République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة الشهيد حمه لخضر

Université EchahidHamma Lakhdar -El OUED

كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

قسم البيولوجيا الخلوية والجزيئية

Département de biologie Cellulaire et Moléculaire

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de Master Académique en Sciences biologiques

Spécialité : Toxicologie

مقارنة المكافحة البيولوجية والمكافحة الكيميائية في المرحلة الخضرية والإنتاجية لنبات الطماطم (*Solanum lycopersicum*)

إعداد

- ايمان عطياالله
- ليلى حوبه
- نسرين مسعودي

لجنة المناقشة

غمام حامد العيد	جامعة الوادي	رئيسا
لعوج حسن	جامعة الوادي	مشرفا
غانيه أحمد	جامعة الوادي	ممتحنا

السنة الجامعية: 2024-2025

الشكر

أتقدم بجزيل الشكر والامتنان إلى أستاذي المشرف الفاضل

الدكتور **لعوج حسن**.

على ما بذله من جهد وتوجيهات قيمة طوال فترة إنجاز هذا العمل، وعلى دعمه

العلمي والمعنوي الذي كان له بالغ الأثر في إتمام هذه المذكرة.

كما أرفع أسمى عبارات الشكر والتقدير إلى السادة أعضاء لجنة المناقشة

على قبولهم مناقشة هذه المذكرة، وعلى ما تفضلوا به من ملاحظات بناءة واقتراحات

علمية ساهمت في إثراء هذا العمل وتطويره.

جزاكم الله عني كل خير، وبارك لكم في علمكم وعملكم.

الإهداء

أهدي تخرجي هذا، ثمرة سهر الليالي، ونتاج سنوات من الجد والاجتهاد،

إلى من كانا سبب وصولي إلى هذه المرحلة، إلى نبض القلب ودفء الروح،

إلى أبي وأمي، تاج رأسي، ومصدر قوتي،

اللذين حملا عني ثقل الطريق، وضحّيا لأجلي بكل حب وصبر،

لكما كل الفضل، وكل الشكر والتقدير، فما كنت لأصل لخط نهاية هذه المسيرة لولاكما.

وإلى إخوتي الأعزاء:

وفاء، وابنها الحبيب محمد رمضان،

شيماء، أيوب، عبد اللطيف، العلمي، مريم، عبد الجليل، وكريمة،

شكراً لكونكم دومًا السند والأمان.

إلى كل **أعمامي وأخوالي**، كبارًا وصغارًا، **وأبنائهم الكرام،**

لكم مني محبة وامتنان لا يُقاس.

إلى **أصدقائي وأحبتي**، من خفّفوا عني عناء الدرب،

ورافقوني بكلمة طيبة وابتسامة صادقة.

إلى صديقتي الغالية **شروق**، التي كانت لي أختًا لا تجمعني بها رابطة دم،

لكِ في قلبي مكان لا يشبهه أحد.

إلى ابن عمي **قصي**، وإلى أبناء خالتي **الهادي ورضا،**

شكرًا لوقوفكم بجانبي، ودعمكم المستمر.

وإلى كل من ساندني، ودعمني، وآمن بي خلال مسيرتي الدراسية،

وخاصة في هذا العام الأخير...

أقول لكم جميعًا من القلب:

شكرًا جزيلًا... ودام فضلكم ما حييت

ايمان

الإهداء

قال رسول الله ﷺ: "من لا يشكر الناس لا يشكر الله".

فشكرًا لكل من كان سببًا في وصولي إلى هذا الإنجاز المتواضع، وها أنا أبدأ بتوجيه أعمق مشاعر الامتنان لكل من أحاطني بالمحبة والدعاء والدعم.

إلى من كان نور طريقي وقدوتي الأولى،

إلى والدي الحبيب، الذي غيّبه الموت وبقيت دعواته ووصاياه محفورة في وجداني،

رحمك الله رحمة واسعة، وجعل عملك الصالح نورًا في قبرك،

"وَرَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا" (الإسراء: 24).

إلى أمي العزيزة،

يا نبع الحنان وصاحبة القلب الكبير، من حملتني حبًا وصبرًا، وسهرت على دعاءً وقلقًا،

لكِ أقول: "الجنة تحت أقدام الأمهات"، فأسأل الله أن يرزقني برّك ما حييت،

وأن أكون لكِ سعادة تعوّضك عن كل لحظة تعب.

إلى إخوتي وأخواتي، أنتم السند وقت الشدة، والفرح وقت الرضا،

معكم للحياة طعم آخر، ولكل لحظة معنى.

ولأخي المريض، شفاه الله وعافاه، أسأل الله أن يجعل مرضك كفّارة وطهرًا ورحمة،

قال رسول الله ﷺ: "ما من مسلم يصيبه أذًى من مرض فما سواه، إلا حطَّ الله به سيئاته كما تحط الشجرة ورقها".

إلى زوجي العزيز،

رفيق دربي وشريك إنجازي، من كان لي سندًا وقت الحاجة،

أدعو الله أن يبارك لي فيك، فقد كنت نعم العون ونِعم الرفيق.

إلى **ابني الصغير عبد المؤمن**، فلذة كبدي، وزهرة عمري،

أنت الحلم الذي تحقق، والأمل الذي يكبر في قلبي يومًا بعد يوم،

أسأل الله أن يحفظك، ويجعلك من الصالحين النافعين.

وأخيرًا، إلى كل من مرّ في حياتي بكلمة، بدعاء، بابتسامة، بعون صغير أو كبير،

أهديكم هذا العمل، فهو ثمرة جهد مشترك بين أيدٍ أحبّتني وقلوب دعمتني.

قال أحد الحكماء: "وراء كل إنجاز دعوات خفية لا تُرى، لكنها تُستجاب".

نسرين

الإهداء

إلى العزيز الذي حملت اسمه فخرًا، وإلى من كلّله الله بالهيبة والوقار،

إلى من حصد الأشواك عن دربي وزرع لي الراحة بدلاً منها،

إلى أبي...

لم يحني ظهر أبي ما كان يحمله، بل انحنى ليحملني من أجل راحتي حدبًا وحنانًا،

كنت أحجب عن نفسي بعض المطالب حياءً، فكان هو يكشف عمّا اشتهيتُ الحجب عنه محبةً وكرمًا.

شكرًا لكونك أبي... ونعمة لا توصف بالكلمات.

وإلى من علّمتني الأخلاق قبل أن أتعلمها، إلى الجسر الصاعد بي إلى الجنة،

إلى اليد الخفية التي أزالت عن طريقي العقبات، إلى من ظلّت دعواتها تحمل اسمي ليلًا ونهارًا،

إلى أمي... محبوبتي وملهمتي،

بكِ كنت، وبكِ أكون، وبدعواتك أزهرُ حيث لا يزهر غيري.

وإلى من وهبني الله نعمة وجودهم، إلى مصدر قوتي، وأرضي الصلبة، وجدار قلبي المتين،

إخوتي وأخواتي...

إلى **حذيفة**، الأخ الذي كان لي ظلًا وأمانًا، منك تعلّمت معنى الثبات، ومفهوم السند،

كنتَ هدوئي حين تعصف بي الحياة.

إلى **سلسبيل**، دفء القلب ووسَط الروح، أختي الوسطى التي جمعت بين حنان الكبار وعفوية الصغار،

بكِ تكتمل اللحظة دفئًا، ويزهر قلبي لطفًا.

إلى **سندس**، زهرة البيت وأصغر من فيه، ضحكتك ملاذي، وهمسك راحة لقلبي،

هذا عامك يا صغيرة قلبي، عام شهادتك، وعام تألقك بإذن الله،

أنا مؤمنة بكِ، ودعائي يسبقك دائمًا، فأنتِ لقلبي فرح... وللمستقبل أمل.

وإلى من حضر حين كان اليقين صعبًا، إلى من اختاره قلبي شريكًا لطريقي،

إلى **خطيبي علي**، شكرًا لوجودك، لصبرك، لاهتمامك، كنت الداعم الذي لا يتبدل، والكتف الذي استند إليه قلبي مطمئنًا..

وها أنا خريجة اليوم

"وآخر دعواهم أن الحمد لله ربّ العالمين".

ليلى

الملخص

يتناول هذا البحث دراسة تأثير بعض النباتات الطبية (**الحلبة، الثوم والبصل**) ومزيجها على نمو وجودة نبات الطماطم(*Solanum lycopersicum*) ومقارنتها بالمعاملات الكيميائية، وذلك بهدف استخدامها كبدائل طبيعية وآمنة للمبيدات الكيميائية. حيث زُرعت الطماطم بين خطين من الثوم ومثلها في الحلبة والبصل وكذلك زراعتها بين المزيج من هاته النباتات ورشها في المرحلة الخضرية بمستخلص هاته النباتات، وطبقت عليها عدة معايير منها (طول الساق، المساحة الورقية، عدد الأزهار، وزن الثمرة، حجم الثمرة، الفلافونويدات، متعدد الفينول، تركيز المعادن الثقيلة.....). أظهرت نتائج الدراسة الميدانية أن النمو الخضري كان الأعلى في المعالجة بنبات البصل تليها المعالجة بالمزيج أما حجم الثمرة فكان الأعلى عند المعالجة الكيميائية أما نواتج الأيض الثانوي من الفلافونويدات ومتعدد الفينول فكان الأعلى في المعالجة الكيميائية ومعه تركيز المعادن الثقيلة، وهذا يبين أن المعالجة الطبيعية بالنباتات المستعملة في التجربة كان لها الاثر الايجابي على المرحلة الخضرية والانتاجية للطماطم، كما كان لها الأثر الايجابي ايضا في نقص المعادن الثقيلة السامة لهذا النبات. ومنه نقول أن المستخلصات الطبيعية لهذه النباتات تحسّن من، وتزيد من مقاومة الطماطم للأمراض، وتعزز من جودة الثمار وقيمتها الغذائية، وتقلل من تلوثها بالمعادن الثقيلة.

الكلمات المفتاحية: المكافحة البيولوجية، الكيميائية، نبات الطماطم *Solanum lycopersicum*

Abstract

This research deals with the study of the effect of some medicinal plants (fenugreek, garlic and onions) and their combination on the growth and quality of the tomato plant (Solanum lycopersicum)and comparing them with chemical treatments, with the aim of using them as natural and safe alternatives to chemical pesticides. Tomatoes were planted between two lines of garlic and the same in fenugreek and onions, as well as planted between a mixture of these plants and sprayed in the vegetative stage with the extract of these plants, and several criteria were applied to them, including (stem length, leaf area, number of flowers, fruit weight, fruit size, flavonoids, polyphenols, concentration of heavy metals.....). The results of the field study showed that the vegetative growth was the highest in the onion plant treatment followed by the treatment with the mixture, the fruit size was the highest during chemical treatment, the secondary metabolites of flavonoids and polyphenols were the highest in chemical treatment and with the concentration of heavy metals, and this shows that the natural treatment of plants used in the experiment had a positive effect on the vegetative and productive phase of tomatoes, and also had a positive effect on the lack of toxic heavy metals of this plant. From it we say that the natural extracts of these plants improve and increase the resistance of tomatoes to diseases, enhance the quality of fruits and their nutritional value, and reduce their contamination with heavy metals.

Keywords: biological, chemical control, tomato plant Solanum lycopersicum.

Résumé

Cette recherche porte sur l'étude de l'effet de certaines plantes médicinales (fenugrec, ail et oignons) et de leur combinaison sur la croissance et la qualité du plant de tomate (Solanum lycopersicum)et leur comparaison avec des traitements chimiques, dans le but de les utiliser comme alternatives naturelles et sûres aux pesticides chimiques. Des tomates ont été plantées entre deux lignées d'ail et les mêmes dans le fenugrec et les oignons, ainsi que plantées entre un mélange de ces plantes et pulvérisées au stade végétatif avec l'extrait de ces plantes, et plusieurs critères leur ont été appliqués, notamment (longueur de la tige, surface foliaire, nombre de fleurs, poids des fruits, taille des fruits, flavonoïdes, polyphénols, concentration en métaux lourds.....). Les résultats de l'étude sur le terrain ont montré que la croissance végétative était la plus élevée dans le traitement de la plante d'oignon suivi du traitement avec le mélange, la taille des fruits était la plus élevée pendant le traitement chimique, les métabolites secondaires des flavonoïdes et des polyphénols étaient les plus élevés dans le traitement chimique et avec la concentration de métaux lourds, ce qui montre que le traitement naturel des plantes utilisé dans l'expérience a eu un effet positif sur la phase végétative et productive des tomates, et a également eu un effet positif sur l'absence de métaux lourds toxiques de cette plante. Nous en déduisons que les extraits naturels de ces plantes améliorent et augmentent la résistance des tomates aux maladies, améliorent la qualité des fruits et leur valeur nutritionnelle, et réduisent leur contamination par les métaux lourds.

Mots clés: biologique, contrôle chimique, plant de tomate Solanum lycopersicum.

الفهرس

الشكر.....
الإهداء .....
الملخص .....
الفهرس.....
قائمة الصور .....
قائمة الجداول.....
المقدمة..... 1

الفصل الأول: مقدمة عن المحاصيل الزراعية والطماطم

I.1 مقدمة عن المحاصيل الزراعية: 4
I.2 تعريف الطماطم:..... 4
I.3 التصنيف العلمي للطماطم: 5
I.4 وصف نبات الطماطم: 5
I.5 أنواع الطماطم:..... 6
I.6 الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية للطماطم 7
I.7 الأهمية الغذائية والاقتصادية للطماطم..... 8
I.8 مراحل نمو الطماطم ومتطلباتها الزراعية: 9
I.9 الأمراض والآفات التي تصيب الطماطم:..... 10

الفصل الثاني: تأثير بعض المواد الطبيعية على الطماطم

II.1 الحلبة وتأثيرها على الطماطم: 13
II.2 الثوم وتأثيره على الطماطم: 14
II.3 البصل وتأثيره على الطماطم:..... 16
II.4 مقارنات مع الثوم والحلبة في التأثير:..... 17

الفصل الثالث: تأثير المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية على الطماطم

III.1 تعريف المبيدات الحشرية: 20
III.2 أنواع المبيدات والأسمدة الكيميائية المستخدمة في زراعة الطماطم:..... 21
III.3 الآثار الإيجابية والسلبية على الإنتاجية والجودة:..... 22
III.4 التأثير على الصحة والبيئة: 23
III.5 بدائل مستدامة وتقنيات حديثة:..... 24

الفصل الرابع: المواد والطرق

1.IV مكان إجراء التجربة: 28
2.IV أهداف التجربة: 28
3.IV التحضيرات الزراعية: 28
4.IV زراعة الشتلات وتصميم التجربة 28
5.IV المعاملات التجريبية: 29
6.IV معايير المرحلة الخضرية: 30
7.IV من بين المبيدات الكيميائية المستعملة في هذه المعاملة: 30
8.IV تقدير محتوى عديدات الفينول. Total Determination of Polyphenol Content 31
9.IV تقدير محتوى الفلافونويد الكلي Determination of Flavonoid ContentTotal..... 31
10.IV تقدير المعادن الثقيلة في عينات الطماطم: 31
11.IV قياس التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة 32

الفصل الخامس: المناقشة والنتائج

1.V طول الساق: 34
2.V عدد الأزهار: 35
3.V حجم الثمرة: 36
4.V وزن الثمرة: 37
5.V مساحة الورقة: 38
6.V محتوى البوليفينول: 39
7.V محتوى الفلافونويد: 40
8.V تقدير المعادن الثقيلة في عينات الطماطم: 41
9.V قياس التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة: 42
الخاتمة 45
قائمة المراجع 46
الملاحق 52

قائمة الأشكال

شكل1: شكل لنبات الطماطم وتركيبها الطوبولوجي. (أ) شكل أصلية لنبات الطماطم. (ب) رسم تخطيطي للبنية الطوبولوجية لنبات الطماطم. (ج) رسم تخطيطي للبنية الطوبولوجية لنبات الطماطم مع التسميات 7
شكل 2: طول الساق لمختلف المعاملات 34
شكل3: عدد الأزهار لمختلف المعاملات..... 35
شكل 4: حجم الثمرة لمختلف المعاملات 36
شكل 5: وزن الثمرة لمختلف المعاملات. 37
شكل 6: مساحة الورقة لمختلف المعاملات. 38
شكل7: محتوى البوليفينول 39
شكل 8: محتوى الفلافونويدات..... 40
شكل 9: تأثير المعاملات على التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة والنترات في عصير الطماطم. 43

قائمة الجداول

جدول1: التصنيف العلمي لنبات الطماطم (solanumlycopersicum) حسب النظام التصنيفي الحديث. 5
جدول2: أنواع الطماطم وأوجه استخدامها. 7
جدول3: تأثير الحلبة على الطماطم. 14
جدول4: تأثير الثوم على الطماطم. 16
جدول 5: تأثير البصل على الطماطم. 17
جدول 6: تأثير المبيدات الحشرية على الطماطم. 24
جدول 7: تراكيز المعادن الثقيلة في عينات عصير الطماطم المدروسة. 41

مقدمة

المقدمة

تُعد الزراعة من أهم القطاعات الاقتصادية التي يعتمد عليها الإنسان منذ فجر التاريخ، حيث تُشكل المصدر الرئيسي للغذاء، وتساهم في تحقيق الأمن الغذائي والاستقرار الاجتماعي والاقتصادي. في العديد من الدول، تلعب الزراعة دورًا محوريًا في الاقتصاد الوطني، سواء من خلال توفير فرص العمل، أو المساهمة في الناتج المحلي الإجمالي، أو دعم الصادرات(FAO, 2021) .

تُعتبر المحاصيل الزراعية حجر الأساس في هذا القطاع، فهي تُمثل المصدر الأولي للغذاء النباتي، وتدخل في عدة صناعات غذائية، طبية، وعلفية. كما أن تنوع المحاصيل واستخدامها في الزراعة المستدامة يساهم في تحسين التربة والحفاظ على التنوع البيولوجي(Altieri, 2018) .

تعد الطماطم (Solanumlycopersicum) من أهم المحاصيل الزراعية على مستوى العالم، سواء من حيث المساحة المزروعة أو القيمة الاقتصادية، كما أنها تلعب دورًا مهمًا في تغذية الإنسان لما تحتويه من عناصر غذائية وفيتامينات مثل الليكوبينوفيتامينC(Bhowmik*et al*., 2012) .غير أن زراعة الطماطم تواجه العديد من التحديات، أبرزها الأمراض الفطرية والحشرية، الأمر الذي يدفع بالمزارعين إلى استخدام مبيدات كيميائية تؤثر سلبًا على جودة المحصول وصحة المستهلك(Pimentel, 2005) .

من هذا المنطلق، نهدف هذه المذكرة إلى دراسة تأثير بعض النباتات الطبية مثل الحلبة، والثوم، والبصل على نمو وجودة الطماطم، ومدى فعاليتها كمبيدات طبيعية مقارنة بالمواد الكيميائية التقليدية. كما تتناول الدراسة أيضًا أثر المبيدات الكيميائية على هذا المحصول الحيوي، من خلال تحليل المقارنة والتجريب والتوثيق العلم(Regnault-Roger *et al*., 2012) .

نسعى هذه الدراسة إلى تقديم مساهمة علمية في مجال الزراعة المستدامة، وإبراز أهمية الحلول الطبيعية في تحسين إنتاجية الطماطم وجودتها، مع المحافظة على التوازن البيئي وصحة الإنسان.

الجزء النظري

الفصل الأول:
المحاصيل الزراعية والطماطم

الفصل الأول: مقدمة عن المحاصيل الزراعية والطماطم

1.I مقدمة عن المحاصيل الزراعية:

1.1.1.تعريف المحاصيل الزراعية

المحاصيل الزراعية هي النباتات التي يُزرعها الإنسان بهدف الاستفادة منها في الغذاء، أو الصناعة، أو الدواء، وتشمل مجموعة واسعة من النباتات مثل الحبوب (كالقمح والأرز)، والبقوليات (كالعدس والفول)، والخضروات (كالطماطم والخيار)، والنباتات العطرية والطبية (كالنعناع والحلبة) (FAO, 2020). وتُعد الزراعة أحد أقدم الأنشطة البشرية التي بدأت منذ آلاف السنين، حيث طوّر الإنسان أساليب زراعة المحاصيل وتدجينها بما يلائم بيئته واحتياجاته.

المحاصيل الزراعية هي المصدر الرئيسي للغذاء البشري، وتلعب دورًا حيويًا في تأمين الاحتياجات الغذائية. تتنوع المحاصيل الزراعية إلى العديد من الأنواع التي تتضمن محاصيل الحبوب، والخضروات، والفواكه، والبقوليات. يتمثل هدف الزراعة في توفير الغذاء والمحافظة على التوازن البيئي (Grierson & Kader, 2020) . تختلف المحاصيل من حيث الاستخدام والمناخ الذي تحتاجه. سنتناول في هذا البحث تأثير بعض النباتات الطبية على المحاصيل الزراعية، مع التركيز على الطماطم التي تعتبر واحدة من أكثر المحاصيل الأساسية في الزراعة العالمية.

2.I تعريف الطماطم:

الطماطم (Solanumlycopersicum) تُعد من أكثر المحاصيل استهلاكًا في العالم، وهي تحتل مرتبة متقدمة ضمن الخضروات ذات القيمة الغذائية والاقتصادية العالية. تُزرع على نطاق واسع في البيوت البلاستيكية والحقول المفتوحة وتتكيف مع مختلف الظروف المناخية. يُقدّر الإنتاج العالمي للطماطم بأكثر من 180 مليون طن سنويًا، مما يعكس أهميتها في الأنظمة الغذائية العالمية.(FAO, 2023)

تتميز الطماطم بمحتواها العالي من الماء (حوالي 95%)، إضافة إلى احتوائها على مجموعة من الفيتامينات والمعادن المهمة مثل فيتامينC ، فيتامينA ، فيتامينK ، والبوتاسيوم. كما تُعد مصدرًا غنيًا بمركب الليكوبين(lycopene) ، وهو من مضادات الأكسدة الفعالة التي أظهرت دراسات عديدة تأثيرها الوقائي ضد أمراض القلب وبعض أنواع السرطان.(Zhang *et al*., 2021)

تتعدد أصناف الطماطم بشكل كبير، سواء من حيث الحجم أو الشكل أو اللون، فهناك أصناف كروية، كمثرية، مستطيلة، وأخرى كرزية، بالإضافة إلى تنوع ألوانها بين الأحمر، الأصفر، البرتقالي، وحتى

البنفسجي. ويُعد هذا التنوع نتيجة للتطور الوراثي والتهجين الذي يهدف إلى تحسين الإنتاجية، مقاومة الأمراض، وجودة الثمار.

في هذا البحث، نسلط الضوء على هذا التنوع الكبير في أصناف الطماطم وأهم خصائصها، كما نُناقش تأثير بعض النباتات الطبية مثل الحلبة، الثوم، والبصل على نمو وإنتاجية الطماطم، مع مقارنة هذا التأثير بتأثير المواد الكيميائية والمبيدات الصناعية، سعيًا نحو الزراعة المستدامة والآمنة.

3.I التصنيف العلمي للطماطم:

يبيّن الجدول أدناه التصنيف العلمي الدقيق لنبات الطماطم(Solanumlycopersicum) ، والذي يُعدّ أساسًا لفهم خصائصه النباتية وسلوكه الزراعي، وذلك انطلاقًا من أعلى المستويات التصنيفية (المملكة النباتية) وصولًا إلى النوع، وفق النظام التصنيفي المعتمد حديثًا من قبلPeraltaو:(2019)Spooner

جدول1: التصنيف العلمي لنبات الطماطم (solanumlycopersicum) حسب النظام التصنيفي الحديث.

المستوى التصنيفي	التصنيف العلمي
المملكة(Kingdom)	Plantae(النباتات)
الشعبة(Phylum)	Magnoliophyta(كاسية البذور)
الصف(Class)	Magnoliopsida(ثنائيات الفلقة)
الرتبة(Order)	Solanales(الباذنجانيات)
الفصيلة(Family)	Solanaceae(الباذنجانية)
الجنس(Genus)	Solanum
النوع(Species)	Solanum lycopersicum

4.I وصف نبات الطماطم:

تُعدّ الطماطم من النباتات العشبية التي قد تكون حولية أو معمّرة، وذلك تبعًا للبيئة التي تُزرع فيها. ففي المناطق المعتدلة، تُعامل عادةً كنبات حولي بسبب حساسيتها الشديدة للصقيع، بينما يمكن أن تنمو كنبات معمّر في البيئات الدافئة والرطبة، حيث تبقى على قيد الحياة وتُنتج لمواسم متعددة. يتميّز هذا النبات بسيقانه الرخوة والزاحفة في أغلب الأحيان، وبأوراقه المركبة ذات الرائحة النفاذة المميزة عند فركها، وهي صفة ناتجة عن وجود غدد زيتية على سطح الورقة. كما تتميز أزهار الطماطم بلونها الأصفر وبتركيبها الخماسي،

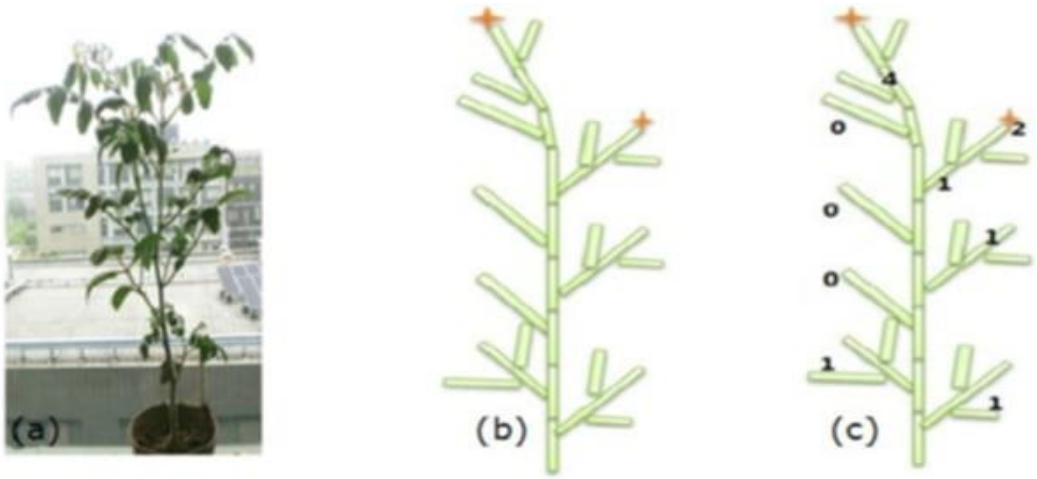
وتُنتج ثمارًا لحمية ذات أشكال وألوان متنوعة حسب الصنف، وتُعتبر غنية بالعناصر الغذائية الأساسية، مثل الليكوبين والفيتامينات A و.(Heuvelink, 2005)C

وقد انتشرت زراعة الطماطم بشكل واسع في مختلف دول العالم، نظرًا لقيمتها الغذائية العالية ومردودها الاقتصادي الكبير. وتُزرع في الحقول المكشوفة أو في البيوت البلاستيكية المحمية، وذلك باستخدام تقنيات زراعية حديثة مثل الري بالتنقيط والتسميد المدروس. ويُقدّر الإنتاج العالمي للطماطم بملايين الأطنان سنويًا، ما يجعلها من أكثر محاصيل الخضر إنتاجًا وتداولًا على المستوى العالمي. وتُستخدم الطماطم في صناعات غذائية متعددة، كعصير الطماطم، معجون الطماطم، والمعلبات المختلفة، ما يُضفي عليها أهمية تجارية وصناعية بارزة.(FAO, 2022)

5.I أنواع الطماطم:

تتنوع الطماطم بشكل كبير تبعًا لاستخداماتها وخصائصها، وتنقسم إلى عدة أنواع رئيسية حسب الشكل، الحجم، والتطبيقات:

1. **طماطم الغرفة:(Fruit tomatoes)** هي الطماطم التي تُستخدم بشكل رئيسي في صنع العصائر أو الصلصات. عادة ما تكون أكبر حجمًا ولها جلد سميك.(Grierson & Kader, 2020)
2. **طماطم الكرز (Cherry tomatoes) :** طماطم صغيرة الحجم وتتميز بأنها حلوة جدًا. تستخدم في السلطات والوجبات الخفيفة.(Zhang *et al*., 2021)
3. **طماطم المائدة:(Slicingtomatoes)** طماطم كبيرة ذات شكل مسطح تُستخدم في السلطات أو الساندويشات(Zhang *et al*., 2021) .
4. **طماطم الدفيئات(Greenhousetomatoes) :** تُزرع هذه الطماطم في بيئات محمية مثل البيوت الزجاجية وتتميز بجودة أفضل في الظروف البيئية المتحكم فيها(Grierson & Kader, 2020)



شكل1: شكل لنبات الطماطم وتركيبها الطوبولوجي. (أ) شكل أصلية لنبات الطماطم. (ب) رسم تخطيطي للبنية الطوبولوجية لنبات الطماطم. (ج) رسم تخطيطي للبنية الطوبولوجية لنبات الطماطم مع التسميات

جدول :2 أنواع الطماطم وأوجه استخدامها.

النوع	الحجم	الشكل	الاستخدامات
طماطم الغرفة	كبيرة	مسطحة	صلصات، عصائر
طماطم الكرز	صغيرة	دائرية	سلطات، وجبات خفيفة
طماطم المائدة	كبيرة	مسطحة	ساندويشات، سلطات
طماطم الدفيئات		مستديرة	طعام طازج، صلصات

6.I الخصائص المورفولوجية والفسيولوجية للطماطم

يمتاز نبات الطماطم (*Solanumlycopersicum*) بخصائص مورفولوجية وفسيولوجية فريدة تجعله من بين أكثر المحاصيل كفاءةً في استغلال الموارد الزراعية. يمتلك نظامًا جذريًا ليفيًا قويًا، يتفرع أفقيًا وعموديًا في التربة، مما يُساهم في امتصاص المياه والعناصر الغذائية بكفاءة عالية، لا سيما خلال المراحل الأولى من النمو. ويتكون الساق من نسيج عشبي رخو، قد يكون قائمًا أو زاحفًا حسب الصنف، ويزداد تفرّعه وتخشبه في قاعدته كلما تقدّم النبات في العمر.(Atherton&Rudich, 1986)

أما الأوراق فهي مركبة ريشية الشكل، مفصصة الحواف، ومغطاة بشعيرات غدية دقيقة تُفرز زيوتًا طيارة مسؤولة عن الرائحة المميزة للنبات، والتي تلعب دورًا في ردع بعض الحشرات الضارة، كما تُساهم في تقليل فقد الماء من خلال النتح. وتُعد هذه الخاصية من الآليات الدفاعية النباتية الطبيعية.

الأزهار في الطماطم خنثى، أي أنها تحتوي على الأعضاء الذكرية (الأسدية) والأنثوية (المتاع) في نفس الزهرة، وهي صغيرة الحجم وذات لون أصفر زاهٍ. تظهر الأزهار في عناقيد تُعرف باسم النورات الزهرية، وتنشأ في محاور الأوراق. ويتم التلقيح في الغالب ذاتيًا، غير أن الحشرات وخاصة النحل تلعب دورًا في تحسين نسبة التلقيح الخلطي، مما ينعكس إيجابًا على كمية الإنتاج وجودته.(Rick, 1976)

وتُنتج الطماطم ثمارًا لحمية ذات تركيب لبّي غني، تتطور من مبيض الزهرة، وتتنوع أشكالها حسب الصنف بين الكروي والبيضاوي والمضلع. وتحتوي الثمار على عدد من الحجرات البذرية(locules) ، مملوءة بمادة هلامية تحيط بالبذور، وتحتوي هذه المادة على نسبة عالية من الماء، والأحماض العضوية كحمض الستريك، الذي يُضفي على الطماطم طعمها المميز.

من الناحية الفسيولوجية، تُعد الطماطم من النباتات النهارية المحبة للضوء، حيث تحتاج إلى إضاءة قوية ومباشرة لا تقل عن 8 ساعات يوميًا لتحقيق نمو خضري وثمار جيدين. كما أنها نبات محبّ للحرارة، تنمو بصورة مثالية ضمن مدى حراري يتراوح بين 20 و30 درجة مئوية، فيما تؤثر درجات الحرارة المنخفضة أو المرتفعة جدًا سلبًا على الإزهار وعقد الثمار. تُظهر الطماطم حساسية عالية لتوازن العناصر الغذائية، وتستجيب بشكل خاص لتوافر النيتروجين الذي يدعم النمو الورقي، والبوتاسيوم الذي يلعب دورًا أساسيًا في تلوّن الثمار وجودتها التخزينية. كما أن وجود الكالسيوم ضروري لتفادي مشاكل فسيولوجية مثل تعفن الطرف الزهري (Blossom-End Rot) في الثمار.(Jones *et al*., 2022)

7.I الأهمية الغذائية والاقتصادية للطماطم

تُعدّ الطماطم (*Solanumlycopersicum*) من أهم محاصيل الخضر عالميًا، سواء من حيث حجم الإنتاج أو الاستخدام الغذائي والتجاري. فهي تمثل جزءًا أساسيًا من النظام الغذائي في العديد من الثقافات، وتُستهلك بأشكال متعددة، منها الطازجة، أو المطبوخة في الأطباق التقليدية، أو المصنعة في هيئة معجون، عصائر، كاتشب، وصلصات مختلفة. هذا التنوع في الاستخدام جعل من الطماطم عنصرًا رئيسيًا في الصناعات الغذائية، ما يعزز من قيمتها الاقتصادية الكبيرة.(FAO, 2022)

من الناحية الغذائية، تحتوي الطماطم على عدد من المركبات الحيوية التي تُساهم في تعزيز الصحة العامة. من أبرز هذه المركبات "الليكوبين(Lycopene) "، وهو صبغة كاروتينويد مسؤولة عن اللون الأحمر المميز للثمار، ويُعرف بكونه أحد أقوى مضادات الأكسدة الطبيعية. تشير الدراسات إلى أن تناول الليكوبين بانتظام قد يُقلل من خطر الإصابة بأمراض القلب التاجية، ويُساهم في الوقاية من بعض أنواع السرطان، خاصة سرطان البروستاتا.(Willcox*et al*., 2020)

بالإضافة إلى الليكوبين، تحتوي الطماطم على فيتامين C بنسبة مرتفعة، ما يُعزز من امتصاص الحديد ويُقوي الجهاز المناعي. كما تُعد الطماطم مصدرًا جيدًا لفيتامين A المهم لصحة النظر والجلد، إضافةً إلى حمض الفوليك (Folic Acid) الذي يُعد ضروريًا للنساء الحوامل ولنمو الجهاز العصبي لدى الأجنة (Giovannucci, 2002; Rao & Rao, 2007).

من الناحية الاقتصادية، تُزرع الطماطم على نطاق واسع في جميع أنحاء العالم، وتُعد من المحاصيل التي تدرّ عائدًا ماليًا مرتفعًا للمزارعين، خاصة مع تطور تقنيات الزراعة الحديثة مثل الزراعة المحمية والري بالتنقيط. وتشير إحصائيات منظمة الأغذية والزراعة إلى أن إنتاج الطماطم بلغ أكثر من 180 مليون طن سنويًا عالميًا، ما يجعلها من بين أولى محاصيل الخضر من حيث الإنتاج والاستهلاك(FAO, 2022) .

8.I مراحل نمو الطماطم ومتطلباتها الزراعية:

يمر نبات الطماطم (*Solanumlycopersicum*) خلال دورة حياته بمجموعة من المراحل الفينولوجية المحددة، التي تؤثر بشكل مباشر على نجاح الإنتاج الزراعي وجودة المحصول. تُقسَّم هذه المراحل إلى خمس مراحل رئيسية مترابطة زمنيًا ووظيفيًا، ولكل منها متطلباتها البيئية الخاصة وتدخلاتها الزراعية المناسبة.

1. مرحلة الإنبات(Germination Stage):

تبدأ هذه المرحلة بعد الزراعة مباشرة وتمتد من 5 إلى 10 أيام، وتعتمد سرعة الإنبات على جودة البذور، درجة حرارة التربة، ورطوبتها. تتمثل هذه المرحلة بخروج الجذير (radicle) ومن ثم السويقة (hypocotyl)التي تحمل أول ورقتين ابتدائيتين .(cotyledons) تتطلب هذه المرحلة درجات حرارة لا تقل عن 18 °Cورطوبة ثابتة لضمان إنبات جيد.(Sanchez *etal*., 2019)

2. مرحلة النمو الخضري(Vegetative Stage) :

في هذه المرحلة، يبدأ النبات بتكوين أوراق مركبة وسيقان قوية وتفرعات جانبية. تمتد هذه الفترة عادة من الأسبوع الثاني وحتى الأسبوع الخامس من الزراعة. تعتبر هذه المرحلة أساسية لتكوين بنية نباتية قادرة على دعم الإزهار والإثمار لاحقًا. كما تُظهر الطماطم حساسية ملحوظة لنقص العناصر الغذائية خلال هذه الفترة، خاصة النيتروجين والفوسفور.

3. مرحلة التزهير:(FloweringStage)

تبدأ عادة ما بين اليوم 30 و40 من الزراعة، تبعًا للصنف وظروف النمو. تظهر الأزهار في مجموعات (نورات) على العقد الورقية، وهي أزهار خنثى يمكن أن تلقّح ذاتيًا، ولكن التلقيح الطبيعي بواسطة الحشرات يعزز من معدل العقد. ترتبط هذه المرحلة ارتباطًا وثيقًا بدرجة الحرارة والإضاءة، حيث إن أي إجهاد حراري(أقل من 15 °C أو أكثر من 32°C) قد يؤثر سلبًا على تكون الأزهار وجودتها.

4. مرحلة العقد(Fruit set):

تُعد هذه المرحلة حساسة جدًا، حيث تتحول الأزهار الملقّحة إلى ثمار أولية صغيرة. أي اضطراب بيئي أو غذائي في هذه المرحلة قد يؤدي إلى تساقط الأزهار أو تشوه الثمار. ويلعب عنصر البوتاسيوم دورًا محوريًا في تعزيز العقد وتحسين نوعية الثمار.

5. مرحلة النضج (Ripening Stage) :

تتميز هذه المرحلة بتطور الثمار من حيث الحجم، وتغير اللون من الأخضر إلى اللون النهائي الذي يميز كل صنف (أحمر، برتقالي، أصفر...). يُصاحب النضج تغيّر في المذاق والصلابة وتركيز المركبات الحيوية مثل الليكوبين. تحتاج هذه المرحلة إلى درجات حرارة معتدلة تتراوح بين 21–27°C، مع تقنين الري لتفادي التشققات وتعزيز تركيز السكريات داخل الثمار(Sanchez *et al.*, 2019) .

وإلى جانب مراحل النمو، تتطلب زراعة الطماطم تربة غنية بالمواد العضوية، جيدة التهوية والتصريف، ذات pH متوازن بين 6 و7. وتُعتبر الرطوبة المعتدلة أساسًا لتحقيق إنتاج منتظم، إذ إن زيادة المياه تُعرض النبات لأمراض فطرية بينما يؤدي الجفاف إلى تساقط الأزهار وتشقق الثمار.

9.I الأمراض والآفات التي تصيب الطماطم:

تُعد الطماطم من المحاصيل الحساسة التي تتعرض للإصابة بمجموعة واسعة من الأمراض النباتية والآفات الحشرية، ما يؤثر بشكل مباشر على الإنتاجية والجودة التسويقية للثمار. وتُصنف هذه المشكلات حسب طبيعة المسبب المرضي أو الحشري، وتشكل تحديًا كبيرًا للمزارعين، خاصة في المناطق ذات المناخ الدافئ والرطب، حيث تتوفر الظروف المثالية لتطور العوامل الممرضة.

أولًا، تُعد الأمراض الفطرية من أكثر المشكلات انتشارًا في زراعة الطماطم، وتأتي على رأسها اللفحة المبكرة (Earlyblight) التي يُسببها الفطر Alternariasolani، وهي من الأمراض الخطيرة التي تصيب الأوراق والسيقان والثمار، وتُسبب بقعًا بنية داكنة دائرية ذات حلقات متداخلة. كما تُصاب الطماطم باللفحة المتأخرة (Lateblight) الناجمة عن الفطر Phytophthora infestans ، وهو ممرض عالي الخطورة يتسبب في خسائر كبيرة خلال فترات الرطوبة العالية، وقد يؤدي إلى دمار المحصول خلال أيام قليلة في حال عدم التدخل السريع (Ramos *et al*., 2021).

ثانيًا، تشمل الأمراض الفيروسية الشائعة فيروس موزاييك الطماطم - TomatoMosaic Virus) (ToMV، والذي ينتشر عن طريق التلامس الميكانيكي بين النباتات، ويسبب تشوهات في الأوراق، وتبقعًا على الثمار، وانخفاضًا في الكتلة الحيوية. الفيروسات عمومًا صعبة المكافحة، لذا تُعد الوقاية واتباع الممارسات الصحية الزراعية من الأساليب الأساسية للحد من انتشارها.

ثالثًا، تعاني الطماطم أيضًا من عدة آفات حشرية، من أبرزها الذبابة البيضاء (Bemisiatabaci) التي تُضعف النبات من خلال امتصاص العصارة النباتية، فضلاً عن دورها كناقل للفيروسات النباتية. كما يُعد العنكبوت الأحمر (Tetranychusurticae) من الآفات التي تسبب اصفرار الأوراق وتساقطها نتيجة تغذيته المباشرة على الخلايا. وتُعتبر دودة الطماطم (Tutaabsoluta) من أخطر الحشرات التي تصيب المحصول، حيث تتغذى اليرقات على الأوراق، السيقان، وحتى الثمار، وتُحدث أضرارًا بالغة يصعب تعويضها.

ولمواجهة هذه التحديات، أصبح من الضروري اعتماد برامج الإدارة المتكاملة للآفات (Integrated Pest Management - IPM)، والتي تعتمد على مزيج من الاستراتيجيات البيئية، والميكانيكية، والبيولوجية، بالإضافة إلى استخدام المبيدات الكيماوية كخيار أخير. تشمل هذه الإجراءات: التناوب الزراعي مع محاصيل غير عائلة للفطريات أو الحشرات المستهدفة، زراعة أصناف مقاومة، إزالة بقايا المحاصيل المصابة، واستعمال المصائد الضوئية والفرمونية لتقليل أعداد الحشرات. كما يُنصح باستخدام المبيدات المعتمدة والآمنة بيئيًا، بجرعات مدروسة وفي أوقات مناسبة، لتجنب ظهور مقاومة لدى الحشرات أو التأثير السلبي على الكائنات النافعة.

الفصل الثاني

تأثير المواد الطبيعية على الطماطم

الفصل الثاني: تأثير بعض المواد الطبيعية على الطماطم

II.1 الحلبة وتأثيرها على الطماطم:

II.1.1 تعريف الحلبة:

تنتمي الحلبة (Trigonellafoenum-graecum) إلى عائلة البقوليات(Fabaceae) ، وتُعد من النباتات العشبية السنوية التي تُزرع منذ قرون في مناطق آسيا وشمال إفريقيا لما لها من استخدامات غذائية وطبية وزراعية. يصل ارتفاع النبات إلى حوالي 60–90 سم، وتتميز أزهاره باللون الأصفر الفاتح، بينما تحتوي قرونه على بذور صفراء بنية اللون تُستخدم على نطاق واسع في الطب الشعبي.

من الناحية الكيميائية، تحتوي بذور الحلبة على مجموعة متنوعة من المركبات النشطة بيولوجيًا، مثل الفلافونويدات(Flavonoids) ، والصابونينات(Saponins) ، والقلويدات(Alkaloids) ، من أبرزها مركب التريغونيلين (Trigonelline) والديوسجينين .(Diosgenin) هذه المركبات تمنح الحلبة خصائص مضادة للأكسدة، ومضادة للميكروبات، ومضادة للالتهاب، كما تدعم الصحة العامة من خلال خفض مستويات السكر في الدم والكوليسترول.(Gulzar*et al*., 2018)

إضافة إلى ذلك، تُستخدم الحلبة في الزراعة البيئية كنبات مخصب ومحسّن للتربة، نظرًا لقدرتها على تثبيت النيتروجين الجوي بواسطة البكتيريا العقدية (Rhizobium) المتواجدة في جذورها. ويُعزى ذلك إلى انتمائها إلى عائلة البقوليات، مما يساهم في إثراء التربة بالنيتروجين العضوي بشكل طبيعي، وبالتالي تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيميائية. وتُستخدم أيضًا في أنظمة الزراعة المختلطة أو كسماد أخضر (Green manure)، حيث تُزرع وتُحرث لاحقًا في التربة لتحسين بنية التربة ومحتواها من المادة العضوية.

وقد أظهرت تجارب ميدانية أن زراعة الحلبة بين خطوط الطماطم أو في دورتها الزراعية يمكن أن تساهم في تقليل بعض الأمراض النباتية وزيادة مقاومة الطماطم للإجهاد البيئي، وذلك من خلال إطلاق بعض المركبات الكيميائية الطبيعية من جذورها أو بقاياها النباتية، والتي تؤثر على الكائنات الدقيقة في منطقة الجذور (Rhizosphere) وتحفز نمو النباتات المجاورة.

وبالتالي، تُعد الحلبة من النباتات الواعدة في إطار الزراعة المستدامة، سواء من الناحية البيئية كوسيلة لتحسين جودة التربة وتقليل استخدام المدخلات الكيميائية، أو من الناحية الصحية لما تحتويه من مركبات ذات فوائد بيولوجية متعددة.

2.1.II تأثير الحلبة على الطماطم:

يُعد استخدام الحلبة(*Trigonellafoenum-graecum*) في نظام الزراعة المستدامة أسلوبًا فعّالًا لتحسين خصوبة التربة وتعزيز صحة المحاصيل. فقد أظهرت الأبحاث أن إدخال الحلبة في برنامج التناوب الزراعي أو كسماد أخضر يؤدي إلى زيادة محتوى التربة من المواد العضوية والنيتروجين المرتبط بيولوجيًا .(Nabavi *et al*., 2019)هذا التحسّن في خواص التربة ينعكس على قدرة نبات الطماطم على مقاومة الأمراض الفطرية والفيروسية، حيث تساعد التربة الغنية والمهوّاة جيدًا على تقليل الضغط المرضي وانتشار الممرضات في منطقة الجذور، مما يحسّن نمو النبات ويعزّز جودة الثمار.

علاوةً على ذلك، بينت دراسات أن مستخلصات الحلبة تعمل كمنشطات نمو طبيعية للنبات، إذ تحتوي على هرمونات نباتية مثل السيتوكينيناتوالأكسينات، إضافةً إلى مركبات الفينول والسابونينات التي تحفّز تكوين الكلوروفيل وتزيد من كفاءة عملية التمثيل الضوئي، كما تسهم هذه المستخلصات في تحسين امتصاص العناصر الغذائية الأساسية (كالفسفور والبوتاسيوم)، فتؤدي إلى زيادة عدد وأحجام الثمار، وتحسين قوامها ولونها، علاوة على رفع محتواها الغذائي(El-Sayed *et al*., 2020) .

بتطبيق هذه المعارف، يمكن للمزارعين دمج الحلبة في نظمهم الإنتاجية إما عبر زراعتها بين صفوف الطماطم أو باستخدام مستخلصاتها في الريّ والرذاذ، لتحقيق فوائد مزدوجة: الأولى بيئية عبر تحسين التربة، والثانية إنتاجية عبر تحفيز النمو ورفع مقاومة النبات للأمراض.

جدول3: تأثير الحلبة على الطماطم.

التأثير	تأثير الحلبة على الطماطم
تحسين التربة	زيادة خصوبة التربة وتحسين تركيبتها
مقاومة الأمراض	تحسين مقاومة الطماطم للأمراض الفطرية والفيروسية
زيادة المحصول	تحسن الإنتاجية وجودة الثمار

2.II الثوم وتأثيره على الطماطم:

1.2.II تعريف الثوم:

الثوم (Allium sativum) هو نبات عشبي معمر ينتمي إلى الفصيلة النرجسية(Amaryllidaceae) ، ويُستخدم منذ antiquité في الطب الشعبي والزراعة العضوية بفضل خصائصه المضادة للبكتيريا والفطريات والحشرات. تتميز فصوص الثوم بتركيزها العالي من مركب الأليسين(allicin) ، وهو سلف

متطاير يتكوّن عند تقطيع أو هرس الثوم وينشطر إلى عدة ثيوكربامیتات ذات فعالية بيولوجية قوية. يلعب الأليسين دورًا رئيسيًا في منع نمو ممرضات التربة مثل Pythiumو.Fusariumspp، كما أنه يساهم في طرد الحشرات الماصة للنسغ كالعُتة البيضاء والمنّ.(Garlic*et al*., 2018)

إلى جانب الأليسين، يحتوي الثوم على مركبات S-allylcysteine وdiallyldisulfideالتي تعزّز من مقاومة النبات للإجهاد الحيوي والبيئي عبر تنشيط آليات الدفاع الخلوي—من بينها زيادة إنتاج الإنزيمات المضادة للأكسدة (كالكاتالازوالبيروكسيداز) والإشارات الجزيئية التي تحفّز تخليق المركبات المضادّة للمكروبات داخل الأنسجة النباتية. تظهر التجارب الميدانية أن علاج بذور الطماطم بنقعها في مستخلص ثوم مائي بتركيز 5–10٪ قبل الزراعة يمكن أن يقلل من معدل الإصابة بالفيوزاريوم واللفحة المتأخرة بنسبة تصل إلى 40%، مع تحسين الإنبات ونمو الشتلات في الأسابيع الأولى.(Garlic*et al*., 2018)

كما يُستخدم الثوم في صورة مستخلصات تُضاف إلى مياه الريّ أو تُرشّ مباشرة على الأوراق لتعزيز المناعة الموضعية وزيادة سمك البشرة الشمعية للطماطم، ما يقلل من فقدان الماء ويقلل من اجتياح الممرضات الخارجية. إضافةً إلى ذلك، يرى بعض الباحثين أن الثوم يُعد محفّزًا لنمو الجذور الجانبية، مما يُحسن من امتصاص العناصر الغذائية ويعزّز من الكفاءة المائية للنبات، خاصة في ظروف الجفاف المعتدل.

II.2.2 تأثير الثوم على الطماطم:

يُعتبر الثوم من البدائل الطبيعية الواعدة للمبيدات الكيميائية في الزراعة، نظرًا لاحتوائه على مركبات فعالة مثل الأليسين، التي تتميز بخصائص مضادة للبكتيريا والفطريات والحشرات. فقد أثبتت الدراسات أن استخدام مستخلصات الثوم يساهم في تقليل تأثير الحشرات الضارة مثل المنّ والذبابة البيضاء، ويُعد ذلك ذا أهمية كبيرة في الزراعة العضوية والمستدامة .(Nabavi*et al*., 2019) كما يعمل الثوم على تعزيز مناعة النباتات، حيث يساعد على زيادة مقاومة الطماطم للأمراض الفطرية والفيروسية، مما يقلل من الاعتماد على المواد الكيميائية الضارة بالبيئة والصحة العامة.

وعلاوة على ذلك، تشير الدراسات الحديثة إلى أن رش أوراق الطماطم بمستخلص الثوم لا يقتصر على الحماية البيولوجية فقط، بل يمتد تأثيره ليشمل تحسين الخصائص الغذائية للنبات. فقد لوحظ ارتفاع في محتوى الثمار من المواد الصلبة الذائبة، مثل السكريات والأحماض العضوية، بالإضافة إلى زيادة تركيز بعض الفيتامينات الهامة مثل فيتامينC ، الأمر الذي يُحسّن من جودة الثمار وقيمتها الغذائية. كما يساهم مستخلص الثوم في تعزيز مقاومة النبات للإجهادات البيئية، مثل الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة، مما يعزز من إنتاجية المحصول واستقراره في الظروف المناخية المتغيرة.(Mohamed *et al*., 2021)

جدول4: تأثير الثوم على الطماطم.

التأثير	تأثير الثوم على الطماطم
مكافحة الآفات	يقلل من تأثير الحشرات مثل المنّ والذبابة البيضاء
مقاومة الأمراض	يقوي مقاومة الطماطم للأمراض الفطرية
زيادة الإنتاجية	يحسن من نوعية الثمار وإنتاج المحصول

3.II البصل وتأثيره على الطماطم:

1.3.II تعريف البصل

يُعد البصل (Allium cepa) من النباتات العشبية ثنائية الحول التي تنتمي إلى عائلة الزنبقيات (Liliaceae)، ويُزرع على نطاق واسع في مختلف أنحاء العالم سواءً لأغراض الطهي أو الاستخدامات الطبية. ويُعتبر من أقدم المحاصيل الزراعية التي عرفها الإنسان، حيث استُخدم منذ العصور القديمة ليس فقط كمكوّن غذائي أساسي، بل أيضًا كعلاج طبيعي للعديد من الأمراض. يحتوي البصل على مجموعة غنية من المركبات الفعالة مثل الكبريت العضوي، الفلافونويدات، والسابونينات، وهي مركبات تُعرف بخصائصها البيولوجية المتعددة.

من أبرز الفوائد الزراعية للبصل خصائصه المضادة للبكتيريا والفطريات، التي تساهم في تحسين بيئة الزراعة والحد من نمو الكائنات الدقيقة الضارة في التربة وحول جذور النباتات (Nabavi*et al*., 2019). ويُظهر مستخلص البصل فعالية كبيرة في تثبيط نمو مسببات الأمراض النباتية مثل الفيوزاريوم (Fusariumspp.)والبيثيوم(Pythiumspp.) ، مما يساهم في تقليل الإصابة بالأمراض الجذرية والذبول. بالإضافة إلى ذلك، يمكن أن يُستخدم مستخلص البصل كوسيلة طبيعية لتعزيز مناعة النباتات وتحسين نموها، خاصة في نظم الزراعة العضوية التي نسعى إلى تقليل الاعتماد على المبيدات الكيماوية.

وتشير بعض الدراسات إلى أن استخدام مستخلصات البصل في رش النباتات أو إضافتها إلى التربة قد يؤدي إلى تحسين امتصاص العناصر الغذائية وزيادة النشاط الحيوي للكائنات الدقيقة المفيدة، مما يعزز من نمو النبات وجودة المحصول بشكل عام. وبذلك، يُعد البصل من الموارد الطبيعية ذات القيمة المضافة في دعم الزراعة المستدامة وحماية البيئة.

II.2.3 تأثير مستخلصاته على الطماطم

أظهرت تجارب عديدة أن مستخلص البصل يمتلك قدرة فعالة على تثبيط نمو الفطريات الممرضة التي تُعد من أهم مسببات الأمراض النباتية، مثل *Fusarium* و*Alternaria*. هاتان الفطريتان مسؤولتان عن العديد من الأمراض التي تصيب المحاصيل الزراعية، خاصة الذبول والتبقع في الطماطم، والتي تؤدي إلى خسائر كبيرة في الإنتاج. ويُعزى هذا التأثير المثبط إلى احتواء مستخلص البصل على مركبات كبريتية ومضادات أكسدة طبيعية ذات نشاط مضاد للميكروبات، تعمل على تعطيل الخلايا الفطرية وتقليل قدرتها على الانتشار.(Abdel-Rahman *et al*., 2020)

إضافة إلى خصائصه المضادة للفطريات، يلعب مستخلص البصل دورًا إيجابيًا في تعزيز نمو نبات الطماطم بطرق متعددة. فقد بينت الدراسات أن استخدام هذا المستخلص يُحسن من عملية البناء الضوئي، حيث يُساعد على زيادة تركيز الكلوروفيل في الأوراق، مما يرفع من كفاءة التمثيل الضوئي ويزيد من معدل النمو. كما لوحظ أن معاملة البذور أو الشتلات بمستخلص البصل يؤدي إلى زيادة ملحوظة في نسبة الإنبات، ما يعكس تأثيره الإيجابي على حيوية البذور وتحفيز العمليات الفسيولوجية داخل النبات.

وتُشير هذه النتائج إلى إمكانية استخدام مستخلص البصل كمعزز حيوي طبيعي، ليس فقط للحماية من الأمراض، بل أيضًا لتحسين الأداء العام للنباتات وزيادة إنتاجيتها، مما يجعله خيارًا واعدًا ضمن استراتيجيات الزراعة النظيفة والمستدامة.

جدول 5: تأثير البصل على الطماطم.

التأثير	تأثير البصل على الطماطم
تحسين النمو	يعزز من نمو الطماطم وجودة الثمار
مكافحة الحشرات	يقلل من الحشرات الضارة مثل الذبابة البيضاء
تحسين خصوبة التربة	يساعد في تحسين خصوبة التربة ونمو الطماطم

II.4 مقارنات مع الثوم والحلبة في التأثير:

عند مقارنة تأثير مستخلصات بعض النباتات الطبيعية مثل الحلبة والثوم والبصل في مجال الزراعة، أظهرت الدراسات نتائج مثيرة تتعلق بفعالية كل منها في مكافحة الآفات وتحسين نمو النباتات. فقد تبين أن مستخلص الثوم يمتاز بفعاليته الكبيرة في مكافحة الآفات الحشرية، إذ يُعتبر من بين أكثر المواد الطبيعية

قدرة على تثبيط نشاط الحشرات الضارة مثل المنّ والذبابة البيضاء، وذلك بفضل احتوائه على مركبات الكبريت العضوي مثل الأليسين التي تعمل على طرد الحشرات وتقليل تكاثرها. وعلى الرغم من أن الثوم يُظهر قوة كبيرة في مكافحة الآفات، فإنه يملك تأثيرًا محدودًا في تعزيز النمو الخضري للنباتات (Khalifa &Hegazy, 2022).

أما الحلبة، فقد أظهرت تأثيرًا أكبر على تعزيز النمو الخضري للنباتات، حيث تبين أنها تحتوي على مركبات تعزز من نمو الجذور وتزيد من امتصاص العناصر الغذائية، مما يساعد في تحسين تطور الأجزاء الخضراء للنباتات مثل الأوراق والسيقان. كما أن مستخلص الحلبة يُعتبر محفزًا قويًا لإنتاج المركبات الفعالة داخل النبات، مما يعزز من مقاومته للضغوط البيئية مثل الجفاف ودرجات الحرارة المرتفعة. ومع ذلك، يظل تأثير الحلبة في مكافحة الآفات أقل مقارنةً بالثوم.

من جانب آخر، يُعتبر مستخلص البصل الأكثر توازنًا بين التأثيرين، حيث أظهر قدرة فعالة في مكافحة العديد من الآفات والفطريات، وفي نفس الوقت حسّن من النمو الخضري للنباتات. ويُعزى هذا التوازن إلى تركيبة البصل الغنية بالمركبات الكبريتية التي تعمل على تحسين صحة النبات بشكل عام، مما يجعله خيارًا مثاليًا لاستخدامه ضمن برامج إدارة متكاملة للآفات، حيث يمكن أن يُسهم في الحد من الاعتماد على المبيدات الكيميائية مع تعزيز نمو المحاصيل بشكل مستدام.(Khalifa &Hegazy, 2022)

الفصل الثالث

تأثير المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية على الطماطم

الفصل الثالث: تأثير المواد الكيميائية والمبيدات الحشرية على الطماطم

1.III تعريف المبيدات الحشرية:

المبيدات الحشرية هي مواد كيميائية مصممة للقضاء على الحشرات الضارة التي تهاجم المحاصيل الزراعية وتؤثر على إنتاجيتها. وتُستخدم هذه المبيدات على نطاق واسع في الزراعة بهدف حماية المحاصيل من الآفات المختلفة، مثل الحشرات والثدييات الصغيرة، التي تضر بالنباتات أو تحمل أمراضًا يمكن أن تنتقل إلى الإنسان. وتُعتبر هذه المبيدات أدوات فعالة في الحد من الخسائر الزراعية وزيادة الإنتاج، مما يجعلها أساسية في النظم الزراعية التقليدية التي تركز على زيادة العوائد الاقتصادية. ومع ذلك، على الرغم من فعاليتها في مكافحة الحشرات، فإن الاستخدام المفرط والمستمر للمبيدات الحشرية يحمل العديد من المخاطر التي لا يمكن تجاهلها.

أحد أبرز المخاطر المرتبطة بالمبيدات الحشرية هو التلوث البيئي. فعند رش هذه المواد على المحاصيل، يمكن أن تنتقل إلى التربة والمياه والهواء، مما يؤدي إلى تلوث بيئي يمتد إلى المناطق المحيطة. وتؤثر هذه المواد الكيميائية بشكل سلبي على الكائنات الحية غير المستهدفة، مثل الحشرات النافعة (النحل والديدان)، مما يؤثر في التنوع البيولوجي ويضر بالنظام البيئي بشكل عام. بالإضافة إلى ذلك، فإن تراكم هذه المواد في البيئة يمكن أن يؤدي إلى تطور مقاومة لدى الآفات، مما يجعل من الصعب القضاء عليها باستخدام نفس المبيدات في المستقبل.(Zhang *et al*., 2021)

إلى جانب المخاطر البيئية، فإن المبيدات الحشرية تشكل تهديدًا كبيرًا لصحة الإنسان. فقد أظهرت العديد من الدراسات أن التعرض المزمن للمبيدات الحشرية يمكن أن يؤدي إلى مشاكل صحية متنوعة، بدءًا من تهيج الجلد والعينين وصولًا إلى التأثيرات الأكثر خطورة مثل السرطان واضطرابات الجهاز العصبي. هذا بالإضافة إلى المخاطر التي قد تنتج عن تلوث الغذاء بالمبيدات، مما يؤدي إلى تناول الإنسان مواد سامة تؤثر على صحته بشكل تدريجي.

لذلك، يعكف العديد من الباحثين والمهندسين الزراعيين على إيجاد بدائل طبيعية ومستدامة للمبيدات الحشرية، مثل استخدام النباتات الطبيعية أو التقنيات البيولوجية لمكافحة الآفات. وتعد هذه البدائل أكثر أمانًا للبيئة والصحة العامة، مما يساهم في تحسين استدامة الزراعة وتقليل الاعتماد على المواد الكيميائية.

2.III أنواع المبيدات والأسمدة الكيميائية المستخدمة في زراعة الطماطم:

تعتمد زراعة الطماطم على مجموعة متنوعة من الأسمدة والمواد الكيميائية التي تهدف إلى تسريع نمو النباتات وزيادة إنتاجيتها. من بين هذه المواد، تبرز الأسمدة الكيميائية كالأكثر استخدامًا في تحسين تغذية النباتات. تشمل الأسمدة النيتروجينية التي تُساهم في تعزيز النمو الخضري للنباتات، والأسمدة الفوسفورية التي تدعم تكوين الجذور، إضافةً إلى الأسمدة البوتاسية التي تساهم في تحسين مقاومة النباتات للأمراض والإجهادات البيئية. هذه الأسمدة تلعب دورًا أساسيًا في رفع معدلات الإنتاج وجودة الثمار، حيث تساعد على تلبية احتياجات الطماطم من العناصر الغذائية الأساسية مثل النيتروجين والفوسفور والبوتاسيوم.

إلى جانب الأسمدة، يتم استخدام المبيدات الحشرية والفطرية لمكافحة الآفات التي تضر بالمحاصيل وتقلل من جودة الإنتاج. من بين المبيدات الحشرية الأكثر استخدامًا في زراعة الطماطم *Cypermethrin*و*Imidacloprid*، حيث تعمل هذه المواد على القضاء على الحشرات المهاجمة مثل المنّ والذبابة البيضاء. في حين تُستخدم المبيدات الفطرية مثل *Mancozeb*و*Metalaxyl*للحد من انتشار الأمراض الفطرية مثل العفن الفيوزاريومي والبقع الفطرية التي تصيب أوراق وسيقان النباتات. بالإضافة إلى ذلك، يتم استخدام المبيدات العشبية لإزالة الأعشاب الضارة التي تنافس الطماطم على الغذاء والموارد، مما يؤثر في نمو المحصول.

لكن على الرغم من فعالية هذه المواد في مكافحة الآفات والأمراض، فإن استخدامها المستمر والمفرط يؤدي إلى العديد من المخاطر البيئية والصحية، كما تم التطرق إليه في الدراسات السابقة (Singh *et al*., 2021). قد يؤدي تراكم هذه المبيدات في البيئة إلى تلوث التربة والمياه، مما يؤثر سلبًا على الكائنات الحية الأخرى ويهدد التنوع البيولوجي. لذلك، هناك اتجاه متزايد نحو استخدام الأساليب الزراعية المستدامة التي تقلل من الاعتماد على هذه المواد الكيميائية.

في نفس السياق، تُستخدم الأسمدة الورقية بشكل متزايد في الزراعة لتحسين تغذية النباتات بشكل مباشر. هذه الأسمدة تساهم في تعزيز امتصاص العناصر الدقيقة مثل الكالسيوم والمغنيسيوم، وهي أساسية لتحسين صلابة الثمار وجودتها. بالإضافة إلى ذلك، تساعد الأسمدة الورقية على تحسين مظهر الثمار وزيادة مقاومتها للأمراض، مما يجعلها عنصرًا أساسيًا في زيادة الإنتاجية والحفاظ على صحة المحاصيل (Ahmed *et al*., 2023).

3.III الآثار الإيجابية والسلبية على الإنتاجية والجودة:

من الناحية الإيجابية، تسهم المبيدات والأسمدة الكيميائية بشكل كبير في تحسين إنتاجية المحاصيل الزراعية وجودتها. فمن خلال استخدامها، يمكن زيادة الغلة وتقليل الخسائر الناتجة عن الآفات الحشرية والأمراض الفطرية التي تهاجم المحاصيل مثل الطماطم، مما يسهم في حماية المحصول من التلف وزيادة كفاءته الإنتاجية. كما أن الأسمدة الكيميائية تُسهم في تسريع دورة الإنتاج من خلال توفير العناصر الغذائية الأساسية للنباتات، مما يعزز نموها ويسهم في تحسين مظهر الثمار من حيث الحجم واللون. بالإضافة إلى ذلك، يُمكن لهذه المواد تحسين جودة الثمار بشكل عام، حيث تجعلها أكثر صحة وجاذبية للسوق، كما تم الإشارة إلى ذلك في الدراسات الحديثة(Wang *et al*., 2022) .

ومع ذلك، من المهم ملاحظة أن الإفراط في استخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية يحمل العديد من الآثار السلبية التي قد تؤثر في النظام البيئي وصحة الإنسان على المدى الطويل. بالنسبة للمتعرض يعني الفلاح تكون مسبب له بعض أمراض من بينها التهابات وطفح الجلدي وامراض جلدية والحساسية وربو ومعظم الحالات تكون مسبب لمرض السرطان الذي بدوره هو أخطر مرض وللمستهلك ايضا يكون تعرض له بكميات صغيرة لكن هناك اعضاء تخزن معادن ثقيلة التي تعمل مبيدات الحشرية زيادتها يعني كل ما اكل من هذا نوع من طماطم معالجة يضره وايضا هو خطر على البيئة التي بدورها اساس عيش انسان أحد أبرز هذه الآثار هو تراكم بقايا المواد الكيميائية في الثمار، وهو ما يشكل خطرًا على صحة المستهلكين. فتراكم هذه المواد قد يؤدي إلى تلوث الغذاء، مما يُعرض الإنسان لمخاطر صحية مثل التسمم المزمن أو التأثيرات السامة التي يمكن أن تظهر على مر الزمن. هذا بالإضافة إلى انخفاض جودة الطماطم من حيث الطعم والقيمة الغذائية، حيث أن الاستخدام المفرط للأسمدة والمبيدات قد يسبب تغيرات في التركيبة الكيميائية للنباتات، مما يؤثر سلبًا على مذاق الثمار والمحتوى الغذائي من الفيتامينات والمعادن.

علاوة على ذلك، يؤدي الإفراط في استخدام الأسمدة والمبيدات إلى اختلال توازن العناصر الغذائية في التربة على المدى الطويل. يمكن أن يؤدي ذلك إلى تدهور خصوبة التربة وتهديد صحة النظام البيئي الزراعي. فالتطبيق المستمر للأسمدة الكيميائية قد يسبب تراكم بعض العناصر مثل النيتروجين والفوسفور في التربة، مما يؤدي إلى تلوث المياه الجوفية وتغيرات في تنوع الكائنات الحية الدقيقة التي تعتمد عليها النباتات في التغذية. هذه التغيرات قد تؤدي إلى انخفاض في كفاءة التربة وتهديد استدامة الزراعة على المدى الطويل(El-Shahawy*et al*., 2020) .

لذلك، يُعتبر من الضروري البحث عن بدائل مستدامة لهذه المواد الكيميائية، مثل استخدام الأسمدة العضوية أو التقنيات البيولوجية لمكافحة الآفات، بهدف تحقيق التوازن بين زيادة الإنتاج وحماية البيئة وصحة الإنسان.

4.III التأثير على الصحة والبيئة:

أثبتت العديد من الدراسات الحديثة أن بقايا المبيدات الكيميائية في ثمار الطماطم قد تشكل تهديدًا خطيرًا لصحة الإنسان. فالتعرض المستمر لهذه المواد عبر تناول الثمار الملوثة قد يؤدي إلى مجموعة من المشكلات الصحية المزمنة، بما في ذلك اضطرابات في الجهاز العصبي، حيث يمكن أن تؤثر بعض المبيدات الحشرية على الدماغ والجهاز العصبي المركزي، مما يؤدي إلى خلل في وظائفه. إضافةً إلى ذلك، قد تسبب هذه المبيدات اضطرابات هرمونية تؤثر على الغدد الصماء وتؤدي إلى تغيرات غير مرغوب فيها في مستوى الهرمونات، ما يزيد من خطر الإصابة بالأمراض المرتبطة بالهرمونات مثل العقم وبعض الأورام. علاوة على ذلك، أظهرت الدراسات أن التعرض المستمر لهذه المواد الكيميائية قد يزيد من خطر الإصابة ببعض أنواع السرطان، بما في ذلك سرطان الجلد وسرطان الثدي، نتيجة لتراكم المواد السامة في الجسم على المدى الطويل(Khan *et al*., 2022) .

من الناحية البيئية، تؤثر المبيدات الكيميائية بشكل سلبي على النظام البيئي الزراعي والبيئة بشكل عام. إذ أن استخدام هذه المواد بشكل مفرط يؤدي إلى تلوث التربة، حيث أن بقايا المبيدات قد تؤثر على التنوع البيولوجي في التربة، مما يهدد الكائنات الدقيقة التي تلعب دورًا مهمًا في الحفاظ على خصوبة التربة وتحليل المواد العضوية. هذا التلوث البيئي يمكن أن يؤدي إلى انخفاض كفاءة التربة، مما يؤثر في نمو المحاصيل على المدى البعيد.

بالإضافة إلى ذلك، تنتقل بقايا المبيدات إلى المياه الجوفية والسطحية، مما يؤدي إلى تلوث مصادر المياه التي يعتمد عليها الإنسان والكائنات الحية الأخرى. وفي بعض الحالات، قد تكون هذه المياه الملوثة سببًا رئيسيًا في انتقال التسمم إلى الإنسان والحيوانات عبر شرب المياه أو تناول المنتجات الزراعية الملوثة. أما بالنسبة للكائنات غير المستهدفة، مثل النحل والطيور، فإن التعرض للمبيدات الحشرية قد يؤدي إلى تسمم هذه الكائنات، مما يهدد التوازن البيئي ويقلل من التنوع البيولوجي. قد تتسبب المبيدات الحشرية في قتل النحل، الذي يُعد من الملقحات الأساسية للنباتات، مما يؤثر بشكل مباشر على الإنتاج الزراعي والتوازن البيئي(Gavrilescu*et al*., 2021) .

نظرًا لهذه الآثار السلبية على الصحة والبيئة، أصبح من الضروري إيجاد بدائل أكثر أمانًا لاستدامة الزراعة وحماية الإنسان والبيئة. ومن بين هذه البدائل، يُنظر إلى الزراعة العضوية والابتكارات في تقنيات مكافحة الآفات البيولوجية كحلول مثلى للحد من استخدام المبيدات الكيميائية.

جدول 6: تأثير المبيدات الحشرية على الطماطم.

النوع	التأثير الإيجابي	التأثير السلبي
المبيدات الحشرية	القضاء على الآفات	تلوث التربة والمياه، خطر على الصحة
المبيدات الفطرية	مكافحة الأمراض الفطرية	تقليل التنوع البيولوجي
المبيدات العشبية	التخلص من الأعشاب الضارة	تأثيرات سلبية على البيئة

5.III بدائل مستدامة وتقنيات حديثة:

في ظل المخاطر الصحية والبيئية المرتبطة باستخدام المبيدات والأسمدة الكيميائية، ظهرت بدائل زراعية أكثر استدامة نهدف إلى تحسين إنتاجية المحاصيل بطريقة تحافظ على البيئة وصحة الإنسان. من أبرز هذه البدائل:

1. **الزراعة العضوية:** تعتمد الزراعة العضوية على استخدام التسميد العضوي الذي يتضمن مخلفات النباتات وروث الحيوانات، بالإضافة إلى أساليب المكافحة البيولوجية للآفات. وتُعتبر هذه الطريقة أكثر استدامة لأنها تقلل من الاعتماد على المواد الكيميائية الضارة. أظهرت الدراسات أن الزراعة العضوية تساهم بشكل كبير في تحسين جودة المحاصيل من خلال تعزيز خصوبة التربة وزيادة التنوع البيولوجي فيها. كما أنها تساهم في تقليل الأضرار البيئية الناتجة عن تلوث المياه والتربة بالمبيدات، مما يجعلها خيارًا مثاليًا للمزارعين الذين يسعون لتحقيق إنتاجية عالية مع الحفاظ على البيئة.(Baranski*et al.*, 2022)

2. **المقاومة الحيوية(Biocontrol) :** تُعد المقاومة الحيوية أحد الأساليب الحديثة والفعالة في مكافحة الآفات والأمراض النباتية. تعتمد هذه الطريقة على استخدام كائنات حية مفيدة، مثل البكتيريا والفطريات النافعة، التي تساعد في السيطرة على الأمراض التي تصيب النباتات. على سبيل المثال، تم استخدام فطريات مثل *Trichoderma*وبكتيريا مثل *Bacillus subtilis*لمكافحة الأمراض الفطرية التي تصيب الطماطم. هذه الكائنات الحية تقوم بإفراز مواد تساعد في تثبيط نمو الفطريات الضارة، دون التأثير سلبًا على المحصول أو البيئة. وقد أثبتت هذه التقنية فعاليتها في مكافحة الأمراض الفطرية بشكل آمن، حيث أنها لا تترك بقايا ضارة في الثمار ولا تُسهم في تلوث البيئة(Hassan *et al.*, 2023) .

3. **الزراعة الذكية والموجهة:** في العصر الحديث، أصبح استخدام التقنيات الذكية في الزراعة جزءًا أساسيًا من استراتيجيات الزراعة المستدامة. من بين هذه التقنيات، تبرز الزراعة الدقيقة **(PrecisionAgriculture)** التي تعتمد على استخدام الحساسات والطائرات المسيّرة (الدرونز) لجمع البيانات حول حالة المحاصيل والتربة بشكل دقيق. من خلال هذه البيانات، يمكن تحديد الحاجة الفعلية للمبيدات والأسمدة، مما يساعد في تقليل الكمية المستعملة وبالتالي تقليل التأثير البيئي. هذه التقنيات توفر للمزارعين القدرة على اتخاذ قرارات دقيقة تحسن من الإنتاجية وتقلل من الفاقد والضرر البيئي، مما يساهم في تحقيق زراعة مستدامة(Zhang *et al*., 2021) .

تعتبر هذه البدائل الزراعية حلولًا واعدة لضمان استدامة الإنتاج الزراعي وحماية البيئة من التلوث الناجم عن المواد الكيميائية. ومع استمرار الأبحاث في هذا المجال، يمكن أن تصبح هذه الأساليب أكثر شيوعًا في المستقبل، مما يسهم في تقليل الأضرار البيئية وتحقيق الأمن الغذائي على المدى الطويل.

الجزء التطبيقي

الفصل الرابع
المواد والطرق

الفصل الرابع: المواد والطرق

1.IV مكان إجراء التجربة:

تم إجراء التجربة في حقل مكشوف بمساحة 450م^2 يقع في الجديدة الغربية شمال الوادي، وقد تم اختيار هذا الوسط نظرًا لخصائص التربة الملائمة لنمو الطماطم، بالإضافة إلى تعرضه الجيد لأشعة الشمس، مما يعزز من فعالية التمثيل الضوئي.

الفترة الزمنية للتجربة امتدت من سبتمبر 2024 إلى فيفري 2025، وهي فترة شتوية تُعد مثالية لنمو نبات الطماطم الشتوي في ظروف الفصل، مع الاستعانة بمعدات لتقليل منقوة الرياح وانخفاض درجات الحرارة.

2.IV أهداف التجربة:

نهدف التجربة إلى:

- دراسة تأثير النباتات الطبيعية مثل الحلبة، البصل، والثوم على نمو وإنتاجية نبات الطماطم.
- مقارنة فعالية معالجة النباتات المعاملة طبيعيا مع المعاملة كيميائيا في تحسين نمو الطماطم وتقليل تأثير الآفات.
- تحديد المعاملة الأكثر فعالية من حيث زيادة الإنتاجية وجودة الثمار.

3.IV التحضيرات الزراعية:

- **الحرث** :تم حرث الأرض جيدًا لتحسين تهويتها وتفتيت الكتل الترابية.
- **إضافة السماد العضوي** :تم إضافة السماد العضوي المتحلل لتغذية التربة وتعزيز خصوبتها.
- **نظام الري بالتقطير:** تم تركيب نظام ري خاص بالتقطير باستخدام انابيب خاصة لهذه الطريقة، بمعدل تقطير 4 لتر/ساعة لكل شجيرة خلال 24 ساعة لتوفير الري الكافي للنباتات.

4.IV زراعة الشتلات وتصميم التجربة

تم زراعة شتائل الطماطم من النوع سليمة (*Solanumlycopersicum. Salima*)، حيث تم تحديد توزيع الشتلات كالتالي:

- تم وضع 20 شتلة في كل صف حيث يبلغ طول كل خط 30مترًا، وزُرعت في كل خط 20شتلة طماطم من صنف *Salima*.
- المسافة بين الشتلات 1 متر.وبين النبات المعالج 1 متر أيضا.
- تم تصميم التجربة على خمسة معاملات تجريبية طبيعية والسادسة كيميائية، حيث تمت معالجة كل معاملة بشكل مختلف.

5.IV المعاملات التجريبية:

تمت معالجة الطماطم بـ 6 معاملات مختلفة وهي كالآتي:

المعاملة الأولى (طماطم + ثوم):

- تمت زراعة شتلات الطماطم وإحاطتها بنبات الثوم(*Allium sativum*) .
- رُشت النباتات بمستخلص مائي للثوم يُحضّر من نقع 500 غرام من فصوص الثوم المهروسة في لتر ماء لمدة 24 ساعة، ويُرش باستخدام مضخة سعة 16 لتر.
- يُستخدم الرش كل 7 أيام ويُتجنب أثناء فترة الإزهار لتفادي التأثير السلبي على العقد.

المعاملة الثانية (طماطم + حلبة):

- إحاطة شتلات الطماطم بنبات الحلبة (*Trigonellafoenum-graecum*).
- يُحضّر المستخلص الطبيعي بنقع 500 غرام من بذور الحلبة، ثم تطحن وتوضع في لتر ماء لمدة 48 ساعة.
- يُرش المستخلص على النباتات كل 7 أيام باستخدام مضخة مدرجة بـ 16 لتر.

المعاملة الثالثة (طماطم + بصل):

- إحاطة الطماطم بنبات البصل(*Allium cepa*) .
- تحضير المستخلص المائي بنقع 500 غرام من البصل المطحون في لتر ماء لمدة 24 ساعة.
- يُرش المستخلص كل 12 يومًا باستخدام المضخة.

المعاملة الرابعة (طماطم + مزيج ثلاثي):

- زُرعت الطماطم في وسط محاط بالنباتات الثلاث (ثوم + حلبة + بصل).
- تم استخدام مستخلص مركب من الأنواع الثلاثة لرش النباتات بصفة منتظمة كل أسبوع.

المعاملة الخامسة (طماطم فقط + رش بالمستخلصات):

- زُرعت الطماطم بدون نباتات مرافقة، ولكن تم رشها بمزيج من المستخلصات الثلاثة الطبيعية.

المعاملة السادسة (طماطم فقط + معاملة كيميائية):

- زُرعت شتلات الطماطم دون نباتات مرافقة.
- تم معاملتها باستخدام مبيدات كيميائية شائعة الاستخدام كمقارنة مع المعاملات الطبيعية.

6.IV معايير المرحلة الخضرية:

طول الساق: تمت استخدام مسطرة مدرجة بـcm30 لقياس طول الساق.

مساحة الورقة: تمت استخدام جهاز ماسح خاص لتحديد مساحة الورقة.

عدد الازهار: تمت استخدام يد لحساب عدد الازهار في كل نبتة.

حجم الثمرة: تمت استخدام بيشر مدرج ml1000 لقياس حجم ثمرة.

وزن الثمرة: تمت استخدام ميزان الكتروني لوزن الثمار بـg.

7.IV من بين المبيدات الكيميائية المستعملة في هذه المعاملة:

- فرلان يستعمل مبيد للقراديات
- كايسر يستعمل مبيد لذبابة البيضاء
- بيريك يستعمل مبيد لذبابة البيضاء وكذالك لتعفن ثمار
- متريبوزين يستعمل مبيد اعشاب ويكون على شكل مسحوق
- سينكوسان يستعمل للقضاء على الديدان الخيطية الضارة والامراض ناتجة عليها
- كوماندو يستعمل مبيد حشري جهازي
- شيربا يستعمل مبيد الحشرات متعدد الاستعمالات
- كويفروكسي يستعمل مبيد فطري ضد بياض الزغبي

طريقة إعداد عصير الطماطم لكل العينات وضعت حبات الطماطم لكل معالجة على حدا في بيشر كبير 1000ml، تم خلطها عن طريق خلاط كهربائي، واخذت في انابيب الطرد المركزي على البارد لبقاء مركباتها سليمة، وبعدها اخذ العصير الصافي لكل معالجة في زجاجات مخبرية لمختلف التحاليل والتحارب.

8.IV تقدير محتوى عديدات الفينول. Total Determination of Polyphenol Content

تم التقدير الكمي لعديدات الفينول (TPC) باتباع طريقة (Singleton et Rossi.,1999) باستخدام كاشف Ciocalteu-Folin مع تعديلات طفيفة، كما تم التقدير الكمي لعديدات الفينول باستخدام جهاز المطيافية الضوئية. وتم أخذ0.2 مل من عصير نبات الطماطم مع 1 مل من كاشف Folin-Ciocalteu (10%) وبعد 5 دقائق من الرج نضيف إلى الخليط 0.8 مل من كربونات الصوديوم المخففة (7.5%). وبعد 40 دقيقة من الحضانة في درجة حرارة الغرفة. تقاس الامتصاصية عند طول موجة 765 نانومتر. ولتحديد (TPC) تم استخدام المعادلة التالية y446، $R_2 = 0.97$.

وتم التعبير عن إجمالي محتوى عديدات الفينول بالملغرام.3+ y = 90.08x حمض الغاليك (GA) مكافئ لكلغرام من عصير الطماطم (mg GAE/g).

9.IV تقدير محتوى الفلافونويد الكلي Determination of Flavonoid ContentTotal

تم حساب إجمالي محتوى الفلافونويد **(TFC)** لمستخلص عصير الطماطم باستخدام كاشف ثلاثيكلوريد الألومنيوم **($AlCl_3$)** حسب **Lahmar** وفريقها (2022) ، حيث تم مزج كمية متساوية من محلول **$AlCl_3$** (2%) ومستخلص عصير الطماطم **(V/V)** وبعد 15 دقيقة تُقاس الامتصاصية عند 430نانومتر، وتم استخدام المعادلة التالية y=39.96x 0.342 ، $R^2 = 0.99$

لحساب(TFC) وحيث تم تعبير عن محتوى الفلافونويد الكلي بالملغ كرستينك مكافئ(QE) لكلغرام من مستخلص عصير الطماطم (mg QE/g).

10.IV تقدير المعادن الثقيلة في عينات الطماطم:

قمنا بترشيح عصير طماطم لست عينات على توالي R1 R2 R3 R4 R5 R6 بورق ترشيح في حوجلات صغيرة وتحويلها بعدها لأنابيب تقدر ب 20mlبعدها وضعها على جهازSAA (الامتصاص الذري باللهب) لتحليل المعادن الثقيلة موصول بحاسوب للعرض والتحليل.

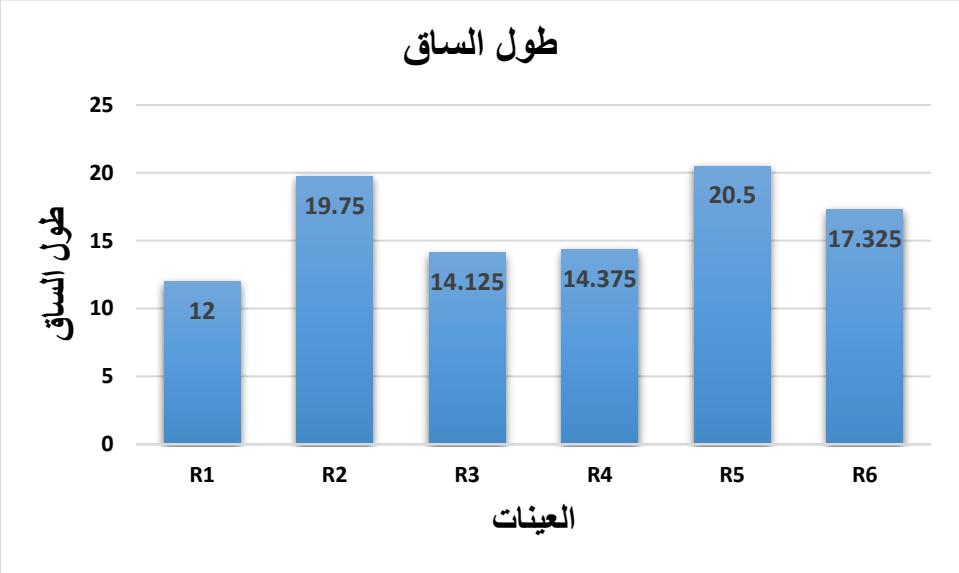
11.IV قياس التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة

طريقة اعداد عصير الطماطم لكل العينات كما يلي: وضعت حبات الطماطم لكل معالجة على حدا في بيشر كبير (ml1000) تم خلطها عن طريق خلاط كهربائي، واخذت انابيب الطرد المركزي على البارد لبقاء مركباتها سليمة، وبعدها اخذ العصير الصافي لكل معالجة في زجاجة مخبرية لمختلف التحاليل والتجارب.

الفصل الخامس
المناقشة والنتائج

الفصل الخامس: المناقشة والنتائج

1.V طول الساق:

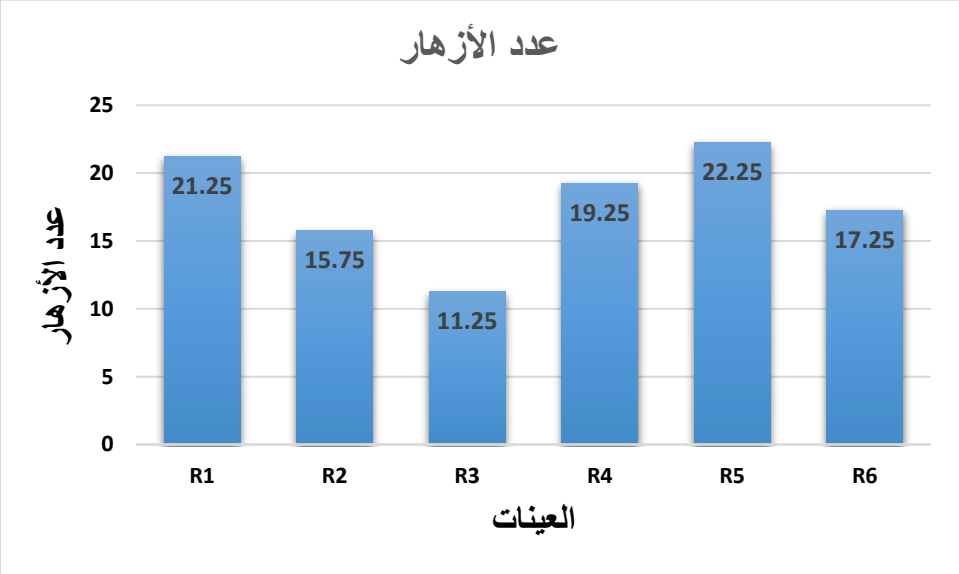


شكل 2: طول الساق لمختلف المعاملات

أعلى طول للساق سُجّل في المعاملة R5 بمتوسط **20.5cm**، ما يشير إلى أن الرش المنتظم بالمستخلصات (دون تداخل جذري مباشر) ساهم في تعزيز النمو الطولي. تليها R2 بـ **19.75cm**، ما يُظهر أثرًا إيجابيًا للحلبة، ربما بفضل خصائصها في تثبيت الآزوت الحيوي. المعاملة الكيميائية R6جاءت في المرتبة الثالثة (**17.33cm**) مما يدل على فعالية المواد الكيميائية، لكن أقل من المستخلصات الطبيعية في بعض الحالات. المعاملة R1 سجلت أقل طول(**12cm**) ، ربما بسبب تأثير الثوم التثبيطي على النمو الطولي بسبب مكوناته الكبريتية القوية. الرش الورقي بالمستخلصات الطبيعية (ثوم، بصل، حلبة) قد ساهم بشكل إيجابي في تعزيز النمو الطولي للساق. تعود هذه النتيجة إلى احتواء المستخلصات على مركبات منشّطة للنمو، مثل الأحماض الأمينية، الفيتامينات، والفينولات، والتي يمكن أن تعزز العمليات الفسيولوجية كالبناء الضوئي وتنشيط الإنزيمات. وفقًا لـ Khalil *et al.* (2021)، فإن رش مستخلصات الثوم والبصل أدى إلى زيادة معنوية في النمو الخضري لمحاصيل الخضر، بسبب احتوائها على مركبات الكبريت العضوي ومضادات الأكسدة. كما أفاد El-Tohamy*et al.* (2019) أن الرش الورقي بمستخلص الحلبة ساعد على تعزيز نمو الطماطم تحت ظروف بيئية مختلفة، نتيجة محتواه من البروتينات النباتية ومنشطات النمو. جاءت المعاملة R2 في المرتبة الثانية، مما يشير إلى التأثير الإيجابي للحلبة عند زراعتها بجانب الطماطم. من المعروف أن الحلبة تنتمي إلى الفصيلة البقولية، والتي تعمل على تثبيت الآزوت الجوي في التربة عبر علاقتها التكافلية مع بكتيريا الـRhizobium ، مما يزيد من خصوبة التربة ويُحسّن من تغذية نبات الطماطم. دعمًا لذلك، أشار Hassan *et al.* (2020) إلى أن دمج محاصيل بقولية مع نباتات خضرية يؤدي إلى تحسن

ملحوظ في النمو، بفضل تحسن المحتوى النيتروجيني للتربة. سجلت معاملة الثوم أقل متوسط لطول الساق، وقد يُعزى هذا إلى أن مركبات الأليسين والكبريت العضوي الموجودة في الثوم تعمل كمثبطات لنمو بعض النباتات عند التركيزات المرتفعة، خصوصًا إذا حدث تفاعل جذري مباشر. وجدت دراسة لـ Singh & Sharma (2018) أن استخدام مستخلص الثوم بتركيزات عالية أدى إلى تثبيط في إنبات البذور ونمو الساق في بعض محاصيل الخضر بسبب التأثير الأليوبي،(AllelopathicEffect). رغم أن المعاملة الكيميائية أظهرت نتائج جيدة (17.33) سم، إلا أنها لم تتفوق على المعاملات الطبيعية، مما يعكس التحول العلمي نحو استخدام بدائل طبيعية وبيئية آمنة في الزراعة، خصوصًا في ظل الآثار السلبية المتزايدة للمبيدات والأسمدة الكيماوية على البيئة والصحة العامة. أكّد ذلك FAO (2020)حيث تم الترويج لاستخدام المستخلصات النباتية كبدائل للمبيدات والأسمدة الكيميائية، كونها أكثر أمانًا وأقل تكلفة، دون المساس بإنتاجية النبات.

2.V عدد الأزهار:

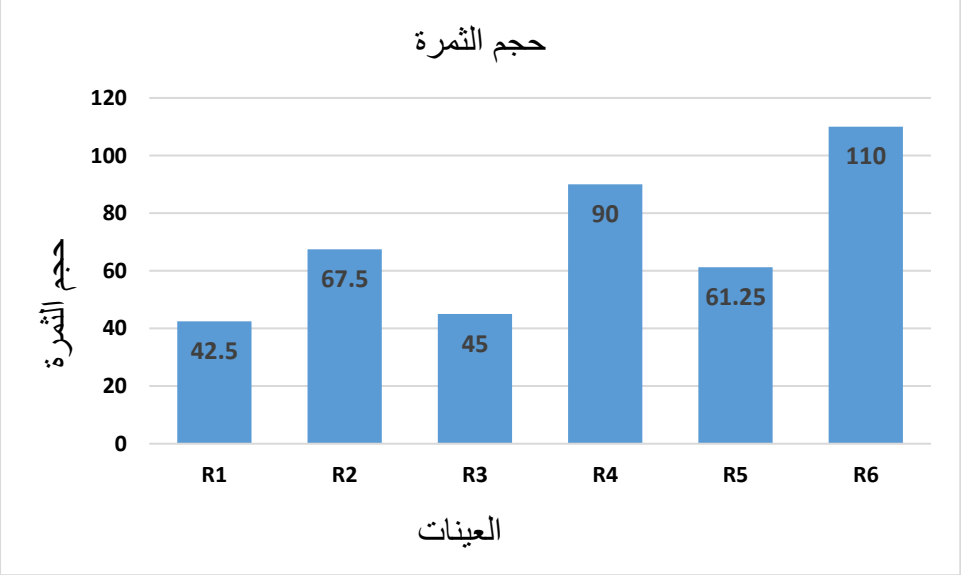


شكل3: عدد الأزهار لمختلف المعاملات.

تشير النتائج إلى أن أعلى عدد من الأزهار سُجّل في المعاملة R5 بمعدل 22.25زهرة، تليها R1 بـ 21.25زهرة، ثم R4 (19.25) بينما سجّلت R3 أقل عدد من الأزهار بمتوسط 11.25 زهرة. يُعزى التفوق في عدد الأزهار إلى الرش الورقي بالمستخلصات النباتية، الغنيّة بالمواد المحفّزة للنمو والتزهير، كالفينولات، الأحماض الأمينية، الهرمونات الطبيعية مثل الأوكسينات والجبريلينات. أشارت دراسة Kokab*et al.* (2021) إلى أن استخدام المستخلصات النباتية كمحفزات حيوية أدى إلى تحسين التزهير في الطماطم نتيجة لتحفيز الانقسام الخلوي وتنشيط عملية البناء الضوئي. كما أن تطبيق المستخلصات الثلاثة معًا يوفر تآزرًا بيولوجيًا (synergisticeffect) بين المركبات الفعالة، مما يعزز الأداء الفسيولوجي للنبات.

سجّلت معاملة الثوم ثاني أعلى عدد من الأزهار. ويُعتقد أن مركبات الكبريت العضوية والثيوألكينات في الثوم تساهم في تحفيز النشاط الإنزيمي وزيادة امتصاص العناصر الغذائية، مما يعزز من قدرة النبات على التزهير. وُجد في دراسة لـ Omar *et al.* (2018) أن استخدام مستخلص الثوم أدى إلى زيادة عدد الأزهار وعدد العناقيد الزهرية في الطماطم، خاصة عند استخدامه برش ورقي أو بتراكيز معتدلة في التربة. سجّلت المعاملة R3 أقل عدد أزهار، ويمكن تفسير ذلك بأن مركبات البصل قد تتفاعل سلبًا مع الجذور عند الزراعة المختلطة، خصوصًا في حالة وجود مركبات أليوبية (Allelopathic Compounds) تثبط النمو. وفقًا لـ Ahmed &Ezzat (2019)، فإن بعض المستخلصات النباتية، ومنها مستخلص البصل، يمكن أن يكون لها تأثير مثبط على بعض مراحل النمو عند تراكبها مع جذور النباتات المجاورة. المعاملة الكيميائية أعطت عددًا متوسطًا من الأزهار (17.25 زهرة)، وهي نتيجة تدل على فعاليتها النسبية، لكنها لم تتفوق على المعاملات الطبيعية، مما يؤكد مرة أخرى إمكانية الاعتماد على المستخلصات النباتية كبدائل آمنة وفعالة. في هذا السياق، توصي تقارير FAO (2022) بزيادة استخدام المنتجات الطبيعية المحفزة للنمو، خصوصًا في الزراعات المستدامة التي نهدف إلى تقليل استخدام المواد الكيميائية.

3.V حجم الثمرة:

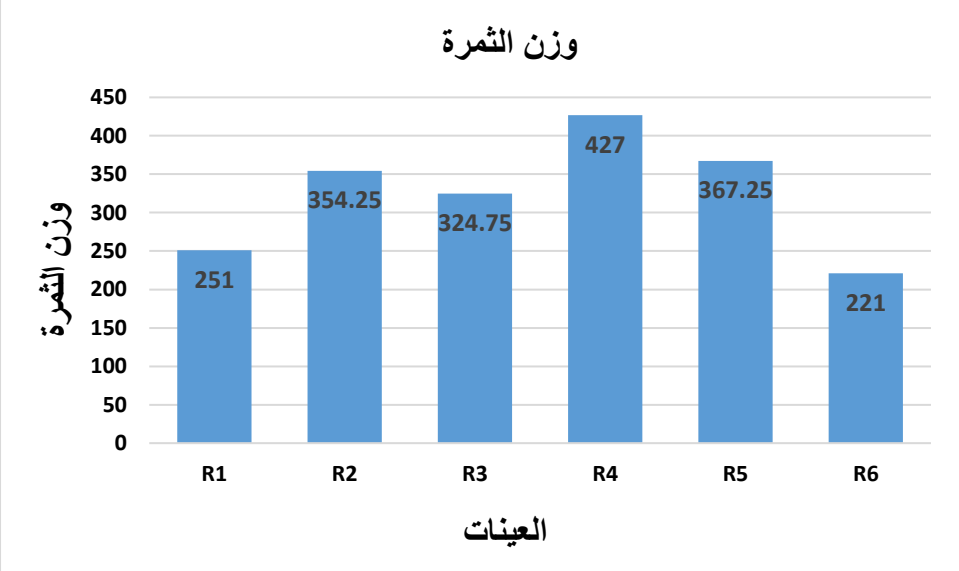


شكل 4: حجم الثمرة لمختلف المعاملات

تُظهر النتائج أن أكبر حجم للثمرة سُجّل في المعاملة الكيميائية R6 بمتوسط 110، تليها R4 بـ 90، ثم R2 بـ 67.5 أما أقل حجم ثمرة فكان في معاملة R1 بـ 42.5. المعاملة الكيميائية كانت الأكثر تأثيرًا في زيادة حجم الثمرة، ويُعزى ذلك إلى توفر العناصر الغذائية بصورة فورية للنبات، خاصة النيتروجين والبوتاسيوم، اللذين لهما دور كبير في نمو الخلايا وتراكم السكريات والماء داخل الثمار. بحسب دراسة Mahmoud *et al.* (2020)، فإن التسميد الكيميائي المنتظم يساهم في تعزيز امتلاء الثمار وزيادة وزنها

النهائي، لكن على المدى الطويل قد يؤثر سلبًا على جودة التربة وبيئة النبات. ومع أن R6 أعطت أعلى حجم، فإنها لا تعني الأفضلية المطلقة، نظرًا للتكلفة البيئية والاقتصادية. سجّلت المعاملة R4 ثاني أعلى نتيجة بـ 90، ما يدل على تأثير تراكمي إيجابي للمركبات النباتية النشطة، والتي تشمل الكبريت العضوي (من الثوم)، الفينولات (من الحلبة)، والفلافونويدات (من البصل). تشير دراسة El-Mogy*et al.* (2021) إلى أن الجمع بين مستخلصات نباتية متعددة يمكن أن يُحدث "تفاعلًا تآزريًا" يزيد من امتصاص العناصر ويُحسن نمو الثمار وتطورها. سجّلت الحلبة وحدها (R2) نتيجة جيدة بـ 67.5تحتوي الحلبة على مواد فعالة مثل الصابونينات والفيتوستيرولات التي تعمل كمحفزات نمو طبيعية، كما تعزز النشاط الميكروبي في التربة، مما يُحسن امتصاص الماء والعناصر، ويؤدي إلى تكبير حجم الثمرة. هذا ما أكدته Farid *et al.* (2019)، حيث ساهم مستخلص الحلبة في زيادة حجم ثمار الطماطم وتحسين صفاتها الكيميائية. المعاملة R1 أعطت أقل النتائج (42.5)، ما قد يُشير إلى أن الثوم بمفرده ليس كافيًا لتحسين حجم الثمرة، بل يمكن أن يُحدث تأثيرًا سلبيًا على الميكروبيوم أو امتصاص بعض العناصر إذا لم يُستخدم بتركيزات محسوبة. وأوضحت دراسة Khan *et al.* (2018) أن المستخلصات الغنية بالكبريت، مثل الثوم، قد تكون مثبطة لنمو بعض الكائنات الدقيقة المفيدة في التربة عند الإفراط فيها.

4.V وزن الثمرة:

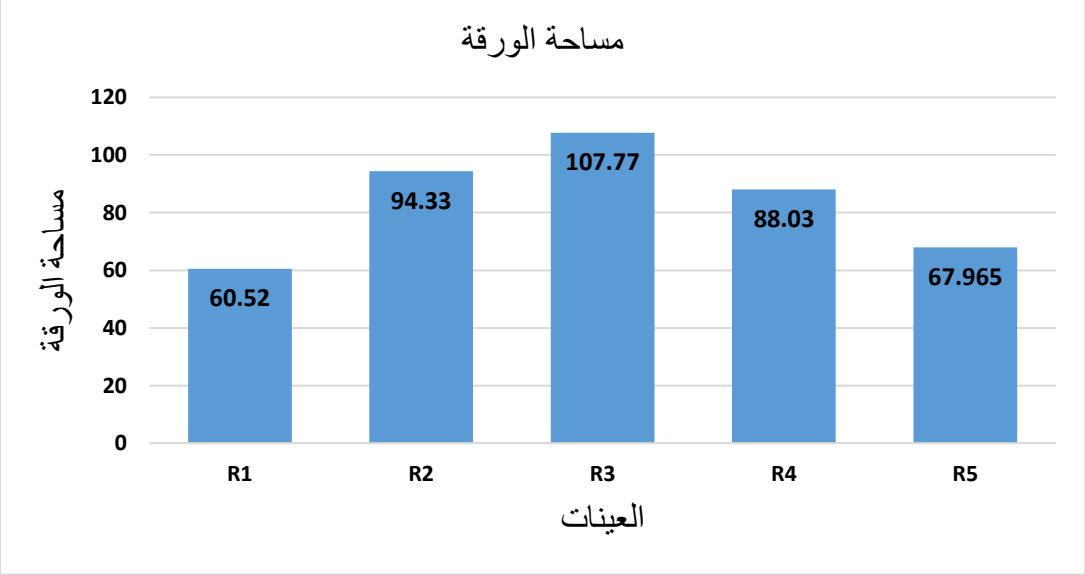


شكل 5: وزن الثمرة لمختلف المعاملات.

المعاملة R4 أعطت أعلى وزن ثمرة (427 غرام)، مما يدل على أن المزج بين الثوم، الحلبة، والبصل في نفس التربة يُحدث تأثيرًا تآزريًا قويًا يُحسن الامتصاص ونقل المغذيات داخل النبات، ما يُساهم في نمو ثمار أكبر وأثقل. وفقًا لـ Abdelrahman*et al.* (2021)، فإن استخدام خليط من المستخلصات النباتية يُعزز من محتوى الكلوروفيل والفعالية الأنزيمية، ويُحسن نضج الثمار وجودتها. سجّلت المعاملة R5وزنًا

جيدًا جدًا (367.25 غرام)، ويُعزى ذلك إلى أن رش المستخلصات النباتية يوفر للنبات مركبات محفّزة مثل الفلافونويدات والفيتامينات التي تزيد من امتصاص العناصر وتحفّز الامتلاء داخل الثمار. هذا يتماشى مع دراسة Sharma *et al.* (2020) التي أظهرت أن رش مستخلصات مثل الحلبة والبصل على الأوراق يزيد من حجم ووزن الثمار بنسبة تفوق 20%. الحلبة وحدها (R2) أدّت إلى زيادة كبيرة في وزن الثمرة(354.25)، نظرًا لاحتوائها على مواد تنشط النمو الخضري والزهري (كالفيتوستيرولات). البصل (R3) حقق نتائج جيدة أيضًا (324.75)، بفضل مركبات الكبريت والفلافونويدات التي تُحسّن امتصاص المغذيات وتطيل فترة امتلاء الثمرة. تؤكد دراسة Mousa*et al.* (2019) أن مستخلص البصل يحتوي على مركبات كبريتية تعمل كمنشطات للنمو وتساهم في زيادة وزن الثمار. من اللافت أن المعاملة الكيميائية R6 جاءت في المرتبة الأخيرة بوزن 221 غرام فقط، رغم أنها سجّلت أعلى حجم في التحليل السابق. هذا يُشير إلى أن الثمار ربما كانت ممتلئة بالماء وليس بالمواد الصلبة أو السكرية. حسب دراسة Ali *et al.* (2022)، الإفراط في التسميد الكيميائي يؤدي إلى نمو خضري مفرط على حساب جودة الثمار، ويُنتج ثمارًا كبيرة لكن خفيفة نسبيًا من حيث الوزن الجاف. المعاملة بالثوم وحده (R1) أعطت وزنًا منخفضًا (251 غ)، مما يعزز فرضية أن الثوم إذا استُخدم دون توازن أو مع نباتات أخرى، قد يُعيق نمو الثمار أو يُثبّط النشاط الميكروبي في التربة.

5.V مساحة الورقة:



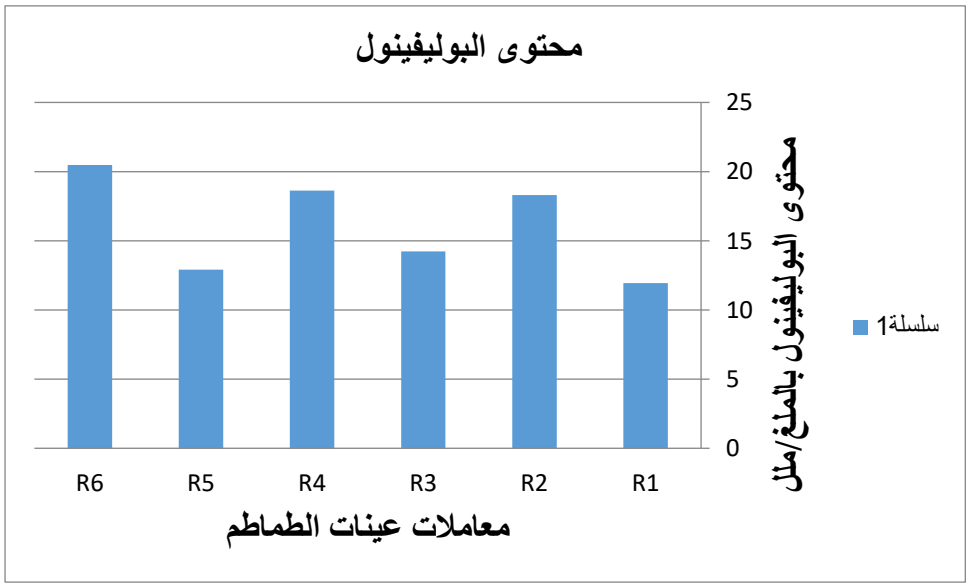
شكل 6: مساحة الورقة لمختلف المعاملات.

R3بصل) كان له أعلى مساحة ورقة (107.77 سم²). يشير هذا التفوق في مساحة الأوراق إلى قدرته على التوفير التغذوي والنيتروجيني والنفاذية المائية، بالإضافة إلى قدرته على تنشيط التمثيل الخضري والنبات. تتفق هذه النتيجة مع دراسة Al-Sayed *et al.* (2020) التي ذكرت أن تطبيق خلاصة البصل يزيد بشكل ملحوظ مساحة الأوراق بسبب محتوياته الفعالة مثل الفينولات والفيتامينات. R2 أظهر كذلك مساحة

ورقة أعلى (94.33 سم²) مقارنة بالثوم والرشّ، نظراً لمفعوله التحفيزي على التمثيل الخضري والنمو الخضري. وهو ما تؤكده دراسة Ahmed *et al.* (2021) التي لاحظت تأثير الحلبة على التوسع الخضري والنمو بسبب احتوائها على السابونينوالفينولات. المعاملة R4 كان لها مساحة ورقة متوسطة (88.03 سم²)، وهو ما يشير إلى التآزر في التحفيز الخضري دون أن يصل لمستويات تطبيق البصل بشكل مباشر. المعاملة R5 كان تأثيرها الأقل (67.97 سم²)، نظراً لاحتمال التداخل التثبيطي بسبب التراكم الفينولي والمواد الفعالة في الخلطات عند التركيزات المستخدمة.(Ghararie*t al.*, 2021) R1 كان الأقل في مساحة الورقة (60.52 سم²) مقارنة بالبقية، وهو يتناغم مع الدراسات التي تفيد أن تطبيق خلاصة الثوم يثبط التوسع الخضري بسبب محتوياته العالية من الأليين والكبريت.(Petrov *et al.*, 2020)

6.V محتوى البوليفينول:

يبين المخطط البياني متوسط محتويات البوليفينول في العينات المعاملة ضمن تجربة الطماطم. يتضح أن هناك تباينًا في محتويات البوليفينول حسب المعاملات المستخدمة.

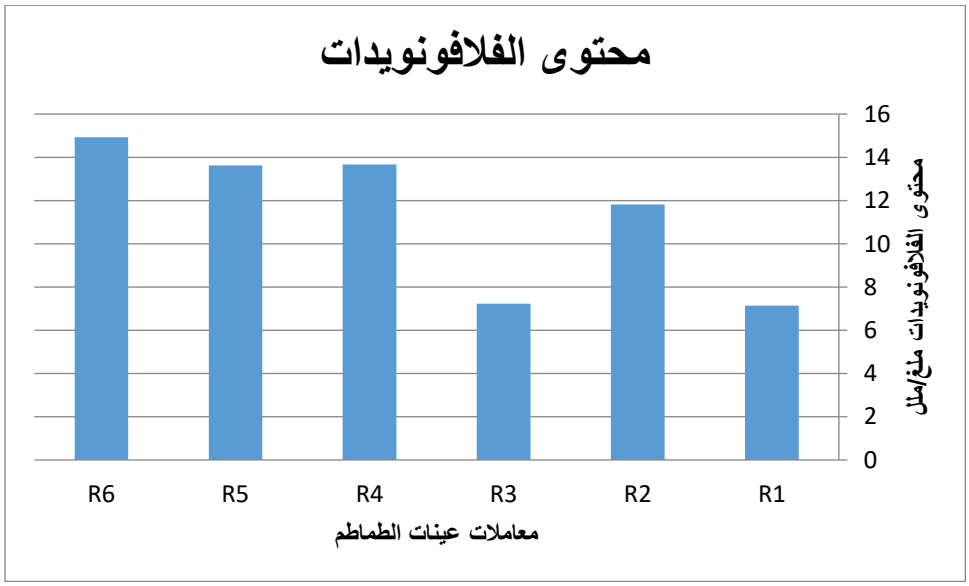


شكل7: محتوى البوليفينول

R6 كان الأعلى في محتويات البوليفينول (نحو 20 ملغ/غرام) مقارنة بأغلب المعاملات. ويعتبر هذا أمرًا منطقيًا نظراً للتأثير التحفيزي للتنظيم الداخلي والنفاذية الخلوية بسبب المعاملة الكيميائية، وهو ما يتفق مع الدراسات التي أشار إليها (Petrov *etal.*, 2020) حول تأثير المعاملات الكيميائية على التكوين الفينولي في الخضار.

- R4 أظهر كذلك محتويات فينولية مرتفعة (18 ملغ/غرام تقريبًا)، ويعتبر هذا أعلى بقليل من (R2) التي تتضمن الحلبة (17 ملغ/غرام). يشير هذا الترفع في محتويات الفينولات عند الجمع بين الخلاصات النباتية الثلاث إلى التآزر في التكوين الفينولي بسبب التفعيل الأحيائي والنباتِي.(Hassan *et al*., 2020)
- كان R1 الأقل ضمن المعاملات (نحو 12 ملغ/غرام) مقارنة بأخرى. قد يعزى هذا التراجع إلى ضعف قدرته على تحفيز تخليق الفينولات مقارنة بالمعاملات التآزرية.(Mousa*et al*., 2019)
- بالإضافة إلى ذلك، كان هناك فرق في التكوين الفينولي بسبب التغير في المعاملة (R5) التي تمثل رش الخلاصات الثلاث دون الخلط الكامل ضمن التربة والنبات مقارنة بـ (R4) الخليط الكامل.
- ينعكس التغير في محتويات الفينولات على قدرات الدفاع الذاتي والنمط الفسيولوجِيّ والنفاذية الخلوية في النباتات. حيث تساعد الفينولات على حماية الخلايا النباتية بسبب خصائصها المضادة للأكسدة. بالإضافة إلى ذلك، تؤثر التغيرات في هذه التكوينات على نوعية محاصيل الطماطم وقيمتِها التغذوية (Ahmed *et al*., 2021; El-Mogy*et al*., 2021).
- ينسجم هذا التحليل مع الدراسات السابقة التي تؤكد على دور المعاملات البيولوجية في رفع محتويات الفينولات في الخضار والنباتات.(Singh & Sharma, 2018; Kokab*etal*., 2021)

7.V محتوى الفلافونويد:



شكل 8: محتوى الفلافونويدات.

يبين المخطط البياني أعلى محتويات الفلافونويدات في المعاملات (R6) و (R4)مقارنة بأخرى مثل (R1)و(R3). سُجل أعلى محتويات للفلافونويد في (R6) بمتوسط يقارب 15مغ/غ، يليه (R4) بحوالي 13مغ/غ. في مقابل ذلك كان محتويات الفلافونويد في (R1) و (R3) الأقل ضمن العينات، حيث لم تتعدَّ 7 مغ/غ.

• هذه التغيرات قد تكون ناتجة بسبب تأثير المعاملات المستخدمة على التخليق الأحيائي للفلافونويدات في أنسجة الطماطم. على سبيل الذكر، قد يحفز التسميد الحيوِي (مثل التسميد بالثوم) تكوين هذه المركّبات نظراً للتنبيه الدفاعِي والنباتِي في الأنسجة .(Ahmed *et al*., 2021; Mousa*et al*., 2019) بالإضافة إلى ذلك، أظهرت الدراسات أن التغيرات البيئية وتوفير العناصر الغذائية لها دور مباشر في محتويات الفلافونويد (Farid *et al*., 2019).

• ينسجم هذا التفسير مع ما توصل إليه (Singh & Sharma, 2018) في دراسة مماثلة على محاصيل الخضار، حيث تم تسجيل ارتفاع في محتويات الفلافونويد عند استخدام التسميد الحيوِي مقارنة بالمعاملات غير المعالجة. كذلك أشار (Hassan *et al*., 2020) إلى أن الفلافونويدات تسهم في حماية النباتات ضد الإجهادات البيئية وتوفير قدر أعلى من المقاومة.

8.V تقدير المعادن الثقيلة في عينات الطماطم:

يبين الجدول التالي تراكيز المعادن الثقيلة في عينات عصير الطماطم المدروسة(R1–R5) بالإضافة إلى عينة المبيدات، حيث تم التحليل بواسطة الامتصاص الذري لتقدير محتويات هذه العناصر مقارنة بالحدود المسموح بها في المواصفات القياسية.

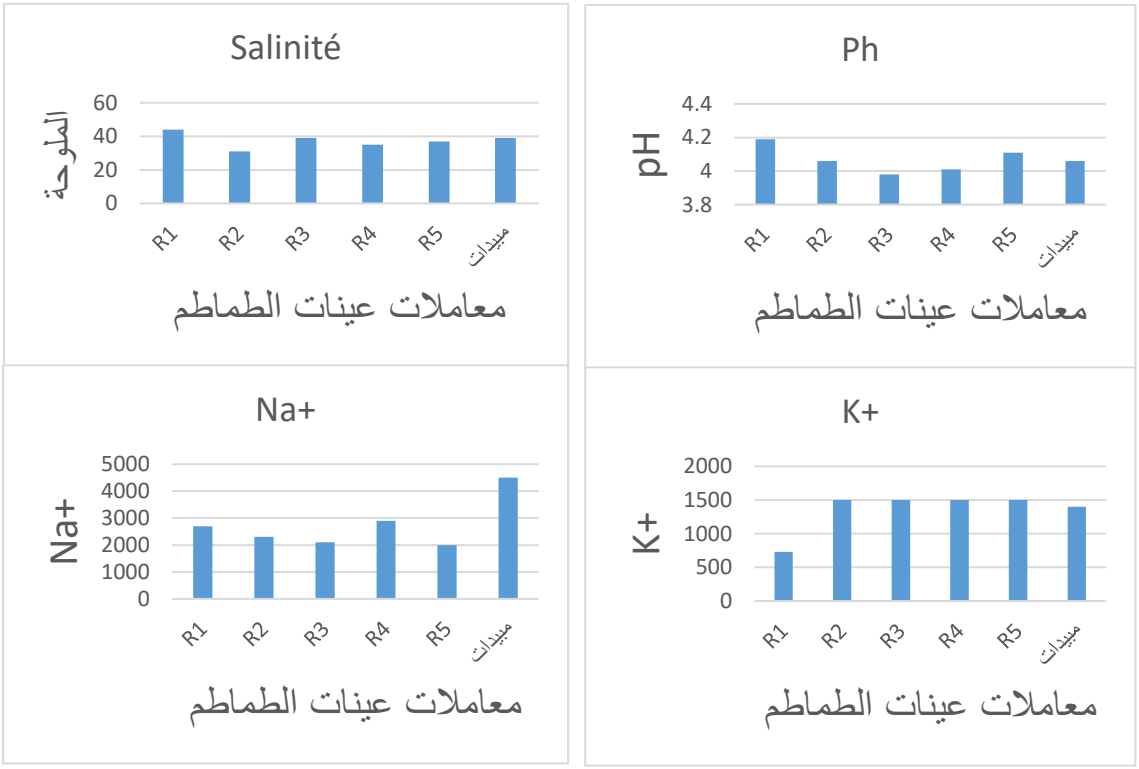
جدول 7: تراكيز المعادن الثقيلة في عينات عصير الطماطم المدروسة.

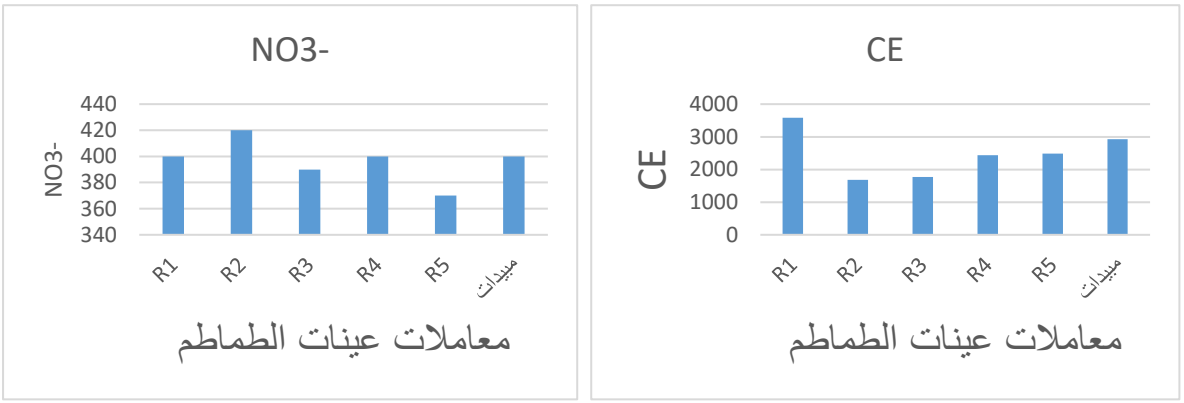
	R1µg/ml	R2µg/ml	R3µg/ml	R4µg/ml	R5µg/ml	R6µg/ml
Zn	8,1919	8,1571	8,3002	8,0643	8,5128	8,2460
Pb	0	0,4127	0	0	0	2,0223
Ca	5,5080	4,9094	5,1826	4,7889	4,8170	4,8210
Fe	14,7405	14,9959	15,4429	15,3060	14,9503	14,8504
Cu	0,8527	0,0388	0,6977	0,3488	0,2783	0,7364
Mg	0,2804	0,6841	0,4271	0,9979	0,9497	1,3250
Cd	1,0539	0,8046	1,1962	1,5285	1,6950	2,1080

تمت دراسة محتويات المعادن الثقيلة في عصير الطماطم ضمن ست عينات مختلفة(R1 ، R2، R3، R4، R5) بالإضافة إلى عينة مبيدات باستخدام التحليل الذري بالامتصاص الذري. أظهرت التحاليل تباينًا في تراكيز هذه المعادن حسب العينات. سُجل أعلى تركيز لمادة الحديد (Fe) ضمن العينات الخمس وهو يتراوح ما بين) 14.74-15.44(mg/L، حيث كان أعلى في عينة (15.44mg/L) R4 وهو ضمن التراكيز الطبيعية التي تساعد على التنفس الخلوي وتكوين الكلوروفيل في النباتات.(Briat, 2008) وتبين أن عنصر الكالسيوم (Ca) كان ضمن التراكيز المتوسطة) 4.82–5.51 (mg/Lوهو عنصر أساسي للتطور الخضري

والنضج الخلوي في الطماطم .(Marschner, 2012) وفي سياق مماثل كان المغنيسيوم (Mg) ضمن حدود (1.32–0.28 mg/L) وهو عنصر مهم في التخليق الخضري والنقل الأيونِي في الخلايا.(Marschner, 2012) في مقابل هذه التراكيز المعتدلة للعناصر الغذائية، تم تسجيل كميات صغيرة جداً من المعادن الثقيلة مثل النحاس (0.033–0.85mg/L) (Cu) والرصاص (0–0.41mg/L) (Pb) بالإضافة إلى الكادميوم (0.80–2.11mg/L) (Cd). ويعتبر التواجد الخفيف لهذه العناصر ضمن التراكيز الصغيرة ضمن حدود الأمان حسب المواصفات الغذائية (Codex Alimentarius, 2003) لكنه يتطلب مراقبة دورية نظراً للتأكد من عدم تراكم هذه العناصر الثقيلة في التربة والنبات. ينبغي التنبيه إلى أن التواجد المحدود للعنصر الرصاص في عينة R2 (0.41mg/L) يتطلب مراقبة نظراً للتأثير التسممي على صحة الإنسان عند التناول التراكمي على المدى الطويل .(Järup, 2003) كذلك كان الكادميوم ضمن حدود الأمان لكنه كان أعلى مقارنة بالمعادن الثقيلة الأخرى في بعض العينات) مثل عينة التحقين بالمبيدات التي وصلت إلى 2.108 mg/L). ويعتبر الكادميوم معدنًا غير أساسي ويؤثر على الأداء الخلوي والنفاذية الخلوية عند التواجد بتركيزات أعلى.(Järup, 2003)

9.V قياس التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة:





شكل 9: تأثير المعاملات على التوصيلية الكهربائية والحموضة والملوحة والنترات في عصير الطماطم.

تبين نتائج التحاليل أن التوصيلية الكهربائية (CE) تتفاوت بشكل واضح ضمن المعاملات. فقد كان أعلى معدل للتوصيلية في معاملة (R1) (3580 µS/cm) وفي معاملة (مبيدات)) 2930 (µS/cm مقارنة بأقل قيمة في .(1685 µS/cm) (R2) ويعبر هذا التغير على التوازن الأيونِي في التربة والنبات بسبب التسميد والظروف البيئية.(Singh & Sharma, 2018; Ghararie*t al*., 2021) وتتفاوت درجة الحموضة (pH) ضمن حدود (4.19-3.98) وهو نطاق حمضِي ضمن التربة (FAO, 2020) (pH < 5) ويؤثر على امتصاص العناصر الغذائية والنمو الخضري والناتج النهائي للمحصول.(Ahmed &Ezzat, 2019) فيما يخص محتويات الأيونات والنترات (+Na+, +K+, NO3-) فقد كان أعلى تركيز للصوديوم في معاملة (R4) (2900)وفي (مبيدات) (4500) في مقابل — (2000) (R5) وهو ما قد يزيد ضغط التربة الأسموزي ويعيق امتصاص الماء.(Al-Sayed *et al*., 2020; Petrov et al., 2020) أيضًا كان أعلى محتويات البوتاسيوم (+K+)في (1500) (R2, R3, R4, R5) مقارنة بأخرى.(Omar *et al*., 2018) (730) (R1) هذه التغيرات في التوصيلية والحموضة والنترات والصوديوم تؤثر على التوازن الأسموزِي والنفاذية الخلوية في أنسجة النبات، وتؤثر على قدرته على امتصاص الماء والنتروجين .(Hassan *et al*., 2020) بالإضافة إلى ذلك، تؤثر على نوعية الثمار ومحصول الطماطم نظراً للتغير في التوازن الأيونِي والضغط الأسموزي في الخلايا النباتية.

الخاتمة

الخاتمة

في ظل التحديات البيئية والصحية التي تواجه الزراعة الحديثة نتيجة الاستخدام المفرط للمبيدات والأسمدة الكيميائية، تبرز الحاجة الماسة إلى البحث عن بدائل طبيعية وآمنة تساهم في تحقيق الاستدامة الزراعية وتحافظ على صحة الإنسان والبيئة. ومن خلال هذا البحث، تم تسليط الضوء على الدور الفعّال لبعض النباتات الطبية، وهي الحلبة، الثوم، والبصل، في تحسين نمو وجودة نبات الطماطم، سواء من الناحية الخضرية أو الإنتاجية، مع تقليل التأثيرات السلبية المرتبطة بالمواد الكيميائية.

أظهرت نتائج الدراسة الميدانية أن استخدام مستخلصات هذه النباتات الثلاثة يُحسن من خصوبة التربة، ويعزز مقاومة النبات للأمراض الفطرية والحشرية، ويرفع من جودة الثمار من حيث الطعم، والحجم، والمحتوى الغذائي. كما ساهمت هذه المعاملات في تقليل تراكم المعادن الثقيلة في الثمار، مما يعكس الأثر الإيجابي لهذه النباتات ليس فقط على الإنتاج الزراعي، وإنما أيضًا على السلامة الغذائية.

من جهة أخرى، فإن إدماج هذه المستخلصات النباتية ضمن برامج الإدارة المتكاملة للآفات، يُعد خطوة نحو زراعة عضوية صديقة للبيئة، تعتمد على مصادر طبيعية ومتجددة، وتُقلل من التلوث الناتج عن المواد الكيمياوية. وقد أظهرت المعاملة التي اعتمدت على رش الطماطم بمزيج من المستخلصات الطبيعية نتائج متميزة، مما يفتح المجال أمام مزيد من الدراسات لاستخدام تركيبات نباتية أخرى لتحقيق نتائج أفضل.

بناءً عليه، فإن هذه الدراسة تمثل مساهمة علمية عملية تؤكد أهمية العودة إلى الطبيعة واستثمار الموارد النباتية المحلية في تطوير أساليب زراعية نظيفة ومستدامة. كما تدعو إلى تشجيع الفلاحين والباحثين على اعتماد الوسائل البيولوجية كخيار استراتيجي لتقليل التكاليف، وتحقيق إنتاج صحي وآمن.

وفي الختام، نوصي بمواصلة البحث في هذا المجال، وتوسيع نطاق الدراسات لتشمل محاصيل زراعية أخرى، مع التركيز على تقييم الأثر الاقتصادي والبيئي لتبني هذه البدائل الطبيعية في الزراعة الوطنية.

قائمة المراجع

1. Abdel-Rahman, F. H., El-Mahdy, R. A., & Mostafa, H. H. (2020). Effect of onion extract on growth and disease resistance of tomato plants. *Egyptian Journal of Horticulture*, 47(2), 173–181.
2. Abdelrahman, S. et al. (2021). "Effect of organic fertilizer and plant extract on tomato growth and production." *Egyptian Journal of Botany, 61(1), 169-183*.
3. Ahmed, A., &Ezzat, S. (2019). Enhancement of tomato (Solanum lycopersicum) growth and resistance under stress by plant growth-promoting rhizobacteria. *ScientiaHorticulturae, 245*, 169–177.
4. Ahmed, M. M., Zidan, M. A., &Saad, M. A. (2023). The role of foliar fertilizers in improving tomato fruit quality. *Egyptian Journal of Agricultural Research*, 101(2), 105–115.
5. Ahmed, M., &Ezzat, S. (2019). "Effect of garlic extract application on tomato growth and fruit yield under field conditions." *Journal of Agricultural Research, 45(2), 215-227*.
6. Ahmed, M., et al. (2021). Impact of biostimulants on tomato growth, yield, and phytochemical content. *Frontiers in Plant Science, 12*.
7. Ahmed, S. et al. (2021). "Antifungal properties of Allium sativum extract against tomato fungal pathogens." *Plant DiseaseResearch, 32(1), 54-62*.
8. Ahmed, S. et al. (2021). Enhancement of phenolic compounds in tomato under biostimulant treatments. *Frontiers in Plant Science, 12*, 780245.
9. Ahmed, S., &Ezzat, S. (2019). The role of plant extracts in improving tomato resistance to pests and diseases. *Journal of Agricultural Research, 15(4),* 245–258.
10. Ali, A. et al. (2022). "Evaluation of phenolic compounds and antioxidant activity in tomato under stress conditions." *ScientiaHorticulturae, 289, 110420.*
11. Al-Sayed, S. et al. (2020). "Application of plant extract biopesticides to control tomato pests and improve fruit quality." *Frontiers in Sustainable Agriculture, 18(4), 299-312*.
12. Altieri, M. A. (2018). *Agroecology: The science of sustainable agriculture*. CRC Press.
13. Atherton, J. G., &Rudich, J. (1986). *The Tomato Crop: A scientific basis for improvement*. Springer.
14. Baranski, M., Rempelos, L., Iversen, P. O., &Leifert, C. (2022). Effects of organic food consumption on human health; the jury is still out. *Nutrients*, 14(2), 494.

15. Bhowmik, D., Kumar, K. P. S., Paswan, S., & Srivastava, S. (2012). Tomato–A natural medicine and its health benefits. *Journal of pharmacognosy and phytochemistry*, *1*(1), 33-43.

16. El-Mogy, M. et al. (2021). "Antifungal activity of plant extracts against tomato fungal pathogens." *Journal of Plant Pathology, 103(1), 133-145*.

17. El-Mogy, M. et al. (2021). Impact of foliar applications with plant extracts on tomato phenolic content and fruit quality. *Scientia Horticulturae, 289,* 110466.

18. El-Sayed, M. S., Youssef, S. M., & Hussein, A. H. (2020). Enhancing tomato growth and yield using fenugreek extract. *Plant Production Science*, 23(1), 23–30.

19. El-Shahawy, T. A., Khalil, A. M., &Badr, H. M. (2020). Impact of overuse of chemical fertilizers on tomato yield and soil quality. *Journal of Soil Science and Agricultural Engineering*, 11(7), 121–130.

20. El-Tohamy, W. A., Ghanem, S. A., &Abou-Amina, E. E. (2019). Impact of garlic, onion, and fenugreek extracts on growth, yield, and quality of tomato (Solanum lycopersicum L.). *Middle East Journal of Agriculture Research, 8(4), 943–954*. http://www.curresweb.com/mejar/mejar/2019/mejar.2019.8.4.943.954.pdf

21. El-Tohamy, W. A., Ghanem, S. A., &Abou-Amina, E. E. (2019). Impact of garlic, onion, and fenugreek extracts on growth, yield, and quality of tomato (Solanum lycopersicum L.). *Middle East Journal of Agriculture Research, 8(4), 943–954*. http://www.curresweb.com/mejar/mejar/2019/mejar.2019.8.4.943.954.pdf

22. El-Tohamy, W. et al. (2019). "Stimulating tomato growth and resistance using plant extract applications." *Bioscience Research, 16(3), 1885-1895*.

23. FAO. (2021). *FAOSTAT: Tomato production statistics*. Food and Agriculture Organization of the United Nations. https://www.fao.org/faostat

24. FAO. (2021). *The State of Food and Agriculture 2021*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

25. FAO. (2022). *Food and Agriculture Organization of the United Nations. Tomato statistics.* Retrieved from www.fao.org

26. Farid, M. et al. (2019). "Effect of biopesticides on tomato growth, fruit quality, and resistance to pests." *International Journal of Vegetable Research, 25(1), 45-57*.

27. Farid, M., et al. (2019). Polyphenol and Flavonoid Contents in Vegetables and Herbs. *Antioxidants, 8(5),* 136.

28. Gavrilescu, M., Demnerová, K., Aamand, J., Agathos, S., & Fava, F. (2021). Emerging pollutants in the environment: Current and future challenges. *Ecotoxicology and EnvironmentalSafety*, 211, 111904.

29. Gharari, S. et al. (2021). "Application of plant-derived compounds to control tomato pests and improve yields." *Frontiers in Agronomy, 5, 103-118*.

30. Giovannucci, E. (2002). A review of epidemiologic studies of tomatoes, lycopene, and prostate cancer. *ExperimentalBiology and Medicine*, 227(10), 852–859.

31. Hassan, M. A., Elnaggar, H. E., & Youssef, M. H. (2023). Biological control of tomato diseases using Trichoderma species. *Journal of Plant Protection*, 10(1), 31–39.

32. Hassan, M. et al. (2020). "Antimicrobial activity of plant extract applications against tomato pests." *Journal of Agricultural Innovation, 12(2), 220-236*.

33. Hassan, M. et al. (2020). Synergistic effects of garlic, onion, and fenugreek extract on phenolic content in tomato. *Horticultural Research, 7(1),* 133.

34. Hassan, S. A., et al. (2020). Improvement of tomato (Solanum lycopersicum) resistance against biotic stress by plant growth-promoting rhizobacteria. *Egyptian Journal of Biological Pest Control, 30(1),* 1–8.

35. Heuvelink, E. (2005). *Tomatoes*. CABI Publishing.

36. Jones, J. B., Woltz, S. S., & Olson, S. M. (2022). *Tomato Plant Physiology and Nutrition*. CRC Press.

37. Khalifa, M. A., &Hegazy, R. A. (2022). Comparative effect of natural plant extracts on tomato yield and pest resistance. *Arab Journal of Agricultural Sciences*, 14(1), 66–75.

38. Khalil, R., Abd El-Aziz, M. E., & El-Ghazaly, M. (2021). "Effect of plant extracts (garlic, fenugreek, and onion) on tomato growth and fruit yield under field conditions." *Egyptian Journal of Agricultural Research, 99(2), 215–232*. https://ejagri.journals.ekb.eg/Article.aspx?ArticleId=211813

39. Khan, M., Khan, S., &Naeem, M. (2022). Pesticide residues in fruits and vegetables: Impact on human health. *Toxicology Reports*, 9, 128–138.

40. Khan, S. et al. (2018). "Evaluation of different plant extracts for control of tomato pests and diseases." *Pakistani Journal of Botany, 50(4), 1335-1342*.

41. Khan, S., et al. (2018). Antioxidant properties and phenolic content of tomato (Solanum lycopersicum) under different growing conditions. *Journal of Agricultural Research, 54(2),* 289–304.

42. Kokab, A. et al. (2021). Elicitors from plant extracts boost phenolic compounds in tomato. *Physiology of Plants and Crops, 45(3),* 289–305.

43. Kokab, M. et al. (2021). "Effect of plant extract treatments on tomato growth, fruit quality and disease resistance." *Journal of Experimental Botany, 79(5), 921-933.*

44. Lahmar, I., Radeva, G., Marinkova, D., Velitchkova, M., Belghith, H., Ben Abdallah, F., Yotova, L., Belghith, K., (2018). Immobilization and topochemical mechanism of a new β-amylase extracted from *Pergulariatomentosa*. *ProcessBiochemistry*. 64:143-151.

45. Mahmoud, O. et al. (2020). "Antifungal activity of garlic and neem extract against tomato fungal pathogens." *Egyptian Journal of Phytopathology, 38(1), 47-60.*

46. Mohamed, M. A., Zidan, N. E., & El-Zoghby, A. (2021). Natural bio-stimulants effect on quality of tomato fruits under stress. *Horticultural Science Journal,* 49(3), 220–230.

47. Mousa, A. et al. (2019). Application of biostimulants to tomato (Lycopersiconesculentum Mill) to improve fruit quality and phenolic content. *Scientia Agricola, 76(5),* 405–411.

48. Mousa, M. et al. (2019). "Stimulating tomato resistance against fungal pathogens using plant extract applications." *Archives of Phytopathology and Plant Protection, 52(6), 353-368.*

49. Mousa, S. A., et al. (2019). Enhancement of tomato fruit quality by foliar application of amino acids and micronutrients. *Middle East Journal of Agriculture Research, 8(1),* 31–40.

50. Omar, A. et al. (2018). "Antifungal activity of plant extract against tomato fungal disease under greenhouse conditions." *Australian Journal of Crop Protection, 27(1), 67-79.*

51. Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2019). History, origin and early cultivation of tomato (*Solanum lycopersicum*). In *Genetic Improvement of Solanaceous Crops Volume 2* (pp. 1–27). Science Publishers.

52. Peralta, I. E., & Spooner, D. M. (2019). *Taxonomy of tomatoes: An updated review*. American Journal of Botany, 106(4), 662–677.

53. Petrov, D. et al. (2020). "Evaluation of biopesticide applications in tomato growing." *Frontiers in SustainableCrop Protection, 6(2), 205-220.*

54. Petrov, P. et al. (2020). The effects of chemical treatments on phenolic compound accumulation in tomato. *Frontiers in Chemistry, 8,* 596.

55. Pimentel, D. (2005). Environmental and economic costs of the application of pesticides primarily in the United States. *Environment, development and sustainability*, *7*(2), 229-252.

56. Ramos, M. C., Jones, G. V., & Yuste, J. (2021). Impact of climate change on tomato pests and diseases. *Agronomy,* 11(5), 890.

57. Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. *Pharmacological Research*, 55(3), 207–216.

58. Regnault-Roger, C., Vincent, C., &Arnason, J. T. (2012). Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world. *Annualreview of entomology*, *57*, 405-424.

59. Rick, C. M. (1976). Tomato breeding and genetic resources. In *Breeding Vegetable Crops* (pp. 669-700). AVI PublishingCompany.

60. Sanchez, M. T., Moreno, D. A., &Ferreres, F. (2019). Growth and nutrient uptake in tomato under different irrigation strategies. *Agricultural Water Management*, 212, 361–368.

61. Singh, N. & Sharma, A. (2018). Polyphenol content and antioxidant activity of tomato under stress conditions. *Journal of Plant Physiology, 227*, 129–137.

62. Singh, N., & Sharma, P. (2018). "Antifungal activity of plant-derived compounds against tomato fungal pathogens." *Archives of Phytopathology and Plant Protection, 51(5), 405-421*.

63. Singh, P., & Sharma, S. (2018). Impact of fertilizer and biostimulants on phenolic compounds and antioxidants in tomato. *International Journal of VegetableResearch, 24(4)*, 312–329.

64. Singh, R., Kumar, S., &Verma, R. (2021). A review on chemical pesticides in tomato farming: Need for alternatives. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment*, 10(4), 195–205.

65. Singleton, V. l., Orthofer, R., Lamuela-Raventos, R., (1999). Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent. *Methods in Enzymology*. 299. 152–178.

66. Wang, Y., Zhang, Q., & Liu, J. (2022). Fertilizer use efficiency and its impact on yield and quality of tomato. *Horticulture Journal*, 91(3), 267–273.

67. Willcox, J. K., Catignani, G. L., &Lazarus, S. (2020). Tomatoes and cardiovascular health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 43(1), 1–18.

68. Willcox, J. K., Catignani, G. L., &Lazarus, S. (2020). Lycopene and cardiovascular health: Recent findings. *Journal of Nutrition and Health Sciences*, 7(3), 1–6.

69. Zhang, X., Li, C., & Deng, Y. (2021). Smart farming technologies for sustainable tomato production. *Computers and Electronics in Agriculture*, 189, 106417.

70. Zohair, M. H., Ali, H. A., & Yassin, H. A. (2023). Antimicrobial activity of onion extract and its role in tomato cultivation. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 71(5), 1483–1490.

71. AOAC. (2005). *Official Methods of Analysis*. 18th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington, USA.

72. Rop, O. et al. (2010). "Antioxidant capacity, total phenolic content and acidities of juice from different tomato (Lycopersiconesculentum Mill) varieties." *NotulaeBotanicaeHortiAgrobotanici Cluj-Napoca*, 38(1): 132–135.

73. Sadler, G. D. & Murphy, P. (2010). "pH and acidity." In *Handbook of Food Analytical Chemistry*. (Ed.: Wrolstad, R.). Wiley, pp. 97–116.

74. Ahmed, A., &Ezzat, S. (2019). Impact of fertilizer regimes on tomato growth and yield. *Journal of Agricultural Research, 12*(3), 455–470.

75. Gharari, G., et al. (2021). Salinity stress and tomato physiology under different fertilizer regimes. *Frontiers in Plant science, 12*.

76. Hassan, S. M., et al. (2020). Ionic balance and salinity effects on tomato. *Act.

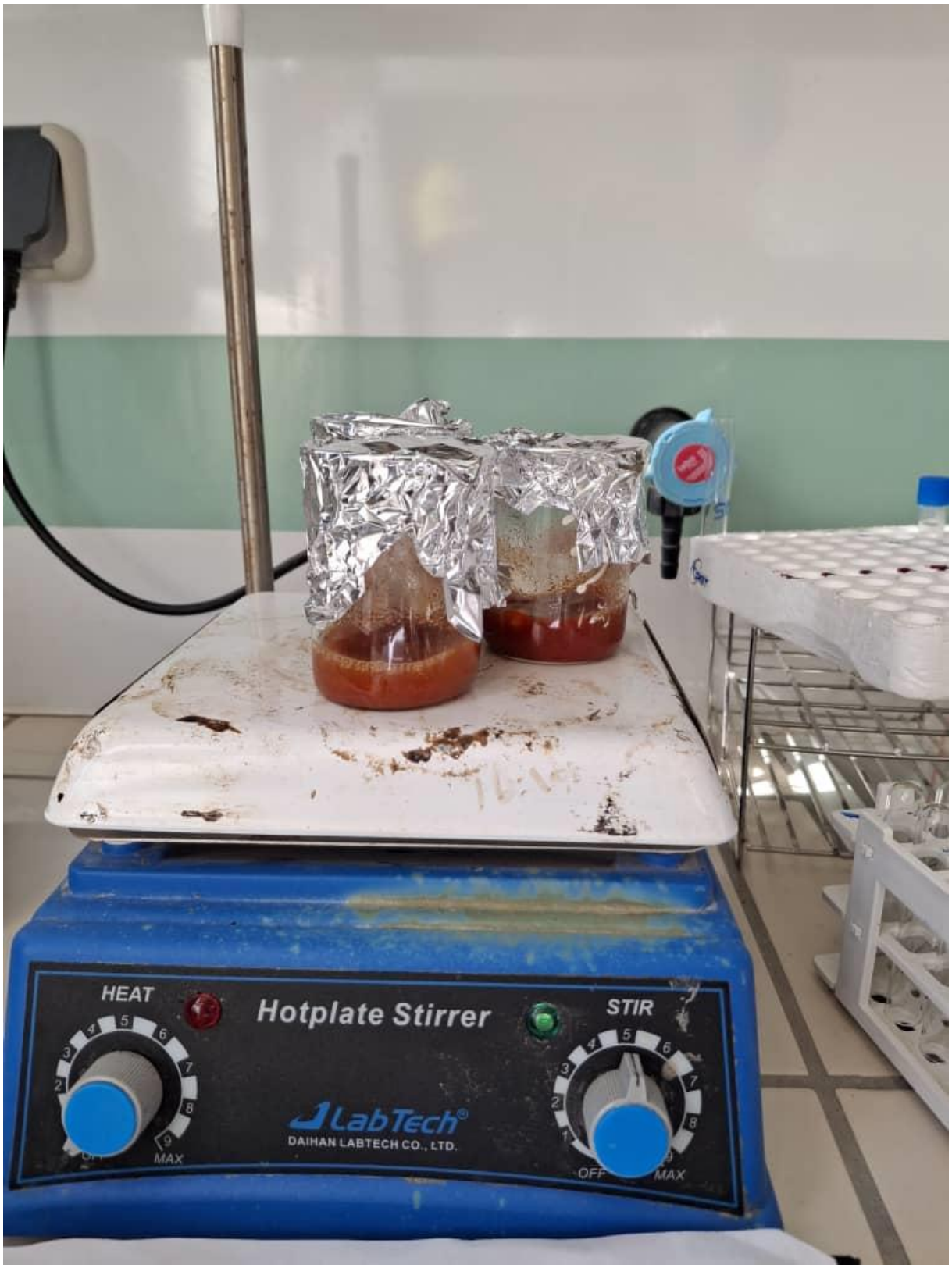
77. Briat, J.-F. (2008). *Iron in Plants: Acquisition, Transport, and Storage*. Plant Physiology, 148(1), 490–497

78. Codex Alimentarius Commission. (2003). *General Standard for Contaminants and Toxins in Foods (Codex Standard 193-1995)*. Rome: FAO/WHO.

79. Järup, L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. *British Medical Bulletin, 68(1),* 167–182.

80. Marschner, H. (2012). *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. AcademicPress.

الملاحق


HEAT
Hotplate Stirrer
STIR
LabTech
DAIHAN LABTECH CO., LTD.
MAX
OFF
MAX

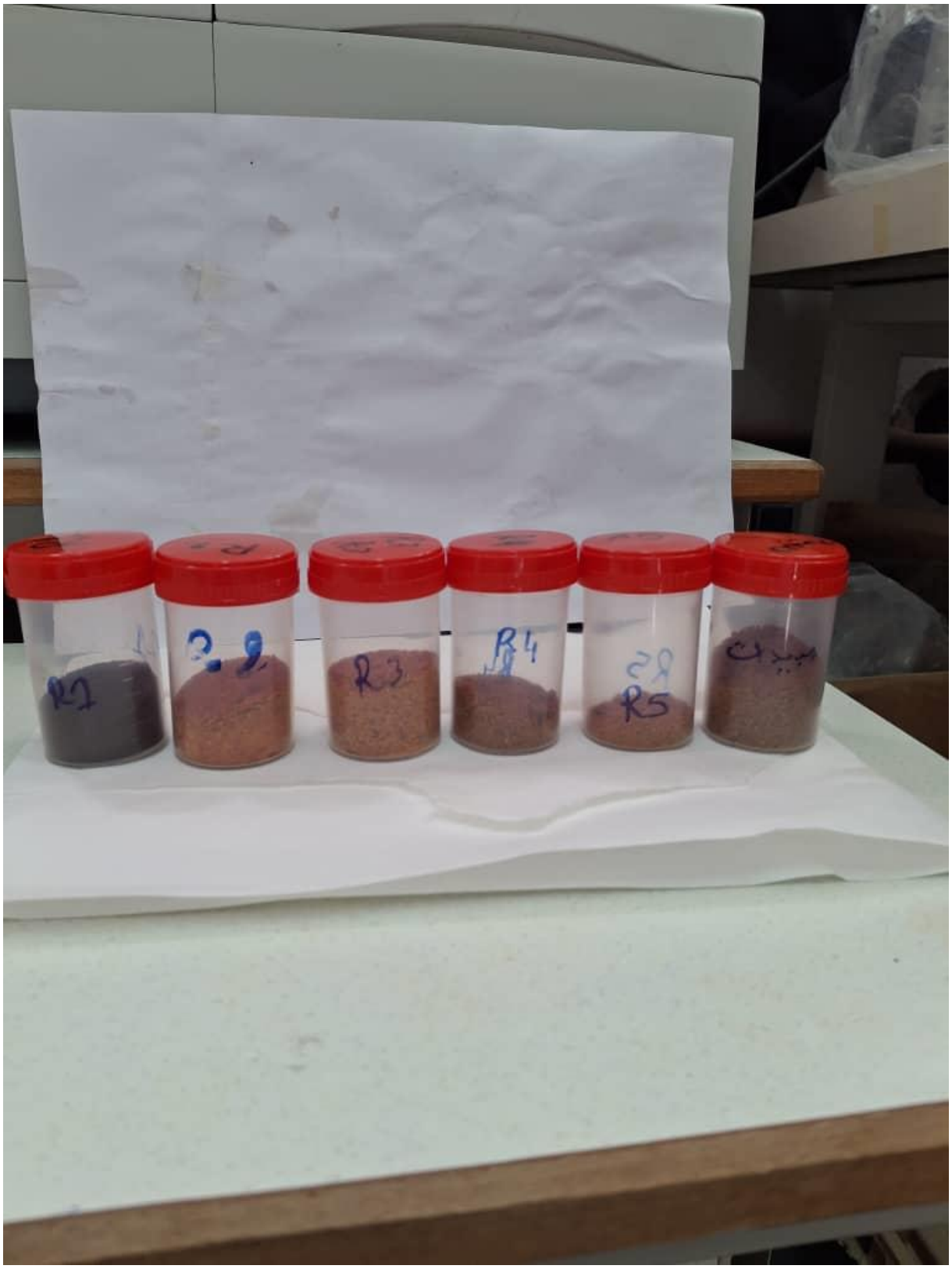
thermo
scientific
Eutech Elite CTS
CAL
MENU
ENTER
MAX

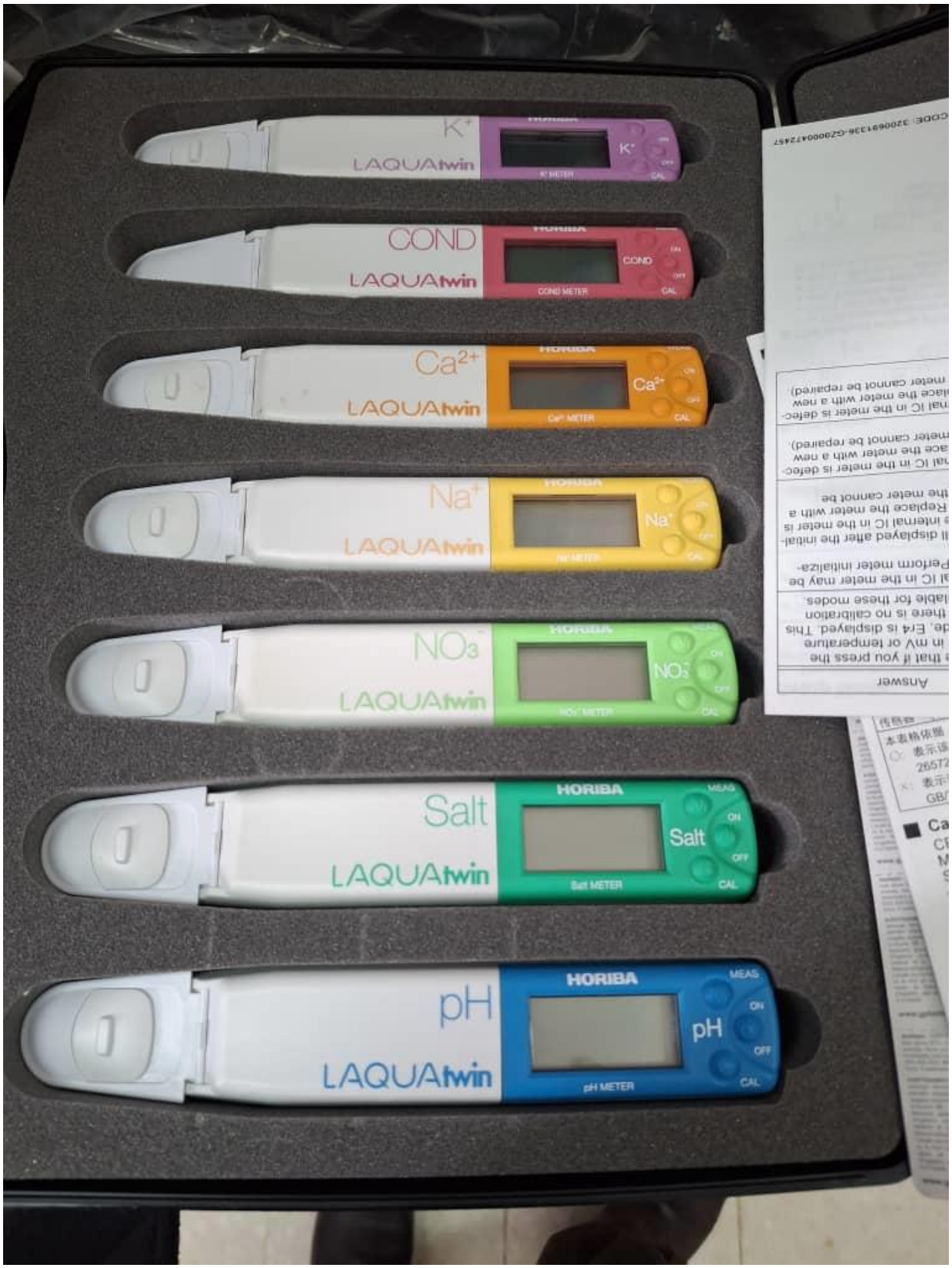
FB 11201
Fisherbrand
TOTALSAFETY
3-PIECES DISPOSABLE SYRINGES
100

ATAGO
27.1°C
AAA
‰
SEA WATER
Salinity 0~100‰
START
ZERO
PAL-06S
Pocket
NFC REFRACTOMETER

thermo scientific
Thermo Scientific™
Eutech™
Elite CTS
• Large high resolution graphics display with backlight
• Stability indicator and
• A-A battery powered
• proof rating
• Easy-to-operate, intuitive keypad
• Transparent wide-base cap with fill line
• 1 push calibration
One Year warranty
ThermoFisher SCIENTIFIC
S/N2850878
thermo scientific
ELITECTSPIN
ELITE CON/TDS/SAL TEST W PIN
Use Before: Feb 2021
Made in Singapore
Lot Code: 099
RoHS

HORIBA
LAQUAtwin


R1
R3
R4
R5


K+
LAQUAtwin
COND
LAQUAtwin
Ca2+
LAQUAtwin
Na+
LAQUAtwin
NO3-
LAQUAtwin
Salt
LAQUAtwin
HORIBA
Salt
Salt METER
pH
LAQUAtwin
HORIBA
pH
pH METER

Pocket
POCKET REFRACTOMETER
Good Design Award
Tokyo Tech. Award
ATAGO
www.atago.net/
SINCE 1940 TOKYO

FB11201
Fisherbrand
600ml
R2P3
TOTALSAFETY
3-PIECES DISPOSABLE SYRINGES

مبيدات
R1
R2
R3