مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٨) العدد(٣) ٢٠٢٤
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (8) No. (3) 2024

تأثير مزائج من بكتيريا PGPR وحمض الساليسيليك في بعض خواص التربة ومحتوى نباتات الفليفلة من NPK بوجود وغياب العدوى بفيروس CMV

د. محمد سلمان ابراهيم *

د. ياسر علي حماد**

أ.د. سليم راعي***

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٣/١١/٢٩ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٤/٣/١١)

□ ملخّص □

هدف البحث لدراسة فعالية التلقيح بمزائج من البكتيريا المحفزة لنمو النبات PGPR واضافة حمض الساليسليك لشتول نباتات الفليفلة وتأثيرها في بعض خواص التربة ومحتوى نباتات الفليفلة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم. وذلك من خلال تقدير محتوى التربة ونباتات الفليفلة من الازوت والفوسفور والبوتاسيوم. نفذ البحث في موسم ٢٠٢٠/٢٠٢١ ضمن بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس.

أظهرت النتائج أن التلقيح بالمخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك أدى إلى زيادة معنوية في جميع المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسليك بالنسبة لمحتوى التربة ونباتات الفليفلة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم، وأظهرت معاملة التلقيح بالمخصب الحيوي الاول (M1) مع حمض الساليسيليك S3 تركيز (2 mM) بوجود وغياب العدوى الفيروسية أعلى زيادة في محتوى التربة من الازوت (٨٥,٦١ و ٨١,٥٢%) والفوسفور (١٠٣,٧٥ و ٩٣,٨٢%) والبوتاسيوم (٢٩,١٠ و ٢٩,٢٤%)، ومحتوى نباتات الفليفلة من الازوت (١٠٤,١٥ و ٤٣,٣٨%) والفوسفور (١٢٩,٠١ و ١٠٥,٣٧%) والبوتاسيوم (٦٧,٧٠ و ٦٢,٤٤%)، على التوالي، مقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك. إن زيادة محتوى التربة ونباتات الفليفلة من الازوت والفوسفور والبوتاسيوم يشير لقدرة البكيتريا المستخدمة على تحسين خصوبة التربة بزيادة محتواها من العناصر الغذائية مما انعكس ايجابيا في محتوى نباتات الفليفلة من هذه العناصر.

الكلمات المفتاحية: بكتريا محفزة لنمو النبات (PGPR)، الفليفلة، فيروس موزاييك الخيار، حمض الساليسيليك.

*دكتور، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، مديرية زراعة طرطوس – سورية mohammad.ibrahim@tishreen.edu.sy

** أستاذ مساعد، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية – سورية. Yaser.hammad@tishreen.edu.sy

*** أستاذ قسم وقاية النبات، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية– سورية

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (٨) العدد(٣) ٢٠٢٤
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (8) No. (3) 2024

The effect of mixtures of PGPR bacteria and salicylic acid on some soil properties and the NPK content of pepper plants in the presence and absence of CMV infection

Dr. Mohammad S.Ibrahim*

Dr. Yaser A. Hammad**

Dr. Salim Raahe***

(Received 29/11/2023 . Accepted 11/3/2024)

□ ABSTRACT □

The aim of the research is to study the effectiveness of some biofertilizers and salicylic acid in fertilizing pepper seedlings on some soil properties and the content of pepper plants of nitrogen, phosphorus and potassium. By estimating the nitrogen, phosphorus, and potassium content of soil and pepper plants. The research was carried out in the 2020/2021 season in a greenhouse in Tartous Governorate.

The results showed that fertilization with bio-fertilizers and salicylic acid resulted in a significant increase in all studied treatments compared to control (non-vaccinated with bacterial control and untreated with salicylic acid). Concerning the content of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil and pepper plants. Results showed that the treatment of immunization with the first biological fertilizer M1 with salicylic acid in the presence and absence of infection with CMV option, An increase in In the soil content of nitrogen, phosphorus and potassium, it reached nitrogen (85.61 and 81.52%) , phosphorus (103.75 and 93.82%) and potassium(29.1 and 29.24%) Respectively, The content of pepper plants of nitrogen (104.15 and 43.38%), phosphorus (129.01 and 105.37%), and potassium (67.70 and 62.44%) Respectively compared to control (non-vaccinated with bacterial control and untreated with salicylic acid).Increasing the content of soil and pepper plants of nitrogen, phosphorus and potassium indicates the ability of the bacteria used to improve soil fertility by increasing its content of nitrogen, phosphorus and potassium, which was reflected positively in the content of pepper plants of these elements.

Keywords: PGPR, Pepper, CMV، Soil, salicylic acid.

* doctor, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Tartous Agriculture Directorate, Syria. mohammad.ibrahim@tishreen.edu.sy

** Associated Professor, , Department of soil and water sciences, Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria. Yaser.hammad@tishreen.edu.sy

*** Professor, Department of Plant Protection Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria..

١- مقدمة:

تنتمي الفليفلة إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae والجنس Capsicum والنوع *Capsicum annuum*. يزرع محصول الفليفلة في مختلف أنحاء العالم، تعد أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية الموطن الأصلي للفليفلة، وتعد الفليفلة من محاصيل الخضار الرئيسية في سورية نظراً لقيمتها الغذائية والاستهلاكية والتصنيعية (Dagnoko ٢٠١٣ *et al*.,). وتحتل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بعد البندورة والبطاطا في سورية (Ahmad *et al*., 2020)، وقد بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفليفلة 5237 هكتار لموسم 2020 أعطت 77705 طناً في سورية (المجموعة الإحصائية السنوية لعام 2020).

تعرف الأسمدة الحيوية بأنها مجموعة متنوعة من الميكروبات القادرة على تحسين قدرة النبات تعزيز امتصاص على امتصاص العناصر الغذائية عن طريق استعمار منطقة الجذور وجعل العناصر الغذائية متاحة بسهولة لشعيرات جذور النبات. تشتهر الأسمدة الحيوية بفعاليتها من حيث التكلفة وطبيعتها الصديقة للبيئة وتكوينها، وتعتبر بدائل فعالة للأسمدة الاصطناعية الخطرة (Dasgupta *et al*., 2021)

تعرف المخصبات الحيوية كمجموعة متعددة من الكائنات الحية الدقيقة المتواجدة في المنطقة المحيطة بالمجموع الجذري للنبات Rhizosphere، والتي تعمل على تحفيز نوعي وكمي للنبات بشكل مباشر عن طريق تزويده بمواد محفزة لنموه أو تسهيل امتصاص النبات للمواد الموجودة في التربة أما التأثير غير المباشر للنمو فيظهر من خلال مقاومتها لممرض واحد أو أكثر من التأثير على النبات وذلك من خلال القدرة على إنتاج أو زيادة تركيز منظمات النمو مثل حمض الأندول الخلي وحمض الجبرلين والسايتوكينينات والاثيلين وتثبيت الآزوت الجوي وإذابة الفوسفات المعدني والبوتاسيوم والعناصر المغذية الأخرى (Singh, 2013 ; Saharan and Nehra, 2011).

تعد الأمراض الفيروسية إحدى أهم المشاكل التي تؤثر على إنتاج الفليفلة في العديد من البلدان، وقد أشارNienhaus عام 1981 إلى إصابة محصول الفليفلة بـ ١٣ فيروسا، ومن ضمنها فيروس موزاييك الخيار (CMV) *Cucumber mosaic virus*، جنس Cucumovirus، فصيلة Bromoviridae. ويمكن للأمراض الفيروسية أن تخفض إنتاج المحصول بمقدار ٩٠% إضافة إلى صعوبة مقاومتها (Reddick and Habera, 1999). تظهر على النباتات المُصابة بالفيروس أعراضاً تتمثل بتبرقش خفيف مخضر ثم تتطور مع تقدم الإصابة لتظهر على شكل بقع دائرية صفراء، ويحدث تضيق وتتطاول للورقة لتشبه أوراق الصفصاف، أما الأزهار تتشوه ويحدث عقم لحبوب اللقاح، وحتى الثمار التي تتشكل تبقى متقزمة ومشوهة وعلى سطحها تظهر بقع نكروزية (Sutic *et al*.,1999)، وقد سجل الفيروس على الفليفلة في المنطقة الوسطى والساحلية من سورية (اسماعيل وآخرون، ٢٠٠٧).

يعد حمض الساليسليك مركبا طبيعيا، في النبات منظما لنموه، ويلعب دورا مهما في تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل نمو وتطور النبات وامتصاص الايونات ونقلها ونفاذية الاغشية (Simael *et al*., 2012)، وهو منظم مهم لعملية التمثيل الضوئي لتأثيره على بنية الاوراق والبلاستيدات الخضراء (Uzunova and Popora, 2000) وأغلاق الثغور (Mateo *et al*., 2004 ؛ Melotto *et al*., 2006) والحد من تخليق الاثيلين (Ahmad *et al*., 2020) وبالتالي يزيد من تحمل النباتات للظروف غير الملائمة (Hussain *et al*., 2011)

حيث كان لمعاملة نباتات الفليفلة بحمض الساليسليك تأثير محفز لنمو النبات بزيادة المسطح الورقي وكمية الكلوروفيل أ و ب (Ahmad *et al*., 2020) وبالتالي تحسين من عملية التمثيل الضوئي وخلق استقرار في غشاء الخلية النباتية وقلل من الاثار السلبية للإجهادات (Amirinejad *et al*., 2017)

بينت عدة دراسات دور هذه المخصبات الحيوية وقدرتها على إنتاج حمض الأندول الخلي (IAA) Indole Acetic Acid و Siderophore (Dastager *et al*., 2011) والأوكسينات والجبريليك والفيتامينات (Singh, 2013 ; Saharan and Nehra, 2011) وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وأهمها الفوسفور المعدني غير الذواب الذي يدخل في تطور المجموع الجذري وتفرعاته الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حجم ومساحة الجذر وعدد الشعيرات الجذرية وهذا يزيد من الكتلة الحيوية للجذر، ما يؤدي إلى زيادة في امتصاص العناصر الغذائية وتحسين ظروف النمو (Zaki *et al*., 2012 ; Montiel *et al*., 2018)،

أهمية البحث وأهدافه:

نظراً لأهمية محصول الفليفلة الغذائية والاقتصادية في سورية، وأهمية المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك كبديل آمن في تسميد الفليفلة حيوياً، وترشيد استخدام الاسمدة والمبيدات الكيميائية في مكافحة الآفات والوقاية منها. لذا هدف البحث لاختبار فعالية مزائج من البكتريا PGPR (*Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium, Frateuria aurantia, Rhizobium leguminosarum, Pseudomonas fluorescens, Bacillus circulans*) والمحفز الكيميائي حمض الساليسيليك Salicylic Acid (S) في بعض خواص التربة وإتاحة العناصر الغذائية وتسهيل امتصاصها من قبل النبات.

طرائق البحث ومواده:

- موقع الدراسة: الساحل السوري في محافظة طرطوس في قرية برج ميعار التي تبعد ٢٠ كم جنوب شرق طرطوس، داخل بيت بلاستيكي مساحته 200 م^2 (25×٨م)، ارتفاعه ٤أمتار، و تم تغطية الأبواب بقماش شبكي مزدوج ناعم لمنع دخول الحشرات.
- المادة النباتية: بذار هجين فليفلة سيرا نيفادا الجيل الأول Sierra Nevada F1 يصنف بأنه حلو غير محدود النمو، حساس للإصابة الفيروسية، قوي النمو، ثماره اسطوانية طويلة، يتراوح طول الثمرة بين ١٣ سم و ٢٠ سم (نسبة الإنبات٧٥% والنقاوة ٩٨% اسباني المنشأ، وسنة الإنتاج ٢٠١٨).

- **إضافة المخصبات الحيوية:**

استخدم مزيجين من الأنواع البكتيرية PGPR المحفزة لنمو النبات، المخصب الأول (M1) مكون من أربعة أنواع من البكتيريا(*Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium, Frateuria aurantia, Rhizobium leguminosarum*). والمخصب الحيوي الثاني (M2) مكون من ثلاثة أنواع من البكتيريا (*Pseudomonas fluorescens, Bacillus circulans, Azotobacter chroococcum*).

تم اضافة اللقاحات البكتيرية المحضرة من الأنواع البكتيرية المختلفة (معلقات بتركيز 10^9خلية/مل) وفق المعاملات المدروسة، حيث أضيف اللقاح البكتيري إلى البذور بنقعها لمدة ٣ ساعات (Jarak *et al.*,2010)، ونقع بذور الشاهد بالماء المقطر والمعقم، ومن ثم زرعت في صواني خاصة بإنتاج الشتول. وبعد ظهور الورقتين الحقيقيتين الثالثة والرابعة اي بحدود ٣٠ يوم من الزراعة نقلت شتول الفليفلة إلى البيت المحمي، ثم أضيف اللقاح البكتيري إلى التربة بالقرب من الجذر أثناء التشتيل بمعدل ٢٥ مل من معلق بكتيري تركيزه 10^9 خلية/ مل.

- **إضافة المحفزات الكيميائية:**

استخدم المحفز الكيميائي حمض الصفصاف (Salicylic acid: (S)) وذلك بتحضير محلول حمض الساليسيليك ($C_7H_6O_3$) انتاج Sigma-Aldrich، بإضافة ١,١٢غرام من حمض الساليسليك النقي إلى ٤ ليتر ماء مقطر لنحصل بذلك على محلول حمض الساليسيليك تركيزه ٢ ميلي مول، وتم أخذ ليتراً واحداً من المحلول السابق وأضيف له ليتراً واحداً ماء مقطر لنحصل بذلك على محلول حمض الساليسيليك تركيزه ١ميلي مول، ولنحصل على محلول حمض الساليسيليك تركيزه ٠,٥ ميلي مول تم إضافة ٠,٥ ليتر من المحلول الأول (٢ ميلي مول) إلى ١,٥ ليتر ماء مقطر.

وتم ري المعاملات بحمض الساليسيليك بثلاث تراكيز (٠,٥-١- ٢ ميليمول/ليتر) اضيف رياً بمعدل ٣٠ مل/نبات بعد أسبوع من التشتيل، وذلك حسب كل معاملة وفق مخطط البحث (عتيق وآخرون، ٢٠١٣).

- **إنتاج الشتول:** نقعت بذور هجين الفليفلة باللقاح البكتيري (M2 وM1) لمدة ٣ ساعات (Jarak *et al.*, 2010)، ونقعت بذور الشاهد بالماء المقطر والمعقم، ومن ثم زرعت في صوانٍ إنبات من الستروبور ذات ٢٢٠ حفرة مملوءة بالتورب الزراعي المعقم (Peat-moss)، وقدمت للبادرات الخدمات الزراعية المطلوبة (ري، مكافحة للوقاية من الأمراض الفطرية،.. الخ) وتمت تغطيتها بشبك ناعم لمنع دخول الحشرات.

- **طريقة الزراعة وعمليات الخدمة:**

استخدمت تربة زراعية جيدة الخواص ذات قوام طيني، ومحتوى جيد من المادة العضوية، ومحتوى منخفض نسبياً من الآزوت الكلي، ومحتوى جيد من الفوسفور والبوتاسيوم جدول (١)، وهي تربة ملائمة لزراعة الفليفلة وأضيف لها سماد عضوي متخمر بنسبة ٣/١ حجماً، وغطيت بشريحة من البلاستيك الشفاف سماكته ٢٠٠ ميكرون للتعقيم الشمسي لمدة ثلاثة اشهر، وتمت الزراعة في الارض الدائمة.

جدول (١) يوضح التحليل الكيميائي والميكانيكي للتربة قبل الزراعة

pH	المادة العضوية	البوتاسيوم المتاح ppm	الفوسفور المتاح ppm	الازوت الكلي %	التحليل الميكانيكي		
					رمل	سلت	طين
٧,٧	٢	٢٣٢,٥	٢٤,١٢	٠,١٣١	٣٤	٢٠	٤٦

- **الأنواع البكتيرية المستخدمة في الدراسة:.**

استخدمت سبع أنواع بكتيرية وزعت ضمن مخصبين حيويين (M1 وM2):

حيث المخصب الحيوي الاول (M1) مكون :

- النوع *Azotobacter chroococcum* (AT): بكتيريا مثبتة للآزوت الجوي معزولة من تربة مزروعة بنبات البندورة (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- النوع *Bacillus megaterium*: بكتيريا ميسرة للفوسفور (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- النوع *Frateuria aurantia*: بكتيريا ميسرة للبوتاسيوم (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- النوع *Rhizobium leguminosarum:* بكتريا منشطة لنمو النبات(المغربي واخرون،٢٠١٦).
- والمخصب الحيوي الثاني (M2) مكون:
- النوع *Pseudomonas fluorescens:* بكتريا ميسرة للفوسفور (حماد والشامي، ٢٠١٧).
- النوع *Bacillus circulans :* بكتيريا ميسرة للبوتاسيوم (Hammad, 2019)
- النوع *Azotobacter chroococcum* (AC): بكتيريا مثبتة للآزوت الجوي معزولة من تربة مزروعة بنبات الخيار (حماد والشامي، ٢٠١٧).

- **تنشيط البكتريا وتحضير اللقاح البكتيري:**

حيث تم تنشط الأنواع البكتيرية المستخدمة بإعادة زراعتها على بيئات متخصصة للحصول على خلايا حديثة في أوج نشاطها الحيوي (حماد والشامي، ٢٠١٧)، وحضر المعلق باستخدام بيئة غذائية سائلة Tryptic Soy Broth (TSB)، وذلك في زجاجات خاصة بتنمية البكتريا (BIOGEN) سعة ٢ ليتر تسمح بالتحريك وتأمين التهوية الملائمة للنمو، تم استخدام وحدة تنمية لكل نوع بكتيري، وتلقيح البيئة السائلة بالأنواع البكتيرية بعد تنشيطها للحصول على مزارع حديثة، وضعها على هزاز بسرعة ١٠٠ – ١٥٠ دورة بالدقيقة، وحضنت على درجة حرارة ٢٨ درجة مئوية، لمدة ٤٨ ساعة، واستخدمت شريحة العد Bürker لتحديد وضبط كثافة البكتريا ميكروسكوبياً في المعلق وفق التركيز المطلوب 10^9 خلية/مل بالتخفيف أو زيادة التركيز حسب الحاجة، حيث اجريت الاختبارات في مخبر الاحياء الدقيقة في كلية الهندسة الزراعية في جامعة تشرين.

- **تنشيط العزلة الفيروسية المستخدمة في الدراسة:**

استخدمت عزلة محلية من فيروس موزاييك الخيار (CMV) معرفة مصلياً في المركز الدولي للبحوث الزراعية في المناطق الجافة ICARDA في حلب، ومحفوظة على نبات التبغ في مخبر الأمراض البكتيرية

والفيروسية– كلية الزراعة–جامعة تشرين. اجريت عدوى اصطناعية من نباتات التبغ على نباتات الفليفلة هجين سيرا نيفادا لتنشيط الفيروس وتحضير اللقاح الفيروسي حسب طريقة (Jefferies,1998) .

- **العدوى بفيروس موزاييك الخيار CMV:**

أعديت نباتات التجربة بلقاح فيروس موزاييك الخيار على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية بعد أسبوع من نقلها إلى البيت المحمي (بعد أسبوع من التلقيح البكتيري) بما فيها معاملة الشاهد بالفيروس فقط. وترك شاهد سليم أجريت عليه عدوى عادية من عصارة نباتات فليفلة سليمة.

التحاليل والقراءات المنفذة:

- **تحليل التربة قبل الزراعة وبعد قلع المحصول من خلال:**

- قياس درجة ال pH بطريقة pH-meter.
- تقدير الفوسفور المتاح بطريقة بيكربونات الصوديوم (Olsen and Sommers, 1982).
- تقدير البوتاسيوم المتاح بطريقة خلات الامونيوم والقياس بجهاز اللهب (Richards, 1954).
- تقدير الأزوت بطريقة جهاز كلداهل (Bremner and Mulvany, 1982).
- تحديد قوام التربة (التحليل الميكانيكي) بطريقة الماصة (Day, 1965).

- **تقدير محتوى المجموع الخضري من عنصر الفوسفور والبوتاسيوم والنتروجين الكلي:**

- جُففت العينات النباتية على درجة حرارة 75 مْ لمدة 48 ساعة وبعدها استخدم الهضم الرطب للعينات (Jackson, 1985).
- قُدر الفوسفور بطريقة التحليل الآلي بجهاز سكلر Scalar (Murphy and Riley, 1962).
- قُدر النتروجين الكلي بطريقة التحليل الآلي بجهاز سكلر Scalar (Novozamsky *et al*., 1974).
- قُدر البوتاسيوم بجهاز التحليل الطيفي باللهب (Tendon, 2005).

- **تصميم البحث والتحليل الإحصائي:**

اتبع في تصميم البحث نظام القطاعات العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث ٢٤ معاملة وبثلاث مكررات و٥ نباتات لكل مكرر جدول (٢). بلغ عدد النباتات الكلي ٣٦٠ نباتاً. حللت النتائج باستخدام برنامج Genstat-12، واختبار One-way ANOVA (no Bloking) ، ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار أقل فرق معنوي ٠,٠٥ LSD واختبار دانكان.

جدول (٢): تصميم ومعاملات البحث

المعاملات	ملقح بالبكتريا غير معدى بـ CMV	ملقح بالبكتريا ومعدى بـ CMV
المخصب الحيوي	M1	M1
	M2	M2
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	S1	S1
	S2	S2
	S3	S3
المخصب الحيوي الأول مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	M1S1
	M1S2	M1S2
	M1S3	M1S3
المخصب الحيوي الثاني مع تراكيز حمض الساليسيليك	M2S1	M2S1
	M2S2	M2S2
	M2S3	M2S3
شاهد	c	c

M1 مخصب حيوي اول، M2 : مخصب ثاني، Salicylic acid : S1 تركيز Salicylic acid : S2.(0.5 Mm)
Cucumber mosaic virus: CMV. (2 Mm) تركيز Salicylic acid : S3 ..(1 Mm) تركيز.

النتائج والمناقشة:

- **تأثير التلقيح البكتيري وحمض الساليسيليك في بعض خواص التربة:**

لوحظ من خلال الجدول (٣) لدى مقارنة نتائج تجربة الأرض الدائمة وفق معاملات التلقيح بالمخصبين الحيويين M1 وM2 وحمض الساليسيليك والتداخل بينهما، انخفاض درجة الـ pH في التربة لدى المعاملات المدروسة جميعها بالمقارنة مع تربة الشاهدين السليم والمعدى، حيث بلغ أعلى انخفاض في درجة الـ pH عند المعاملة M1S3 حيث بلغت درجة الـ pH بوجود وغياب العدوى الفيروسية ٧,١ و ٧، على التوالي، بالمقارنة مع الشاهد السليم ٧,٥ والمعدى ٧,٦.

ولم تظهر فروق بين معاملات المخصبات الحيوية فيما بينها ولا فروق معنوية بين معاملات تراكيز حمض الساليسيليك فيما بينها مع تفوق معاملات المخصبات الحيوية عليها، في حين تباينت قيم معاملات التداخل بين المخصبات المخصبات الحيوية (M1 وM2) مع تراكيز حمض الساليسيليك (S1 وS2 و S3)، وتفوقت على معاملات المخصبات الحيوية وتراكيز حمض الساليسيليك كل على حدا.

جدول(٣). التحاليل الكيميائية للتربة قبل الزراعة وبعد قلع المحصول وفق المعاملا ت المدروسة بوجود وغياب العدوى بالفيروس (أرض دائمة)

المعاملات Treatments			pH		الآزوت الكلي %		الفوسفور المتاحppm		البوتاسيوم المتاحppm	
			غير معدى	معدى بـ CMV	غير معدى	معدى بـ CMV	غير معدى	معدى بـ CMV	غير معدى	معدى بـ CMV
قبل الزراعة			7.7		٠,١٣١		٢٤,١٢		٢٣٢,٥	
نهاية الموسم	المخصبات الحيوية	M1	٧,٣	٧,٣٢	**0.226^{g}**	**.٠210^{f}**	**42.21^{j}**	**٣٧,٦١^{g}**	**٢٧٦,٢^{j}**	**٢٦٨,٥^{i}**
		M2	٧,٣	٧,٣٣	0.210^{f}	٠,187^{e}	٤٠,١٥^{i}	35.45^{h}	٢٦٦,١^{h}	٢٦٢,٢^{g}
	تراكيز حمض الساليسيليك	S1	٧,٤٠	٧,٤١	0.176^{d}	٠,167^{c}	32.12^{de}	30.20^{bc}	٢٥٣,١^{e}	٢٤٦,١^{c}
		S2	٧,٤٠	٧,٤١	0.176^{d}	٠,167^{c}	33.12^{ef}	30.31^{bc}	٢٥٣,٣^{e}	٢٤٧,١^{c}
		S3	**٧,٤٠**	**٧,٤٣**	**0.177^{d}**	**٠,١70^{c}**	**34.21f^{g}**	**31.33^{cd}**	**٢٥٥,٢^{f}**	**٢٥٠,٢^{d}**
	تداخل المخصبات الحيوية مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	٧,٢٢	٧,٢٥	0.245^{k}	٠,٢33^{hi}	٤٦,١١^{l}	٤٤,١٥^{k}	٢٩٢,١^{o}	٢٨٥,١^{m}
		M1S2	٧,٢٣	٧,٢٥	0.251^{l}	٠,٢41^{jk}	٤٨,١٤^{m}	٤٦,١١^{l}	٢٩٨,٢^{p}	٢٩١,٢^{o}
		M1S3	**٧,٠٠**	**٧,١٠**	**0.285^{n}**	**٠,٢71^{m}**	**56.46^{p}**	**٥٣,٢٢^{o}**	**٣١٤,٢^{s}**	**٣٠٧,٤^{r}**
		M2S1	٧,٢٤	٧,٢٦	0.236^{fg}	٠,٢24^{hij}	٤٣,١١^{jk}	40.11^{i}	٢٨٥,٢^{m}	٢٧٨,٦^{k}
		M2S2	٧,٢٥	٧,٢٦	0.237^{hi}	٠,٢31^{ij}	٤٤,١٢^{k}	٤٠,١٨^{ii}	٢٨٧,١^{n}	٢٨٢,٣^{l}
		M2S3	٧,١٠	٧,١٥	0.275^{m}	٠,٢52^{l}	53.21^{o}	٥٠,١١^{n}	٣٠٣,٤^{q}	٢٩٧,٥^{p}
شاهد	سليم		٧,٥٠		0.157b		29.13^{b}		٢٤٣,١^{b}	
	معدى		٧,٦٠		0.146a		26.12^{a}		٢٣٨,١^{a}	
LSD 0.05					0.00657		2.190		2.190	

M1= مخصب حيوي اول، M2= مخصب حيوي ثاني، S1 = حمض الساليسيليك تركيز ٠,٥ مليمول، S2= حمض الساليسيليك تركيز ١,٠ مليمول، S3= حمض الساليسيليك تركيز ٢,٠ مليمول،CMV= *Cucumber mosaic virus*.
القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العامود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

وسجّلت أكبر زيادة في محتوى التربة من عنصر الآزوت الكلي والفوسفور المتاح والبوتاسيوم المتاح لدى المعاملة M1S3، وبفروق معنوية، بالمقارنة مع باقي المعاملات، والشاهدين السليم والمعدى، بوجود وغياب العدوى بالفيروس، حيث بلغت نسبة الآزوت الكلي بوجود العدوى الفيروسية وغيابها ٠,٢٧١% و ٠,٢٨٥ % على التوالي بالمقارنة مع الشاهد السليم ٠,١٥٧% والمعدى ٠,١٤٦% غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك، وكان تركيز الفوسفور المتاح في التربة بوجود العدوى الفيروسية وغيابها ٥٣,٢٢ ppm و ٥٦,٤٦ ppm على التوالي قياساً بالشاهد السليم ٢٩,١٣ ppm والشاهد المعدى ٢٦,١٢ ppm، في حين بلغ تركيز البوتاسيوم المتاح في التربة بوجود العدوى الفيروسية وغيابها ٣٠٧,٤ ppm و ٣١٤,٢ppm، على التوالي، بالمقارنة مع الشاهد السليم ٢٤٣,١ ppm والمعدى ٢٣٨,١ ppm. وبالتالي حققت معاملة التداخل بين المخصب الحيوي الأول وحمض الساليسيليك S3 (M1S3) أعلى قيم زيادة في محتوى التربة من الآزوت الكلي(٨٥,٦١ و ٨١,٥٢%) والفوسفور (١٠٣,٧٥ و ٩٣,٨٢%) والبوتاسوم المتاح (٢٩,١٠ و ٢٩,٢٤%) على التوالي مقارنة مع الشاهد المعدى والسليم.

يمكن أن تعزى الزيادة في محتوى التربة من NPK خفض درجة الـ pH عند التلقيح بالمخصبات الحيوية والمعاملة بحمض الساليسيليك والتداخل بينهما إلى زيادة التجمعات الميكروبية الفعالة في التربة القادرة على إنتاج حمض الأندول الخلي Indole Acetic Acid (IAA) ومركبات السيدرفور Siderophores (Dastager *et al*., 2011) وبعض الهرمونات مثل الأوكسينات، الجبريليك والفيتامينات ; Singh, 2013) Saharan and Nehra, 2011) وإذابة الفوسفور المعدني.

كما تحسنت خواص التربة وزاد نمو نبات الفليفلة عند التلقيح ببكتريا *Bacillus amyloliquefaciens* بفضل إنتاج البكتريا لأحماض عضوية منها (السترات واللاكتات والسوكيونات) وخفضت من pH التربة وبالتالي زادت نسبة المادة العضوية وحسنت من NPK و Ca وMg في التربة (Jamal *et al*., 2016)، وكذلك زادت البكتيريا من أنزيم الكيتيناز Chitinase enzymes ما يشير إلى غنى التربة بالمادة العضوية التي يمكن أن تتحلل وتوفر الغذاء للنبات والكائنات الحية المفيدة (Kim *et al*., 1997). في حين أدى تلقيح نباتات الفليفلة بثلاث سلالات من بكتريا *Bacillus subtilis* و *Bacillus cereus* و *Serratia* sp. بشكل مختلط إلى كبح الأمراض التي تنتقل عن طريق التربة وحسنت من الخصائص الكيميائية للتربة وجودة الثمار، وتمكنت من تغيير المجتمع الميكروبي في التربة، وزادت على نحو كبير من وفرة أجناس *Burkholderia* و *Comamonas* و *Ramlibacter* والتي ارتبط وجودها سلباً مع شدة المرض بالنسبة للشاهد، وارتبطت إيجابياً بزيادة الكربون العضوي الكلي والنتروجين الكلي والأمونيا والبوتاسيوم الكلي ومحتوى الفوسور المتاح (Zhang *et al*., 2019)، حيث تبيّن أن بعض الأنواع البكتيرية لها قدرة على إنتاج انزيم الفايتيز Phytase enzymes والذي له دور في تيسير الفوسفور المتاح للنبات عن طريق تمعدن الفيتات بوساطة هذا الأنزيم (Jorquera *et al*., 2008 ; Lim *et al*., 2007 ; Viveros *et al*., 2010)، وفي جانب أخر فأن بكتيريا PGPR تزيد من تحمل النبات للملوحة والجفاف، وتزيد من كفاءة امتصاص العناصر الغذائية من التربة، وبالتالي يقلل من الحاجة للتسميد المعدني، حيث أن الأسمدة الحيوية تؤدي دوراً أساسياً في تحويل عنصر الفوسفور والبوتاسيوم الموجود بشكل مثبت في التربة إلى عناصر قابلة للامتصاص من قبل النبات، وتحمي من حدوث تراكم للنترات والفوسفات في الترب الزراعية، وتقلل من العبء الاقتصادي على المزارع (Dawa *et al*., 2012 ; Yang *et al*., 2009). وأثبتت دراسات أن النبات الذي يمتص كمية كبيرة من الغذاء يكون أكثر قدرة على تحمل الأمراض (Al-Askar and Rasher, 2010)، حيث تزداد ببعض الحالات مقاومة النبات للأمراض عبر عنصر البوتاسيوم بآليات متنوعة مثل الخفض في نفاذية الخلايا وفي حساسية الأنسجة لاختراق الممرض، وعلاوة على ذلك فإن البوتاسيوم بوجود الفوسفور يزيد من سماكة جدر الخلايا ما يؤدي إلى منع العدوى بالممرض (Katan, 2009).

حيث بينت دراسة أن سلالة *Bacillus tequilensis* NII-0943 كانت قادرة على إنتاج كمية جيدة من الأندول حمض الخليك IAA و إنتاج Saidrophores الذي زاد من حجم الجذر ومحتوى التربة من عنصر الآزوت والفوسفور في التربة بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل (Dastager *et al*., 2011)، في حين كان

لتلقيح نباتات التبغ ببكتريا*Azotobacter* و*Bacillus subtilis* و *Frateuria aurantia* بشكل مفرد او مختلط مع ٧٥% من الكمية الموصى بها من الأسمدة الكيميائية زيادة كبيرة في نسبة المادة العضوية في التربة ومحتوى التربة من NPK، وكانت أعلى قيمة عند المعاملة المختلطة بالأنواع البكتيرية الثلاثة بالمقارنة مع المعاملة المفردة ومعاملة الشاهد (Subhashinia *et al*., 2016).

- **دور المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك في محتوى نباتات الفليفلة من الآزوت والفوسفور والبوتاسيوم:**
- **متوسط محتوى نباتات الفليفلة من عنصر النتروجين:**

كما وُجدت من خلال النتائج الموضحة في الجدول (٤) لدى مقارنة نتائج الأرض الدائمة وفق التلقيح بالمخصبين الحيويين وحمض الساليسيليك والتداخل بينهما، زيادة في محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر النتروجين في جميع المعاملات المدروسة، وبفروق معنوية، بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى، وتفوقت المعاملة M1 بوجود وغياب العدوى الفيروسية وبفروق معنوية على المعاملة M2، إذ كان متوسط محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر النتروجين ٢,٤٦٥ و ٢,٥٣٢%، بنسبة زيادة بلغت ٧٤,٦٩ و ٢٠,٥٧%، على التوالي، بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى.

جدول (٤).متوسط محتوى نباتات الفليفلة (%) من عنصر النتروجين وفق المعاملات المدروسة بوجود وغياب العدوى بالفيروس (أرض دائمة)

المعاملات Treatments		الازوت الكلي %			
		تجربة الأرض الدائمة		الزيادة %	
		غير معدى بالفيروس	معدى بالفيروسCMV	بالنسبة للشاهد السليم	بالنسبة للشاهد المعدى
المخصبات الحيوية	M1	**2.532^{k}**	**2.465^{j}**	**٢٠,٥٧**	**٧٤,٦٩**
	M2	2.421^{i}	2.361^{h}	١٥,٢٨	٦٧,٣٢
تراكيز حمض الساليسيليك	S1	2.271^{e}	2.165^{c}	٨,١٤	٥٣,٤٣
	S2	2.301^{f}	2.235^{d}	٩,٥٧	٥٨,٣٩
	S3	**2.320^{g}**	**2.271^{e}**	**١٠,٤٧**	**٦٠,٩٤**
تداخل المخصبات الحيوية مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	2.732^{q}	2.652^{no}	٣٠,٠٩	٨٧,٩٥
	M1S2	2.772^{r}	2.661^{o}	٣٢	٨٨,٥٨
	M1S3	**3.011^{t}**	**2.881^{s}**	**٤٣,٣٨**	**١٠٤,١٨**
	M2S1	2.643^{n}	2.575^{l}	٢٥,٨٥	٨٢,٤٩
	M2S2	2.685^{p}	2.601^{m}	٢٧,٨٥	٨٤,٣٣
	M2S3	2.891^{s}	2.775^{r}	٣٧,٦٦	٩٦,٦٦
شاهد	معدى	1.411^{a}			
	سليم	2.100^{b}			
LSD 0.05		0.0219			

M1 =مخصب حيوي اول، M2= مخصب حيوي ثاني، S1 = حمض الساليسيليك تركيز ٠,٥ مليمول، S2= حمض الساليسيليك تركيز ١,٠ مليمول، S3= حمض الساليسيليك تركيز ٢,٠ مليمول،CMV= *Cucumber mosaic virus*.
القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العامود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

كما حققت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 تفوقاً معنوياً على المعاملتين S1 و S2، إذ بلغ محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر النتروجين بوجود العدوى الفيروسية وغيابها ٢,٢٧١ و ٢,٣٢٠%، بنسبة زيادة بلغت ٦٠,٩٤ و ١٠,٤٧%، على التوالي، بالمقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم. وسجلت معاملات التداخل بين المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك أكبر زيادة في محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر النتروجين مقارنة مع كافة المعاملات وبفروق معنوية، وحققت المعاملة M1S3 أعلى زيادة بوجود العدوى بالفيروس وغيابها إذ بلغت ٢,٨٨١ و ٣,٠١١%، بنسبة زيادة بلغت ١٠٤,١٨ و ٤٣,٣٨%، على التوالي، مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم.

- **متوسط محتوى أوراق نباتات الفليفلة من عنصر الفوسفور:**

أظهرت نتائج تجربة الأرض الدائمة جدول (٥) عند تقدير محتوى نباتات الفليفلة من عنصر الفوسفور (وفق التلقيح بالمخصبين الحيويين وحمض الساليسيليك والتداخل بينهما بوجود االعدوى الفيروسية وغيابها)، زيادة محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر الفوسفور في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى.

جدول (٥).متوسط محتوى نباتات الفليفلة من عنصر الفوسفور(%) وفق المعاملا ت المدروسة بوجود وغياب العدوى بالفيروس (أرض دائمة)

المعاملات Treatments		% P			
		تجربة الأرض الدائمة		الزيادة %	
		غير معدى بالفيروس	معدى بالفيروسCMV	بالنسبة للشاهد السليم	بالنسبة للشاهد المعدى
المخصبات الحيوية	M1	**0.321^{ij}**	**0.273^{g}**	٧٢,٥٨	٦٨,٥١
	M2	0.300^{h}	0.255^{f}	٦١,٢٩	٥٧,٤٠
تراكيز حمض الساليسيليك	S1	0.210^{cd}	0.195^{bc}	١٢,٩٠	٢٠,٣٧
	S2	0.222^{de}	0.210^{cd}	١٩,٣٥	٢٩,٦٢
	S3	**0.236^{e}**	**0.225^{de}**	٢٦,٨٨	٣٨,٨٨
تداخل المخصبات الحيوية مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	0.355^{mno}	0.325^{ijk}	٩٠,٨٦	١٠٠,٦١
	M1S2	0.361^{no}	0.336^{ijk}	٩٤,٠٨	١٢٢,٨٣
	M1S3	**0.382^{p}**	**0.371^{op}**	١٠٥,٣٧	١٢٩,٠١
	M2S1	0.341^{klm}	0.313^{hi}	٨٣,٣٣	٩٣,٢٠
	M2S2	0.348^{lmn}	0.321^{ij}	٨٧,٠٩	٩٨,١٤
	M2S3	0.372o^{p}	0.355^{mno}	١٠٠	١١٩,١٣
شاهد	معدى	0.162^{a}			
	سليم	0.186^{b}			
LSD 0.05		0.0219			

M1= مخصب حيوي اول، M2= مخصب حيوي ثاني، S1 = حمض الساليسيليك تركيز ٠,٥ مليمولر، S2= حمض الساليسيليك تركيز ١,٠ مليمولر، S3= حمض الساليسيليك تركيز ٢,٠ مليمولر،CMV= *Cucumber mosaic virus*.
القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العامود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

مع تفوق معاملات المخصبات الحيوية على معاملات حمض الساليسيليك وبفروق معنوية، وحققت معاملات التداخل تفوقاً بفروق معنوية على معاملات المخصبات وتراكيز حمض الساليسيليك كل على حدا، وحققت المعاملة M1 بوجود العدوى الفيروسية وغيابها تفوقاً وبفروق معنوية على المعاملة M2 ، إذ بلغ

محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر الفوسفور بوجود وغياب العدوى الفيروسية ٠,٢٧٣ و ٠,٣٢١ %، بنسبة زيادة قدرها ٦٨,٥١ و ٧٢,٥٨% بالمقارنة مع معاملة الشاهد المعدى ٠,١٦٢ والشاهد السليم ٠,١٨٦ %، على التوالي.

بينما في معاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملتي الشاهد السليم والمعدى، إذ بلغ فيها محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر الفوسفور بوجود وغياب العدوى بالفيروس ٠,٢٢٥ و ٠,٢٣٦ %، بزيادة قدرها ٣٨,٨٨ و ٢٦,٨٨%، على التوالي، مقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم. وسجّل أعلى محتوى من عنصر الفوسفور في المجموع الخضري لنبات الفليفلة لدى معاملة التداخل بالمخصب الحيوي الأول مع التركيز الثالث لحمض الساليسيليك M1S3 وبفروق معنوية بالمقارنة مع كافة المعاملات والشاهدين بوجود العدوى بالفيروس وغيابها، حيث بلغ محتوى المجموع الخضري من عنصر الفوسفور فيها ٠,٣٧١ – ٠,٣٨٢ % بنسبة زيادة قدرها ١٢٩,٠١ و ١٠٥,٣٧%، على التوالي، قياسا بمعاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك.

- **متوسط محتوى نباتات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم:**

تبين من الجدول (٦) لدى مقارنة نتائج تجربة الأرض الدائمة في محتوى نباتات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم وفق التلقيح بالمخصبين الحيويين والمعاملة بتراكيز حمض الساليسيليك والتداخل بينهما، بوجود العدوى الفيروسية وغيابها، زيادة محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى

جدول (٦).متوسط محتوى نباتات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم (%) وفق المعاملا ت المدروسة بوجود وغياب العدوى بالفيروس (أرض دائمة)

المعاملات Treatments		% K			
		تجربة الأرض الدائمة		الزيادة %	
		غير معدى بالفيروس	معدى بالفيروسCMV	بالنسبة للشاهد السليم	بالنسبة للشاهد المعدى
المخصبات الحيوية	M1	**1.641^{i}**	**1.511^{g}**	**٣٣,٩٥**	**٣٤,٧٩**
	M2	1.535^{h}	1.492^{f}	٢٢,٨٥	٣٣,٠٩
تراكيز حمض الساليسيليك	S1	1.327^{c}	1.325^{c}	٨,٣٢	١٨,١٩
	S2	1.333^{c}	1.331^{c}	٨,٨١	١٨,٧٣
	S3	**1.432^{e}**	**1.390^{d}**	**١٦,٨٩**	**٢٣,٩٩**
تداخل المخصبات الحيوية مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	1.775^{m}	1.681^{jk}	٤٤,٨٩	٤٩,٩٥
	M1S2	1.792^{n}	1.690^{k}	٤٦,٢٨	٥٠,٧٥
	M1S3	**1.990^{p}**	**1.880^{o}**	**٦٢,٤٤**	**٦٧,٧٠**
	M2S1	1.741^{l}	1.672^{j}	٤٢,١٢	٤٩,١٥
	M2S2	1.751^{l}	1.683^{jk}	٤٢,٩٣	٥٠,١٣
	M2S3	1.891^{o}	1.796^{n}	٥٤,٣٦	٦٠,٢١
شاهد	معدى	1.121^{a}			
	سليم	1.225^{b}			
LSD 0.05		0.0219			

M1= مخصب حيوي اول، M2= مخصب حيوي ثاني، S1 = حمض الساليسيليك تركيز ٠,٥ مليمول، S2= حمض الساليسيليك تركيز ١,٠ مليمول، S3= حمض الساليسيليك تركيز ٢,٠ مليمول،CMV= *Cucumber mosaic virus*.
القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العامود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

تفوقت معاملات المخصبات الحيوية M1 و M2 على معاملات تراكيز حمض الساليسيليك (S1 و S2وS3) مع وجود فروق معنوية، كما تفوقت المعاملة M1 بفروق معنوية بوجود وغياب العدوى الفيروسية على المعاملة M2، وبلغ متوسط محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم، بوجود العدوى الفيروسية وغيابها، لديها ١,٥١١ و ١,٦٤١ %، بالمقارنة مع معاملة الشاهد المعدى ١,١٢١% والشاهد السليم ١,٢٢٥%، بنسبة زيادة قدرها ٣٤,٧٩ و٣٣,٩٥%، على التوالي.

بينما في معاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 وبفروق معنوية على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملتي الشاهد السليم والمعدى ولم تظهر فروق معنوية بين معاملات S1 و S2 إذ بلغ متوسط محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم للمعاملة S3 بوجود العدوى بالفيروس وغيابها ١,٣٩٠ و ١,٤٣٢ %، بنسبة زيادة قدرها ٢٣,٩٩ و ١٦,٨٩%، على التوالي، مقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم. وأظهرت معاملات التداخل بين المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك تفوق معنوي على جميع المعاملات المفردة، وتباينت فيما بينها وكانت أكبر زيادة في محتوى المجموع الخضري لنبات الفليفلة من عنصر البوتاسيوم لدى المعاملة بالمخصب الحيوي الاول مع التركيز الثالث لحمض الساليسيليك M1S3 وبفروق معنوية بالمقارنة مع كافة المعاملات والشاهدين بوجود العدوى بالفيروس وغيابها، حيث بلغ ١,٨٨٠ و ١,٩٩٠ %، بنسبة زيادة قدرها ٦٧,٧٠ و ٦٢,٤٤%، على التوالي، قياساً بمعاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك.

تفسر الزيادة في محتوى نباتات الفليفلة من NPK إلى دور هذه المخصبات الحيوية وقدرتها على إنتاج حمض الأندول الخلي Indole Acetic Acid (IAA) و Siderophore (Dastager *et al*., 2011) والأوكسينات والجبريليك والفيتامينات (Singh, 2013 ; Saharan and Nehra, 2011) وزيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية وأهمها الفوسفور المعدني غير الذواب الذي يدخل في تطور المجموع الجذري وتفرعاته الأمر الذي يؤدي إلى زيادة حجم ومساحة الجذر وعدد الشعيرات الجذرية وهذا يزيد من الكتلة الحيوية للجذر، ما يؤدي إلى زيادة في امتصاص العناصر الغذائية وتحسين ظروف النمو (Zaki *et al*., 2012 ; Montiel *et al*., 2018)، وقد أثبت الدراسات أن النبات الذي يمتص كمية كبيرة من الغذاء يكون أكثر قدرة على تحمل الأمراض (AL-Askar and Rashed, 2010)، ومن هنا يأتي دور المخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك في زيادة مساحة المسطح الجذري وبالتالي زيادة مساحة السطح الفعال من الجذر والانتشار في حجم أكبر من التربة (Montiel *et al*., 2018)، الذي يعزز بدوره من امتصاص العناصر المعدنية وزيادة مقدرة نباتات الفليفلة على مقاومة الأمراض ومنها مرض فيروس موزاييك الخيار. ويمكن تفسير الزيادة في قيم المؤشرات المدروسة عند معاملة النباتات بحمض الساليسيليك، لأهمية دور حمض الساليسيليك في تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل نمو وتطور النبات وامتصاص الأيونات ونقلها ونفاذية

الأغشية (Simael *et al*., 2012)، وزيادة انقسام الخلايا داخل النسيج القمي لجذور النباتات (Shakirova, 2003). حيث أثبتت الدراسات أن معاملة نباتات الفليفلة بحمض الساليسيليك أعطت أعلى نسبة من السكريات الكلية وإجمالي الأحماض الأمينية الحرة ومن البروتين الخام ومساحة المسطح الورقي الذي بدوره زاد النسبة المئوية لكل من NPK في أوراق الفليفلة مقارنة مع الشاهد غير المعامل (Abou El-Yazied, 2011)، في حين زاد التلقيح ببكتريا *Bacillus megaterium* و *Bacillus subtilis* من معدل النمو الخضري لنباتات الفليفلة، ومن امتصاص المغذيات الكبرى (Na, Mg, Ca, K, P, N) والمغذيات الصغرى (Cu, Zn, Mn, Fe) وزيادة محتواها في النبات (Zaki *et al*., 2012; Musa *et al*., 2013)، وزاد تركيز العناصر الغذائية الكبرى NPK في نباتات الفليفلة الملقحة ببكتيريا *Bacillus circulons* جنباً الى جنب مع الأسمدة البوتاسية وحسن من ظروف النمو مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتيريا (Khalil *et al*., 2018). كما عززت معاملة نباتات الفليفلة بخمس عزلات من بكتريا *Pseudomonas fluorescens* من نمو الشعيرات الجذرية والقدرة الامتصاصية لها وزاد محتوى النباتات من NPK في جميع المعاملات الملقحة بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح (Diby *et al*., 2005). وهذا بدوره يقلل من الحاجة للتسميد المعدني ويحمي من حدوث تراكم للنترات والفوسفات في الترب الزراعية، ويقلل من العبء الاقتصادي على المزارع (Yang *et al*., 2009). وفي بعض الحالات تزداد مقاومة النبات للأمراض عبر عنصر البوتاسيوم بآليات متنوعة مثل الخفض بنفاذية الخلايا وفي حساسية الأنسجة لاختراق الممرض، وعلاوة على ذلك فإن البوتاسيوم بوجود الفوسفور يزيد من سماكة جدر الخلايا ما يؤدي إلى إعاقة العدوى بالممرض Katan, (2009).

الاستنتاجات:

لدى تلقيح نباتات الفليفلة بالمخصبين الحيويين وحمض الساليسيليك بوجود العدوى بفيروس موزاييك الخيار وغيابها أدت إلى:

- تحسين خصوبة التربة وزيادة محتواها من العناصر الغذائية المتاحة للنبات حيث وصلت نسبة الزيادة في محتوى النبات من الآزوت (١٠٤,١٨%) والفوسفور(١٢٩,٠١%) والبوتاسيوم(٦٧,٧%) مقارنة مع الشاهد ما يشير الى تحسين كفاءة امتصاص العناصر الغذائية.
- تفوقت معاملات التداخل بين المخصبات الحيوية وتراكيز حمض الساليسيليك على معاملات التلقيح بالمخصبات الحيوية ومعاملات تراكيز حمض الساليسيليك كل على حدا في جميع المؤشرات المدروسة.

التوصيات:

١. استخدام المخصبات الحيوية بإضافتها إلى بذور وشتول نباتات الفليفلة و واضافة حمض الساليسيليك بتركيز ٢ ميلي مول لتحسين النمو وزيادة الإنتاج وخفض الإصابة بالفيروسات وتقليل استخدام الأسمدة الكيميائية.

٢. متابعة الأبحاث على تشكيل مزائج من العزلات البكتيرية وتراكيز من حمض الساليسيليك على نباتات أخرى وأمراض أخرى.

المراجع:

- **المراجع العربية:**

١. **إسماعيل، عماد دأود؛ القاعي، باسل فهمي؛ يوسف، ريم نوفل 2007. *التحري عن بعض الأمراض الفيروسية على محصول الفليفلة في المنطقتين الوسطى والساحلية من سورية* مجلة جامعة تشرين للدراسات والبحوث *العلمية، سلسلة العلوم البيولوجية*. المجلد (٩) العدد (٢)، ١٠٥-٩٧.**

٢. حماد، ياسر و رامز الشامي. ٢٠١٧. *توصيف بعض أنواع بكتريا الرايزوسفير المحفزة لنمو النبات من بعض الأسمدة الحيوية والتربة. مجلة جامعة البعث*. سورية. المجلد ٣٩، ص٢٥.

٣. **عتيق، عمر؛ أحمد الأحمد؛ محمد أبو شعر؛ محمد موفق يبرق ومصطفى خطيب. ٢٠١٣. *تحريض المقاومة الجهازية المكتسبة في نبات البندورة/الطماطم إزاء الأمراض التي تحدثها بعض الأنواع من الفطر Alternaria. مجلة وقاية النبات العربية*، ٣١ (٢) ، ١٦٨- ١٧٦.**

٤. المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2020. *مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي*، الجمهورية العربية السورية.

٥. المغربي، صباح، بشرى رزق ، ياسر حماد. ٢٠١٦. دراسة تأثير بكتيريا *Rhizobium leguminosarum* في نمو الفطر *Fusarium oxysporum* f.sp.*lycopersici* مخبرياً. مجلة وقاية النبات العربية. عدد٢. المجلد٣٤، 135 – 141.

- **المراجع الاجنبية:**

6. **.SAHARAN., B.S and V NEHRA. 2011. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review. Life Sciences and Medicine Research*, Volume: LSMR-21.**
7. ABOU EL-YAZIED, A. 2011. *Effect of Foliar Application of Salicylic Acid and Chelated Zinc on Growth and Productivity of Sweet Pepper (Capsicum annuum L.) under Autumn Planting.. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, Egypt, 7(6), 423-433.
8. **Ahmed. W, M. Imran, M.Yaseen, T. Haq, M. U. Jamshaid, S. Rukh, R. M. Ikram, M.Ali, A. Ali, M. Maqbool, M.Arif, M. A.Khan.2020. *Role of salicylic acid in regulating ethylene and physiological characteristics for alleviating salinity stress on germination, growth and yield of sweet pepper .PeerJ* 8:e8475.**
9. AL-ASKAR, A. A., AND RASHAD, Y. M. 2010. *Arbuscular Mycorrhizal Fungi: A Biocontrol Agent against Common Bean Fusarium Root Rot Disease*. *Plant pathology journal*, Vol. 9, No.1, 31-38
10. **AMIRINEJAD, A.-A., M. SAYYARI, F. GHANBARI, S. KORDI .2017. *Salicylic acid improves salinity Salicylic acid improves salinity-alkalinity tolerance in pepper (Capsicum annuum L.) Adv. Hort. Sci.*, 31(3): 157-163.**
11. BREMNER. JM AND MULVANEY. CS. 1982. *Methods of soil analysis part2. Am. Soc. Agron. Madison WI*, USA, 595-624.
12. DAGNOKO, S. N, YARO-DIARISSO, P. N. SANOGO, O. ADETULA . 2013 .*Overview of Pepper (Capsicum spp.) breeding in West Africa*. *African journal of agricultural research*, 8(13):1108-1114.
13. DASGUPTA. D., KULBHUSHAN. K., RASHI.M., ROJITA. M., AMRITA K.P., SATPAL S.B.2021. *Chapter 1-Microbial biofertilizers: Recent trends and future outlook.* *Recent Advancement in Microbial Biotechnology*. Pages 1-26.
14. DASTAGER S., C. DEEPA.,and A. PANDEY. 2011. *Growth enhancement of black pepper (Piper nigrum) by a newly isolated Bacillus tequilensis NII-0943*. *Section Cellular and Molecular Biology*. India, Vol 66(5):801
15. DAWA, K. K. ; H. M. E. ABD EL - NABI and W. M. E. SWELAM. 2012. *perponse of sweet pepper plants (Vegetative growth and leaf chemical constituents) to organic, Biofertilizers and some foliar application treatments*. *J. Plant Production, Mansoura Univ.* Egypt, Vol. 3 (9): 2465 – 2478
16. DAY. PR. 1965. *Methods of soil analysis, part1. Am. Soc. Agron. Madison Wi*, QSA, 546-566.
17. DIBY. P .,Y. R. SARMA., V. SRINIVASAN., M. ANANDARAJ. 2005 .*Pseudomonas fluorescens mediated vigour in black pepper (Piper nigrum L.) under green house cultivation, Annals of Microbiology*, 55 (3) 00-00.
18. **HAMAD, Y, 2019.*isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria(pgpr)from some bio-fertilizers ,the arab journal foe arid environment.***

19. HUSSAIN M, NAWAZ K, MAJEED A, ILYAS U, LIN F, ALI K, NISAR MF. 2011. *Role of exogenous salicylic acid applications for salt tolerance in violet*. *Sarhad J. Agric*, 27:151-175.
20. JACKSON, M. L. 1985. *Soil chemical analysis-advanced course, 2nd.*
21. JAMAL Q., YONG. S. L., HYEON D. J. AND KIL Y.G K. 2016. *Effect of Plant Growth Promoting Bacteria Bacillus amyloliquefaciens Y1 on Soil Properties, Pepper Seedling Growth, Rhizosphere Bacterial Flora and Soil Enzymes*. *Plant Protection Science*, 10.17221/154.
22. JARAK.M.N., S.S.DURIC and B.D.DORDEVIC. 2010. *Benefits Of inoculation with Azotobacter in the growth production of Tomato and Pepper*. Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad. Serbia,No 119, 71-76.
23. **JEFFRIES C.J.1998.** ***Potato. FAO/IPGRI technical guidelines for the safe movement of germplasm.*** **19, p 62–63.**
24. JORQUERA, M.A., HERNÁNDEZ, M.T., RENGEL, Z., MARSCHNER, P., MORA M.L.2008a. *Isolation of culturable phosphobacteria with both phytate-mineralization and phosphate-solubilization activity from the rhizosphere of plants grown in a volcanic soil. Biol. Fértil. Soils*, 44, 1025-1034.
25. KATAN, J. 2009. *Mineral nutrien management and plant disease*. *Optimizing Crop Nutrition*, No. 21, 6-8.
26. KHALIL. H. M. A., DOAA M. R. ABO-BASHA AND FATMA H. A. EL-AGYZY. 2018. *Effect of Bacillus circulans bacteria on availability of potassium from different sources on the productivity and quality of pepper under saline soil conditions. Middle East Journal of Agriculture*, 7(2): 339-351.
27. KIM K., JORDAN D., MCDONALD G. 1997. *Effect of phosphate-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity*. *Biology and Fertility of Soils*, 26: 79–87.
28. LIM, B.L., YEUNG, P., CHENG, C, HILL, J.E. 2007. *Distribution and diversity of phytate-mineralizing bacteria*. ISME J, 1, 321-330.
29. **MATEO A, MU¨ HLENBOCK P, RUSTERUCCI C, CHANG CC, MISZALSKI Z,KARPINSKA B, PARKER JE, MULLINEAUX PM and KARPISNKI S. 2004.*lesion simulating disease1 is required for acclimation to conditions that promote excess excitation energy. plant physiology*** **136, 2818–2830.**
30. **MELOTTO M, UNDERWOOD W, KOCZAN J, NOMURA K, HE SY. 2006.** ***Plant stomata function in innate immunity against bacterial invasion.Cell*** **126, 969–980.**
31. MONTIEL, L. G. H, ROBERTO G. C. C, DORIS G. C.R., CÉSAR J. C. C., LIBRADO V.H, FÉLIX A. B. M. 2018. *Effect of microcapsules of Pseudomonas* putida *on growth and yield of red pepper. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas special, ,* vol num 20.
32. **MURPHY, J. and RILEY, J. P. A. 1962.** ***modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters. Anal.Chim .Acta*****, 27, 31-36.**
33. MUSA S., T. ÖNDER., P. MUSTAFA. 2013. *Effect of plant gpowth promotion rhizobacteria (PGPR) on yield, yield components and mineral contents of pepper under greenhouse conditions, International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*, Vol. 3 (4), p645

34. **NIENHAUS, F. 1981.** ***Virus and similar diseases in tropeical and subtropical areas.Published by German Agency for Technical Cooperation(GTZ*****).16-20p.**
35. **NOVOZAMSKY, I., VAN, R., SCHOUWENBURG, CH., and WALTING, I. 1974.** ***Total nitrogen determination in plant material by means of the indophenols-blue method. Neth. J. Agric Sci*****, 22, 3-5.**
36. OLSEN.SR AND SOMMERS.LE. 1982. *Methods of soil analysis, part2,* Am. Soc. *Agron. Madison WI,* USA, 403-430.
37. **REDDICK, B. B. and HABERA, L. F. 1999.** ***New Resistance to Plant Viruses in Pepper. The University of Tennessee, Knoxville,TN*****, USA.**
38. RICHARDS.LA. 1954. *Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.* USDA Agric Handbook 60, Washington DC,.
39. SHAKIROVA, F. M. 2003. *Role of Hormonal System in the Manifestation of Growth Promoting and Antistress Action of Salicylic Acid. A Plant Hormone,* Pp 69-89
40. **SIMAEI M, KHAVARI-NEJAD R.A, BERNARD F. 2012.** ***Exogenous application of salicylic acid and nitric oxide on the ionic contents and enzymatic activities in nacl-stressed soybean plants. American Journal of Plant Sciences*****,3: 1495-1503.**
41. **SINGH.,JAY SHANKAR. 2013.** ***Plant Growth Promoting Rhizobacteria Potential Microbes for Sustainable Agriculture. (Central) University, Raibarely Road, Lucknow 226025 Uttar Pradesh,*** **India,pp7.**
42. SUBHASHINIA .D.V., M. ANURADHAB, D. DAMODAR REDDYA, J. VASANTHIA. 2016. *Development of bioconsortia for optimizing nutrient supplementation through microbes for sustainable tobacco production. International Journal of Plant Production*, 10(4): 479-490
43. **SUTIC, P., D.D., FOR, R.E.,and TOSIC, M.T. 1999.** ***Hand book of plant virus diseases. CRC prees*****. 126-134pp.**
44. **TENDON, H. L. S. 2005.** ***Methods of analysis of soil plants, water and fertilization development and consultation.*** **New Delhi, India.**
45. UZUNOVA AN, POPOVA LP. 2000. *Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants. Photosynthetica*,38, 243–250
46. VIVEROS.O. M., M.A. JORQUERA., D.E. CROWLEY., G. GAJARDO AND M.L. MORA. 2010. *Mechanisms And Practical Considerations Involved In Plant Growth Promotion By Rhizobacteria*. Journal of soil science and plant nutrition, 10 (3): 293 – 319.
47. YANG., JUNGWOOK, JOSEPH W. KLOEPPER and CHOONG-MIN RYU. 2009. *Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. Plant Science Conferences. Plant Abiotic Stress Tolerance* ,Vienna, Austria, p4.
48. ZAKI, M.F., Z.F. FAWZY; A.A. AHMED and A.S. TANTAWY. 2012.*Application of phosphate dissolving bacteria for improving growth and productivity of two sweet pepper (capsicum annuum l.) Cultivars under newly reclaimed soil . Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 6(3): 826-839.
49. ZHANG .LI-NA, DA-CHENG WANG, QIANG HU, XIANG-QUN DAI, YUE-SHENG XIE, QING LI, HUA-MEI LIU and JIAN-HUA GUO. 2019. *Consortium of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Strains Suppresses Sweet Pepper Disease by Altering the Rhizosphere Microbiota*, Front, Microbiol, 10:1668.