأوراق البسيطة ***FS***مقارنة مع المتغيرات الأخرى، لذلك أسند المحور 1 إلى ***LR*** والمحور 2 إلى ***FS*** **(جدول 9).**

| المتغيرات | المحور1 | المحور2 |
|---|---|---|
| *AGR* | 0.558 | 0.698 |
| *RGR* | 0.669 | 0.774 |
| *USR* | 0.775 | 0.587 |
| *W* | 0.770 | 0793 |
| *SLA* | 0.592 | 0.550 |
| *FS* | 0.871 | **0.902** |
| *NF* | 0.602 | 0.608 |
| *FC* | 0.761 | 0.812 |
| *LAI* | 0.596 | 0.691 |
| *LT* | 0.590 | 0.664 |
| *LR* | **0.953** | 0.751 |
| **% مصداقية المحورين** | **%88** | **%7,9** |

**جدول 9 :**فاعلية المتغيرات المقدرة على الأنواع المختبرة في تمثيل المحور 1-2 اثناء نمو الشتلة




**شكل 10:** حلقة معامل الارتباطات بين المتغيرات تخت الدراسة




**شكل 11:** منحنى توزيع الأنواع المختبرة النامية تحت ظروف الزراعة بدون تربة وفي التربة

### 2-2 التحليل الوصفي على مستوى المنحنى البياني للافراد

- **المجموعة الأولى**

- تشكلت المجموعة الأولى التي تضمنت أفراد نبات الطماطم و نبات الخيار النامية في وسط الزراعة المائية بتقنية الجذور الغاطسة **Root Dipping Technique** حول المحور**1** و الذي مثله مقدار طول الجذور ***LR*** وهو المتغير الأكثر تمثيلا للأفراد تحت الدراسة بنسبة **92%** و كان إرتباطه مع المتغيرات الأخرى تحت الدراسة جد معنوي بنسبة **1%** حيث تبين ان اكبر إرنباط كان بين ***W/LR*** حيث **(r=0.994)** و ***SLA/LR*** حيث **(r=0.827)** هذا يعني ان نمو و تطور أفراد هذه المجموعة المتمثلة في نبات الطماطم و نبات الخيار مرتبط ارتباط كلي بالمساحة النوعية للورقة و طول المجموع الجذري لذا كانت افراد هذه المجموع متميزة بالنمو الجيد **(شكل11)**.

- **المجموعة الثانية**

- تشكلت المجموعة الثانية التي تضمنت أفراد نبات الطماطم ونبات الخيار النامية في وسط التربة الزراعية حول المحور2 والذي مثله عدد الأوراق البسيطة ***FS*** الذي كانت مصداقيته **%7,9** حيث تبين ان أكبر ارتباط معنوي كان بين ***FS/USR*** و **(r=0.912)** حيث ان العلاقة بين معدل نمو الوحدة ***USR*** والأوراق البسيطة ***FS*** معقدة وتتأثر بعوامل وراثية وبيئية وتنموية مختلفة. يعد فهم هذه العلاقة أمرًا حيويًا لدراسة أنماط نمو النبات وتحسين الممارسات الزراعية في حين سجل إرتباط غير معنوي بين ***NF/FS*** و **(r=0.248)** قد توفر الأوراق المركبة اعتراضًا أفضل للضوء وتدفقًا للهواء نظرًا لبنيتها المجزأة مقارنة بالأوراق البسيطة **(شكل11)**.

## 3. مناقشة وتفسير الإرتباطات

### 3-1 تفسير الارتباط في المجموعة الاولى

- الجذور هي الجزء الأساسي للنبات الذي يقوم بامتصاص الماء والعناصر الغذائية من المحلول المغذي. تلعب الجذور دورًا حيويًا في توفير المواد الغذائية والماء اللازمين لنمو النبات وتطوره. يؤثر طول الجذور بشكل كبير على نمو النبات، حيث يترتب عن زيادة طول الجذور عدة تأثيرات إيجابية. بحيث يزيد طول الجذور من قدرة النبات على امتصاص الماء والمغذيات من المحلول المغذي، نظرًا لزيادة مساحة السطح التي تمتد عليها الجذور، مما يعزز فعالية عملية الإمتصاص. كما يساهم طول الجذور في تحسين ثبات النبات في التربة أو في الوسط المائي، حيث تعمل الجذور الطويلة على تعزيز إستقرار النبات وتقليل مخاطر سقوطه بسبب الظروف البيئية السيئة.. وأخيرًا، يُمكن للجذور الطويلة أن تحفز نمو الأجزاء الأخرى من النبات، مثل السيقان والأوراق، من خلال توفير المواد الغذائية اللازمة لها. **(Baiyin & al.,2021)**

- تتيح تقنية الجذور الغاطسة في الزراعة المائية توفير بيئة محيطة مثالية لنمو الجذور بحيث يكون طول الجذور أطول من النمو في التربة التقليدية بسبب عدة عوامل. في التربة، تواجه الجذور عقبات مثل الصخور والتراكمات، مما يحد من نموها. بالإضافة إلى ذلك، التربة قد تكون غير متجانسة في توزيع العناصر الغذائية، مما يؤثر سلبًا على نمو الجذور. وبالمقابل، في الزراعة المائية، تكون الجذور على اتصال مباشر مع المحلول المغذي، مما يزيد من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية ويسمح للجذور بالنمو بحرية دون عوائق **(Anbarasu & al., 2020)**

### 2-3 تفسير الإرتباط في المجموعة الثانية

هذا الإرتباط يشير إلى أن زيادة عدد الأوراق البسيطة يؤدي إلى زيادة المساحة السطحية المتاحة لإلتقاط الضوء، مما يرفع من كفاءة التمثيل الضوئي وإنتاج الكربوهيدرات الضرورية للنمو. بالإضافة إلى ذلك، تلعب الأوراق دورًا في عملية النتح التي تساعد على سحب الماء والعناصر الغذائية من التربة عبر الجذور، مما يعزز من إمدادات النبات بالمغذيات. شتلات الطماطم والخيار كانت تتمتع بظروف إضاءة جيدة، مما أدى إلى زيادة كفاءة التمثيل الضوئي وتعزيز العلاقة بين عدد الأوراق البسيطة ***FS*** ومعدل نمو الوحدة ***USR*** هذه العلاقة تعتمد على التوازن بين العوامل الداخلية (وراثية وفسيولوجية) والعوامل الخارجية (بيئية)، حيث تلعب ظروف الإضاءة المثلى دورًا حاسمًا في تعزيز هذه العلاقة. **(Chiang & al.,2020)**

### 4. المقارنة الشاملة بين الطماطم والخيار في الزراعة المائية

- عند مقارنة بين نمو وتطور شتلات الطماطم والخيار في نظام الزراعة المائية، لوحظ أن كلا النباتين نميا بشكل جيد في البداية، وذلك بسبب الظروف المثالية للزراعة المائية، باستثناء الإضاءة التي لم تكن متوفرة بشكل جيد في المختبر. إلا أن التفوق كان واضحاً لنبات الخيار في التأقلم مع هذه الظروف. حيث أظهر الخيار نمواً جيداً وبدأ بعملية الإزهار، حيث أخرج 4 أزهار، مما يشير إلى إقترابه من مرحلة الإثمار. بالمقابل، لم يقم نبات الطماطم بعملية الإزهار خلال نفس الفترة الزمنية. وعند قياس طول الجذور، لوحظ أن جذور الخيار كانت أطول وتمتد بشكل أكبر مقارنة بجذور الطماطم، مما ساعدها في إمتصاص كميات أكبر من المغذيات من المحلول المائي. بالإضافة إلى ذلك، تأقلم الخيار بشكل أفضل مع نقص الإضاءة مقارنة بالطماطم. هذا الإمتصاص الفعال للعناصر الغذائية والتكيف مع نقص الإضاءة يعكس قدرة الخيار على النمو بشكل أفضل في الزراعة المائية مقارنة بالطماطم، مما يؤكد أن الخيار لديه قدرة تكيفية أعلى في مثل هذه الأنظمة الزراعية

# ملخص البحث

# الملخص

- تم تقييم هذه الدراسة من خلال قياس بعض المتغيرات المورفو-زراعية بهدف مقارنة نمو شتلات نوعين من الخضار الطماطم ***Solanum Lycopersicum*** والخيار ***Cucumus Sativus*** في ظروف الزراعة بدون تربة باستخدام تقنية الجذورالغاطسة **(Root Dipping Technique)** والنمو في التربة الزراعية أثناء نمو الشتلات ولهذا الغرض أجريت التجربة على التربة في أصص وفي صواني المحاليل المغذية لذالك تم تصميم هذه التجربة في القطاعات العشوائية الكاملة **بثمانية مكررات** لكل نبات وتم تنفيذ العمل على **32 وحدة تجريبية**. إستمرت التجربة **لمدة شهرين** من بداية الإنبات حتى نمو الشتلة تحت ظروف محكومة في البيت البلاستيكي وفي المختبر. أظهر المركب الرئيسي**ACP** الموضح بطول الجذور ***LR*** وجود ارتباطات معنوية عالية جداً مع بقية المتغيرات المدروسة وخاصة مع معدل قياسات النمو الخضري ***W*** وكذلك الملاحظات المورفولوجية الاخرى ***AGR, RGR, USR, LAI, SLA, FS, NF, FC , LT*** مستوى المنحنى البياني للأفراد أظهرت هذه الدراسة مجموعتين مجموعة تشمل جميع الأفراد من الطماطم والخيار المزروعة في ظروف نمو بدون تربة، إذ أدى ذلك إلى تحفيز نمو السريع للجذور ***LR*** والساق **LT**، مما أدي إلى نمو نباتات قوية وأكثر صحة. تم الاثبات بملاحظة داعمة أفضل من خلال نمو الجذر المتسارع ***LR*** في الخيار مقارنة بالطماطم في ظل ظروف النمو بدون تربة، وتضمنت مجموعة أخرى جميع أفراد الطماطم والخيار المزروعين في تربة الزراعية، وكان نمو هؤلاء الأفراد أقل تحفيزا لأن **مسببات الأمراض** بدأت بالظهور في التربة مما أثر على إحتمالية نمو النبات الجيد.

**الكلمات المفتاحية : الجذورالغاطسة ،*Solanum lycopersicum* ،*Cucumis Sativus* ، الزراعة بدون تربة**

# Résumé

- L'évaluation de cette étude est réalisée par la mesure de certains paramètres morpho-agronomique dans le but de comparer la croissance des semis de deux types de légumes la tomate ***Solanum Lycopersicum L*** et le concombre ***Cucumus Sativus*** dans des conditions de culture hors-sol en utilisant la technique **Root Dipping Technique** et la croissance dans **un sol agricole** pendant le développement de la plantule, A cet effet une expérience factorielle a été réalisée sur le sol en **pot** et dans des **bacs de solution** nutritive dans un dispositif en bloc complètement randomiser avec **huit répétitions** pour chaque légume le travail a été exécuté sur **32 unités expérimentales** . l'expérience a duré deux mois du début de la germination jusqu'à la poussée des semis dans des conditions contrôlées **sous serres et laboratoire**, La composante principale expliquée par la longueur de la tige ***LR*** a révélé de **très hautes corrélations significatif** aves les paramètres étudiés surtout les mesures de croissance végétative ***W*** ainsi que l'observation morphologique ***AGR , RGR, UGR ,LAI ,SLA ,FS ,NF ,FC ,LR ,LT*** suivants le diagramme de distribution des groupes cette étude montre **deux groupes** séparatifs Un groupe qui englobe tous les individus soit tomate ou concombre poussé dans des conditions de culture hors-sol ceci a stimulé le développement rapide des racines ***LR*** et la tige ***LT***, conduisant à des plantes plus fortes et plus saines. Une meilleure observation justificative a été prouvée par une croissance accélérée des racines ***LR*** chez le concombre comparant à la tomate dans des conditions de culture hors-sol **Un autre groupes** inclus tous les individus soit tomate ou concombre poussé dans un sol agricole la croissance de ces individus été moins stimulantes car **des agents pathogènes** commence a apparaitre dans le sol ce qui a un impact sur la cohérence de la croissance des plantes.

- ***Mots clés : Solanum lycopersicum,Cucumis Sativus, Root Dipping Technique, culture hors-sol***

# Abstract

- The evaluation of this study is carried out by measuring certain morpho-agronomic parameters with the aim of comparing the growth of seedlings of two types of vegetables, the tomato ***Solanum Lycopersicum L*** and the cucumber ***Cucumus Sativus*** in soilless cultivation conditions in using **the Root Dipping Technique** and growth in **agricultural soil** during seedling development. For this purpose a factorial experiment was carried out on **potted soil** and in **nutrient solution trays** in a completely randomized block design with **eight repetitions** for each vegetable the work was carried out on **32 experimental units**. The experiment lasted **two months** from the start of germination until the sprouting of seedlings under controlled conditions **in greenhouses and Laboratory**. The main component explained by the length of the stem ***LR*** revealed **very high significant correlations** with the parameters studied especially the vegetative growth measurements ***W*** as well as the morphological observation ***AGR , RGR, UGR ,LAI ,SLA ,FS ,NF ,FC ,LR ,LT*** following the distribution diagram of the groups this study shows two groups separatives **A group** that encompasses all individuals of either tomato or cucumber grown in soilless growing conditions this stimulated rapid root ***LR*** and stem ***LT*** development, leading to stronger, healthier plants. A better supporting observation was proven by accelerated root ***LR*** growth in cucumber compared to tomato under soilless growing conditions. **Another group** included all individuals of either tomato or cucumber grown in a agricultural soil the growth of these individuals was less stimulating because **pathogens begin** to appear in the soil which has an impact on the consistency of plant growth.

***Keywords: Solanum lycopersicum,Cucumis Sativus,Root Dipping Technique, soilless culture***

# المراجع و المصادر

# المراجع باللغات الاجنبية


1. Affandi, N. F. L., Rusli, S. H., Suhaini, A. M., & Baharulrazi, N. (2018). Effect of pH on Growth Rate and Yield of Cucumis sativus. Chemical Engineering Transactions, 63, 133-138. DOI : 10.3303/CET1863023
2. Anbarasu Mariyappillai, G., Arumugam, G., & Raghavendran, V. B. (2020). The Techniques of Hydroponic System. Acta Scientific Agriculture, 4(7), 79-841
3. Anzalone, A., Mosca, A., Dimaria, G., Nicotra, D., Tessitori, M., Privitera, G. F., Pulvirenti, A., Leonardi, C., & Catara, V. (2022). Soil and Soilless Tomato Cultivation Promote Different Microbial Communities That Provide New Models for Future Crop Interventions. International Journal of Molecular Sciences, 23(15), 8820.
4. Baiyin, B., Tagawa, K., Yamada, M., Wang, X., Yamada, S., Shao, Y., An, P., Yamamoto, S., & Ibaraki, Y. (2021). Effect of nutrient solution flow rate on hydroponic plant growth and root morphology. Plants, 10(9), 1840. https://doi.org/10.3390/plants10091840
5. Barbara Gillette. (2023). 8 Tomato Diseases : Identification, Treatment and Prevention.
6. Barnes, M. (2021). Hydroponic Plant Spacing : Optimize Growth and Yields.
7. Brandenberger, L., Shrefler, J., Rebek, E., & Damicone, J. (2021). Cucumber Production. Division of Agricultural Sciences and Natural Resources, Oklahoma State University
8. Čepulienė, R., Butkevičienė, L. M., Skinulienė, L., & Steponavičienė, V. (2022). Response of Cucumbers (Cucumis sativus L.) to Waste Wood Fiber Substrates and Additional Nitrogen Fertilization. Plants, 11(24), 3464
9. Chiang, C., Bånkestad, D., & Hoch, G. (2020). Reaching natural growth : Light quality effects on plant performance in indoor growth facilities. Plants, 9(10), 1273. https://doi.org/10.3390/plants9101273

10. Cronin, D. A., & Walsh, P. C. (1983). A comparison of chemical composition, firmness, and flavour in tomatoes from peat and nutrient film growin systems. Irish Journal of Food Science and Technology, 7, 111-117. DOI : 10.1016/j.scienta.2021.109896
11. Denis, L. F. (2010). La culture biologique des légumes Éditions Berger. Quebec ; canada.
12. Floersch, L.(2021). State of Mind:The True Cost of Tomatoes. The Montpelier Bridge.
13. Guan, W. (2018). Check Soil Temperatures before Planting Cucumbers in a High Tunnel. Vegetable Crops Hotline.
14. Gurney's Team. (2022) What is the Best Soil for Tomato Plants ?
15. Harahap, M. A., Harahap, F., & Gultom, T. (2020). The effect of Abmix nutrient on growth and yield of Pak choi (Brassica chinensis) plants under hydroponic wick system condition. Journal of Physics: Conference Series, 1485, 0120281
16. Hillock, D. A., & Rebek, E. (2017). Growing Tomatoes in the Home Garden
17. Hilmi, M., Naika, S., de Jeude, J. V. L., De Goffau, M., Van Dam, B., (2005). La culture de la tomate production, transformation et commercialisation. Wageningen : PROTA.
18. Holley, J. (2022). Will a cucumber plant grow better with natural or artificial light ? (PhD thesis). Cornell University.
19. Hughes,M.(2022). 9 Must-Know Tips for Creating the Best Soil for Tomatoes. Better Homes and Gardens.
20. Ingestad,T.(1973). Mineral Requirement of Cucumber Seedlings Plant Physiology, 52(4), 332–338. DOI : 10.1104/pp.52.4.332
21. Jauron, R. (2021). Tomato Varieties for Home Gardens. Université d'État de l'Iowa.
22. Jones, J. B., Jr. (2014). Complete Guide for Growing Plants Hydroponically. Boca Raton : CRC Press.

23. Kaini, B. R. (2020). Benefits of Soilless Farming.
24. Kratky, B.A., Maehira, G.T., & Cupples, R.J. (2000). Non-circulating hydroponic cucumber production in plastic trash containers and polyethylene-lined barrels. Proceedings of National Agricultural Plastics Congress, 29, 210–215.
25. Kroggel, M., & Kubota, C. (2018). Hydroponic Nutrient Solution for Optimized Greenhouse Tomato Production. Department of Horticulture and Crop Science. HYG-1437. Agriculture and Natural Resources.
26. Larry, R., & Joanne, L. (2007). Genetic resources of tomato. In M. K. Razdan & A. K. Mattoo (Eds.), Genetic Improvement of Solanaceous Crops, Vol. 2 : Tomato (pp. 51). Science Publishers.
27. Liu, J., Hu, T., Feng, P., Wang, L., & Yang, S. (2019). Tomato yield and water use efficiency change with various soil moisture and potassium levels during different growth stages. PLoS ONE, 14(3), e0213643.
28. McCandless, J. G. (2022). Hydroponic Cucumbers : A Quick and Easy Grow Guide. Hydroponics, Vegetables.
29. Ménard, F. (2015). Histoire CONCOMBRE et CORNICHON (Cucumis sativus). Récupéré sur Les Jardins Laurentiens.
30. Michelle. P (2023). Cucumber Comparison. Forks in the Dirt
31. Morgan, L. (2021). Hydroponics and Protected Cultivation : A Practical Guide. CABI.
32. Nederhoff, E. M., & Stanghellini, C. (2010). Water use efficiency of tomatoes in the Greenhouses hydroponies, Practical Hydroponies & Greenhouses ,2010(115).
33. Oslund, D. (2015). What Is the Best Soil for Tomatoes ? [Quora].
34. Patterson, S. (2021). How to Grow Tomatoes. [Gardening Know How].
35. Pedalà, M.C., Traverso, M., Prestigiacomo, S., Covais, A., & Gugliuzza, G. (2023). Life Cycle Assessment of Tomato Cultivated in an Innovative Soilless System. Sustainability, 15(21), 15669

36. Pleasant,B.(2021).Growing Tomatoes : Tips from aOrganic Gardener. Mother Earth News.
37. Poudel M., & Dunn, B. (2023). Greenhouse Carbon Dioxide Supplementation. OSU Extension service.
38. Radford .P.J .(1967 ) .Growth analysis formula they used abuse .Crop Sci .7. p: 171-175
39. Register, M. (2019). Can tomatoes grow without soil ? Environmental Studies, Geosciences, Valdosta State University.
40. Samba, N., Nunomura, O., Lu, N., Johkan, M., Nakano, A., & Tsukagoshi, S. (2024). Cucumber (Cucumis sativus L.) Growth and Productivity under Solar Radiation-Based Quantitative Nutrient Management in Hydroponic System. Agronomy, 14(2), 296.
41. Sánchez, E. (2018). Cucumber Production. The Small-scale and Part-time Farming Project at Penn State with support from the U.S. Department of Agriculture-Extension Service.
42. Schuh, M., Fritz, V. J., & Rosen, C. J. (2022). Growing cucumbers in home gardens. Retrieved from University of Minnesota Extension.
43. Serio, F., & Machado, R. M. A. (2022). An Overview of Soil and Soilless Cultivation Techniques—Chances, Challenges and the Neglected Question of Sustainability. Plants (Basel), 11(9), 1153. DOI : 10.3390/plants11091153
44. Shrestha, A., & Dunn, B. (2010). Hydroponics. Oklahoma Cooperative Extension Service.
45. Sideman, B. (2016). Growing Vegetables : Tomatoes. Université du New Hampshire, U.S. Department of Agriculture et comtés du New Hampshire coopérant.
46. Singh, M. C., Kachwaya, D. S., & Kalsi, K. (2018). Soilless Cucumber Cultivation under Protective Structures in Relation to Irrigation Coupled Fertigation Management, Economic Viability and Potential Benefits-A Review. International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences, 7(3), 2451-2468.

47. Starnes, D. (2012). Will temperatures of a low of 39 kill my cucumber plants and seeds ? Remote Patient Management. Lien vers l'article
48. Tanemura, R., & Ohyama, T. (2023). Development of a High-Yield and Environmentally Friendly Hydroponic System of Cucumber. Dans Cucumber - Production, Breeding, Physiology, and Processing (p. 296). IntechOpen. DOI : 10.5772/intechopen.113321
49. Tsukagoshi, S., & Shinohara, Y. (2016). Nutrition and Nutrient Uptake in Soilless Culture Systems. In Plant Factory : An Indoor Vertical Farming System for Efficient Quality Food Production (pp. 165–172).
50. VanDerZanden, A. M. (2008). Environmental factors affecting plant growth. OSU Extension Service
51. Verdoliva, S., Jones, D., Detheridge, A., & Robson, P. (2021). Controlled comparisons between soil and hydroponic systems reveal increased water use efficiency and higher lycopene and β-carotene contents in hydroponically grown tomatoes. Scientia Horticulturae, 279, 109896.
52. Westerfield, B. (2018). Cucumbers can be grown successfully in many types of soils. This publication is part of the Home Garden series. Récupéré sur UGA Extension
53. Williamson, J. (2021). Tomato Diseases & Disorders. Home & Garden Information Center. HGIC 2217, Clemson University.
54. Zheng, Y., Zou, J., Lin, S., Jin, C., Shi, M., Yang, B., Ding, X. (2023). Effects of different light intensity on the growth of tomato seedlings in a plant factory. PLoS ONE, 18(11), e0294876.

## المراجع باللغة العربية

1. عماد مصطفى القرعان. (2023). التطبيقات العملية في الزراعة بدون تربة والزراعة المائية .عمان: منظمة الأغذية والزراعة.
2. محمد مشاتله. (2023). الدليل التدريبي لمبادئ الزراعة بدون تربة. 28-30.