تأثير بعض العزلات البكتيرية المحفزة لنمو النبات وحمض الساليسيليك في بعض المؤشرات النوعية لنباتات الفليفلة المعداة بفيروس موزاييك الخيار

The Effect of PGPR Bacteria as Bio-Fertilizers and Salicylic Acid on Some Qualitative Indicators of Peppers Plants Infected with Cucumber Mosaic Virus.

محمد سلمان ابراهيم[1] د. ياسر علي حماد[2] أ.د. سليم راعي[3]

Mohammad S.Ibrahim[1] Dr. Yaser A. Hammad[2] Dr. Salim Raahe[3]

(1) طالب دكتوراه، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(1) Ph.D student, Department of soil and water sciences, Faculty of Agriculture, Latakia university, Lattakia, Syria.

(2) قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(2) Department of soil and water sciences, Faculty of Agriculture, Latakia university, Lattakia, Syria

(3) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.

(3) Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Latakia university, Lattakia, Syria.

الملخص

هدف البحث إلى دراسة فعالية بعض العزلات البكتيرية المعزولة من رايزوسفير الجذور وحمض الساليسيليك في تلقيح شتول نباتات الفليفلة المزروعة في أصص وتأثيرها في الحد من الإصابة بفيروس موزاييك الخيار على نباتات الفليفلة وفي نمو النبات وإنتاجه، عن طريق قياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري وتركيز فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة في الثمار. وقد نفذ البحث في موسم 2019/2018 ضمن بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس. أظهرت النتائج أن التلقيح بالبكتيريا المدروسة والمعاملة بحمض الساليسيليك أدى إلى زيادة معنوية في جميع المعاملات المدروسة بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسليك وأظهرت معاملة التلقيح باللقاح البكتيري الاول (M1) مع حمض الساليسيليك S3 تركيز (2 ملي مولاري) بوجود وغياب العدوى الفيروسية زيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري؛ إذ بلغ (0.245-0.465) كغ/ نبات والجذري (32.1-49.8 غ/ نبات) وتركيز فيتامين C في الثمار (159.2-265.4 مغ/100غ) على التوالي، وتركيز المواد الصلبة الذائبة إذ بلغت (5.3-7 %) ، مقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك. إن الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري ومحتوى الثمار من فيتامين C والمواد الصلبة الذائبة يشير لقدرة البكتريا المستخدمة على تحفيز المقاومة الجهازية وتخفيض تأثير الفيروس في نباتات الفليفلة.

الكلمات المفتاحية: بكتريا محفزة لنمو النبات، حمض الساليسيليك، فيروس موزاييك الخيار، الفليفلة، فيتامين C ، مواد صلبة ذائبة.

©2023 The Arab Center for the Studies of Arid Zones and Dry Lands. **ISSN:2305 - 5243 ; (p:45 - 56)**

Abstract

The aim of this study was to determine the efficiency of some Different Species Of rhizosphere roots bacteria and salicylic acid in the growth and reducing the effect of *Cucumber mosaic virus* (CMV) on pepper plants in a greenhouse experiment, by measuring the shoot dry and root weight, in pepper plants, The concentration of vitamin C and total soluble solids (TSS) in the fruits that planted within a greenhouse in of Tartous -Syria in 2018 and 2019. The results showed that inoculation with studied bacteria and salicylic acid resulted in a significant increase in all studied treatments compared to control (non-inoculated with bacterial control and untreated with salicylic acid). 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 shoot dry weight, which reached (0.245-0.465 Kg/plant), root dry weight (32.1-49.8 g/plant), The concentration of vitamin C in the pepper fruits was (159.2-265.4 mg /100 g), and total soluble solids (5.3-7%)) respectively compared to control (non- inoculated with bacterial control and untreated with salicylic acid). Then the increase in shoot dry weight, root dry weight in pepper plants, The concentration of vitamin C and total soluble solids in the fruits indicate to the ability of rhizobacter to stimulate systemic resistance and reduce the effect of the virus on pepper plants

Keywords: PGPR, salicylic acid, CMV, pepper, vitamin C, Total Soluble Solids.

المقدّمة

تعد الفليفلة (الفلفل) *Capsicum annuum* L. أحد أهم محاصيل الخضار من الفصيلة الباذنجانية *Solanaceae* في العالم وتحتل المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بعد البندورة (الطماطة) والبطاطا (Ahmed *et al*., 2020)، إذ بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفليفلة في سورية (4603) هكتار لموسم 8201 أعطت (52280) طنا (المجموعة الإحصائية الزراعية، 2018).

تضم البكتريا المحفزة لنمو النبات Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) مجموعة متعددة من البكتريا الموجودة في منطقة جذور النبات وعلى سطح الجذور وترتبط معها بعلاقة تكافلية، وتعمل على تحفيز نوعي وكمي لنمو النبات بشكل مباشر عن طريق تزويد النبات بمواد محفزة لنموه أو تسهيل امتصاص النبات للمواد الموجودة في التربة. أما التأثير غير المباشر للنمو فيظهر من خلال منعها للآثار الضارة لممرض واحد أو أكثر من التأثير على النبات وذلك من خلال القدرة على إنتاج أو تغيير تركيز منظمات النمو مثل حمض الأندول الخلي وحمض الجبرلين والسايتوكينينات والإثيلين وتثبيت الآزوت (النتروجين) الجوي وإذابة الفوسفات المعدنية والبوتاسيوم والعناصر المغذية الأخرى، (Singh, 2013)، (Saharan & Nehra, 2011)

تعد الأمراض الفيروسية إحدى أهم المشاكل التي تؤثر في إنتاج الفليفلة في العديد من البلدان، ومن ضمنها فيروس موزاييك الخيار (CMV) *Cucumber mosaic virus*، جنس *Cucumovirus*، فصيلة Bromoviridae. ويمكن للأمراض الفيروسية أن تخفض إنتاج المحصول بمقدار 90 % إضافة إلى صعوبة مكافحتها (Reddick & Habera, 1999) .

يعد حمض الساليسليك مركبا طبيعيا، ويلعب دورا مهما في تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل نمو النبات وتطوره وامتصاص الأيونات ونقلها ونفاذية الأغشية (Simaei *et al*., 2012)، ويمكن أن يحفز حمض الساليسيليك المقاومة الجهازية ضد طيف واسع من الممرضات ومنها الفيروسات، إذ يعمل على تحفيز المقاومة من خلال تأثيره بمراحل الإصابة الفيروسية وهي: مرحلة التضاعف، والانتقال من خلية لأخرى، والحركة الجهازية ضمن النبات (Singh *et al*., 2004; Chaturvedi & Shah 2007).

أشـار(Hahm *et al.*, 2017) (ابراهيـم، 2018) أن معاملـة نباتـات الفليفلـة ببعـض عـزلات مـن بكتريـا PGPR أدى إلـى انخفـاض فـي حـدوث وتطـور الإصابـة بفيـروس موزاييـك الخيـار وتحفيـز نمـو نباتـات الفليفلـة، وزادت مـن الـوزن الطـازج والجـاف للمجمـوع الخضـري والجـذري وتركيـز فيتامين C فـي الثمـار.

نظـراً لأهميـة محصـول الفليفلـة الاقتصاديـة والغذائيـة فـي سـوريا، وبسـبب تعـرض نباتـات الفليفلـة للإصابـة بفيـروس موزاييـك الخيـار فـي الزراعـات الحقليـة والمحميـة، ولأهميـة دور التلقيـح البكتيـري والمحفـزات الكيميائيـة فـي تحفيـز المقاومـة الجهازيـة عنـد النبـات ضـد فيـروس موزاييـك الخيـار، هـدف البحـث لاختبـار فعاليـة بعـض الأنـواع البكتيريـة المعزولـة مخبريـاً (*Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium, Frateuria aurantia, Rhizobium leguminosarum, Pseudomonas fluorescens, Bacillus circulans*,) والمحفـز الكيميائـي حمـض الساليسـيليك Salicylic acid (SA) فـي تحسـين نمـو نبـات الفليفلـة والحـد مـن الإصابـة بفيـروس موزاييـك الخيـار بزيـادة بعـض الصفـات النوعيـة (الـوزن الجـاف للمجمـوع الخضـري والجـذري وتركيـز فيتامين C والمـواد الصلبـة الذائبـة فـي الثمـار).

مواد البحث وطرائقه

المادة النباتية، موقع الدراسة، طريقة الزراعة وعمليات الخدمة:

استخدم فـي الدراسـة بـذار هجيـن فليفلـة سـيرا نيفـادا الجيـل الأول Sierra Nevada F1 صنـف حلـو غيـر محـدود النمـو (نسـبة الإنبـات 75 % والنقـاوة 98 % المنشـأ أسـبانيا، وسـنة الإنتـاج 2018). نُفـذ البحـث فـي السـاحل السـوري فـي محافظـة طرطـوس، داخـل بيـت بلاسـتيكي.

اسـتخدم تربـة زراعيـة جيـدة الخـواص ذات قـوام طينـي طميـي، ومحتـوى متوسـط مـن المـادة العضويـة، ومحتـوى منخفـض نسـبياً مـن الآزوت الكلـي، ومحتـوى جيـد مـن الفوسـفور والبوتاسـيوم، وهـي تربـة ملائمـة لزراعـة الفليفلـة. وأضيـف لهـا سـماد عضـوي متحلـل بنسـبة 3/1 حجمـاً، والتغطيـة بشـريحة مـن البلاسـتيك الشـفاف سـماكته 200 ميكروميتـر للتعقيـم الشمسـي، ثـم وضعـت الخلطـة الزراعيـة ضمـن أكيـاس بلاسـتيكية أبعادهـا 30×40 سـم سـعتها 28 لتـراً (15 كـغ تربة/كيـس). تـم توزيـع الأكيـاس ضمـن البيـت البلاسـتيكي حسـب المعامـلات والمكـررات علـى 6 خطـوط منفـردة (نبـات فـي كل كيـس)، البعـد بيـن النبـات والآخـر ضمـن الخـط نفسـه 50 سـم وبيـن الخـط والآخـر 100سـم، وبلـغ عـدد نباتـات التجربـة 360 نباتـاً، وقُـدّم للنباتـات العمليـات الزراعيـة اللازمـة.

تنشيط الأنواع البكتيرية المستخدمة في الدراسة وتحضير اللقاح البكتيري:

استخدمت سبع أنواع بكتيرية على شكل مخصبين حيويين وهم:

- اللقـاح البكتيـري الأول (M1) مكـون مـن النـوع *Azotobacter chroococcum* (AT) وهـي بكتيريـا مثبتـة لـلآزوت الجـوي معزولـة مـن تربـة مزروعـة بنبـات البنـدورة، والنـوع *Bacillus megaterium* وهـي بكتيريـا مذيبـة للفوسـفات، والنـوع *Frateuria aurantia* وهـي بكتيريـا ميسـرة للبوتاسـيوم، والنـوع *Rhizobium leguminosarum* وهـي بكتريـا منشـطة لنمـو النبـات (حمـاد والشـامي، 2017 ; المغربـي وآخـرون، 2016).

- اللقـاح البكتيـري الثانـي (M2) مكـون مـن النـوع *Pseudomonas fluorescens* وهـي بكتريـا ميسـرة للفوسـفور، والنـوع *Azotobacter chroococcum*(AC) وهـي بكتيريـا مثبتـة لـلآزوت الجـوي معزولـة مـن تربـة مزروعـة بنبـات الخيـار، والنـوع *Bacillus circulans*وهي بكتيريـا ميسـرة للبوتاسـيوم، ونشـطت الأنـواع البكتيريـة المسـتخدمة بإعـادة زراعتها علـى بيئـات متخصصـة للحصـول علـى خلايا حديثـة فـي أوج نشـاطها الحيـوي، وحضـر المعلـق باسـتخدام بيئة غذائيـة سـائلة Tryptic Soy Broth (TSB) (حمـاد والشـامي، 2017; Hammad, 2019).

تنشيط العزلة الفيروسية المستخدمة في الدراسة:

اسـتخدمت عزلـة محليـة مـن فيـروس موزاييـك الخيـار مُعَّرفـة مصليـاً فـي المركـز الدولـي للبحـوث الزراعيـة فـي المناطـق الجافـة (إيكاردا) فـي حلـب ومحفوظـة علـى نبـات التبـغ فـي مخبر(مختبـر) الأمـراض البكتيريـة والفيروسـية، كليـة الزراعـة، جامعـة تشـرين. تـم تحضيـر اللقـاح الفيروسـي حسـب طريقـة (Jefferies, 1998).

تلقيح نباتات الفليفلة باللقاحين البكتيريين وحمض الساليسيليك والعدوى بفيروس موزاييك الخيار

أضيفت اللقاحات البكتيرية المحضرة من الأنواع البكتيرية المختلفة (معلقات بتركيز 10^9 خلية مللتر$^{-1}$) إلى البذور قبل الزراعة وفق المعاملات المدروسة بنقعها لمدة 3 ساعات وزرعت في صواني الإنبات (Jarak *et al*., 2010) ثم أضيف اللقاح البكتيري إلى التربة حول المجموع الجذري لكل شتلة بعد نقلها إلى البيت المحمي بمعدل 25 مللتر لكل نبات من معلق بكتيري تركيزه 10^9 خلية مللتر$^{-1}$، وتم ري المعاملات بحمض الساليسيليك Salicylic acid (SA) مباشرة بعد إضافة اللقاح البكتيري، بثلاثة تراكيز(0.5، 1.0، 2.0 ميليمول) بمعدل 30 مللتر نبات$^{-1}$ وذلك وفق مخطط التجربة.(Canakci, 2011) أعديت (إصابة) نباتات التجربة بلقاح فيروس موزاييك الخيار على الورقتين الحقيقيتين الأولى والثانية بعد أسبوع من نقلها إلى البيت المحمي وبعد أسبوع من إضافة اللقاح البكتيري إلى التربة بما فيها نباتات الشاهد المعدى بالفيروس فقط. مع ترك شاهد سليم أُجريت عليه عدوى كاذبة من عصارة نباتات فليفلة سليم من أجل توحيد المعاملات ويبقى المتغير هو العدوى الفيروسية فقط.

التحاليل والقراءات المنفذة:

- الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري للنبات (كغ/ نبات):

استخدم ميزان إلكتروني حساس لقياس الوزن الجاف للمجموع الخضري والجذري بعد قلع النبات الأخضر، وجمع الثمار عنه، وفصل المجموع الخضري عن الجذر عند منطقة التاج، غسلت الجذور بالماء لتنظيفها من التربة ونشفت قبل وزنها، وتم التجفيف على درجة حرارة 70مْ لمدة 72 ساعة (حتى ثبات الوزن).

- تقدير فيتامين C في ثمار الفليفلة (مغ/ 100غ): وفق طريقة حيدر (2004).

- تقدير نسبة المواد الصلبة الذائبة (%) باستخدام جهاز الرفراكتومتر وفق (Ordookhani and Zare, 2011).

- تصميم البحث والتحليل الإحصائي:

اتبع في تصميم البحث نظام القطاعات العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث 24 معاملة، ثلاثة مكررات و5 نباتات لكل مكرر. بلغ عدد النباتات الكلي 360 نباتاً. حللت النتائج إحصائياً باستخدام برنامج Genstat-12، واختبار One-way ANOVA (without Blocking) ، ومقارنة الفروق بين المتوسطات باستخدام اختبار Duncan عند مستوى احتمال LSD 1 % و5 %.

الجدول (1): تصميم ومعاملات البحث.

المعاملات		غير معدى بـ CMV	معدى بـ CMV
اللقاح البكتيري	لقاح بكتيري أول	M1	M1
	لقاح بكتيري ثانٍ	M2	M2
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	حمض الساليسيليك تركيز (0.5 mM)	S1	S1
	حمض الساليسيليك تركيز (1 mM)	S2	S2
	حمض الساليسيليك تركيز (2 mM)	S3	S3
اللقاح البكتيري مع تراكيز حمض الساليسيليك	لقاح بكتيري أول مع التركيز الاول من حمض الساليسيليك	M1s1	M1s1
	لقاح بكتيري أول مع التركيز الثاني من حمض الساليسيليك	M1s2	M1s2
	لقاح بكتيري أول مع التركيز الثالث من حمض الساليسيليك	M1s3	M1s3
	لقاح بكتيري ثانٍ مع التركيز الاول من حمض الساليسيليك	M2s1	M2s1
	لقاح بكتيري ثانٍ مع التركيز الثاني من حمض الساليسيليك	M2s2	M2s2
	لقاح بكتيري ثانٍ مع التركيز الثالث من حمض الساليسيليك	M2s3	M2s3
شاهد		c	c

النتائج والمناقشة

الوزن الجاف للمجموع الخضري :

وُجد من خلال النتائج الموضحة في الجدول (2) لدى دراسة طرائق التلقيح باللقاحين البكتيريين وحمض الساليسيليك بوجود وغياب العدوى الفيروسية، تفوق جميع المعاملات المدروسة وبفروق معنوية في الوزن الجاف للمجموع الخضري لنباتات الفليفلة بالمقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

الجدول (2): متوسط الوزن الجاف للمجموع الخضري
لنبات الفليفلة الملقحة بالبكتريا، معداة وغير معداة بفيروس موزاييك الخيار بـ (كغ/نبات).

المعاملات Treatments غير معدى بالفيروس CMV		الوزن الجاف للمجموع الخضري (كغ/ نبات)			
		نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد السليم	معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد المعدى	
اللقاح البكتيري	M1	0.264^{p}	65	0.215^{hi}	72
	M2	0.251^{o}	56.87	0.210^{gh}	68
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	S1	0.185^{a}	15.6	0.170^{c}	36
	S2	0.201^{f}	25.6	0.175^{cd}	40
	S3	0.203^{fg}	26.8	0.181^{de}	44.8
اللقاح البكتيري مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	0.342^{r}	113.7	0.231^{kl}	84.8
	M1S2	0.356^{s}	122.5	0.235^{lm}	88
	M1S3	0.465^{u}	190.6	0.245^{no}	96
	M2S1	0.331^{q}	106.8	0.220^{ij}	76
	M2S2	0.336^{qr}	110	0.226^{jk}	80.8
	M2S3	0.440^{t}	175	0.240^{mn}	92
شاهد	معدى بـCMV	0.125^{a}			
	سليم Control	0.160^{b}			
$LSD_{0.05}$		0.00824			

M1= لقاح بكتيري اول، M2=لقاح بكتيري ثاني، S1 = حمض الساليسيليك تركيز 5.0 ملي مول،=S2 حمض الساليسيليك تركيز 1.0 ملي مول ، S3= حمض الساليسيليك تركيز 2.0 ملي مول ،CMV= عدوى بـ *Cucumber mosaic virus*. القيم التي يتبعها حروف متشابهة في نفس العامود لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

حيث وجد في طريقة التلقيح باللقاحين البكتيريين M1 وM2 بوجود وغياب العدوى بالفيروس تفوق المعاملة بالمخصب الحيوي الاول M1 في الوزن الجاف للمجموع الخضري على المعاملة بالمخصب الحيوي الثاني M2 وبفروق معنوية إذ بلغ وزن المجموع الخضري الجاف (0.215 - 0.264 كغ/ نبات) بزيادة قدرها (72 - 65 %) على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك (0.125 - 0.160 كغ/نبات).

وفي معاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 على المعاملتين S1 و S2وعلى معاملة الشاهدين؛ إذ بلغ وزن المجموع الخضري الجاف بوجود وغياب العدوى بالفيروس (0.181 - 0.203 كغ/نبات) بزيادة قدرها (44.8 - 26.8 %) على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

أدى التلقيح البكتيري M1 وM2 المترافق مع حمض الساليسيليك إلى زيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري وبفروق معنوية بالمقارنة مع معاملة اللقاح البكتيري M1 و M2 لوحده ومعاملات الساليسيليك لوحده والشاهدين بوجود وغياب العدوى بالفيروس، وكانت المعاملة M1S3 هي الأفضل في زيادة الوزن الجاف للمجموع الخضري لنبات الفليفلة مقارنة مع المعاملات كافة حيث بلغت (0.245 - 0.465 كغ/نبات) بزيادة قدرها (96 - 190.6 %) على التوالي، بالمقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم.

وتفسّر الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الخضري إلى زيادة التجمعات الميكروبية في التربة القادرة على إذابة الأحماض العضوية منخفضة الذوبان وإذابة الفوسفور المعدني غير الذواب، وإنتاج بعض الهرمونات مثل الأوكسينات، الجبريليك والفيتامينات وبالتالي تحسين ظروف النمو وزيادة الوزن الطازج والجاف للمجموع الخضري (Zaki *et al*., 2012; Montiel *et al*., 2018)، ولأهمية دور حمض الساليسيليك في تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل نمو وتطور النبات وامتصاص الأيونات ونقلها ونفاذية الأغشية (Simaei *et al*., 2012).

حيث تبين أنّ معاملة نباتات الفليفلة والبندورة بأنواع مختلفة من بكتريا PGPR بشكل مفرد أو مختلط بوجود وغياب العدوى بفيروس موزاييك الخيار زاد من الوزن الطازج والجاف للمجموع الخضري مع تفوق واضح للمعاملة المختلطة بالأنواع البكتيرية بالمقارنة مع الشاهد (ابراهيم،2018; الشامي، 2019) كما أكد (Dashti *et al*., 2007) أن معاملة نباتات البندورة بأنواع بكتيرية مثبتة للآزوت الجوي خفض من تأثير العدوى بفيروس موزاييك الخيار، مع زيادة معنوية في الوزن الجاف للنبات وكمية المحصول بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى بالفيروس، وعند معاملة نباتات الفليفلة بتراكيز مختلفة من حمض الساليسيليك زاد من نمو النبات ومن الوزن الجاف للمجموع الخضري بنسبة 5-20 % مقارنة مع الشاهد (Ahmed *et al*., 2020).

الوزن الجاف للمجموع الجذري:

لوحظ من خلال النتائج المبينة في الجدول (3) زيادة في الوزن الجاف للمجموع الجذري للنباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بحمض الساليسليك بوجود وغياب العدوى بالفيروس، مع تفوق واضح لمعظم المعاملات المدروسة على معاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

كان الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة لدى معاملة التلقيح البكتيري الاول M1 بوجود وغياب العدوى بالفيروس أعلى وبفروق معنوية بالمقارنة مع معاملة اللقاح البكتيري الثاني M2 اذ بلغ (24.4 - 36.7 غ/نبات) وبنسبة زيادة وصلت (144- 191.26 %) على التوالي، قياساً بمعاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك (10 - 12.6 غ/نبات).

وبالنسبة لمعاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة S3 بوجود وغياب العدوى بالفيروس على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملة الشاهدين إذ بلغت الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة (17- 20.9 غ/نبات) بزيادة قدرها (70 - 65.87 %) مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم.

في حين أظهرت معاملات اللقاحين البكتريين M1 وM2 مع تراكيز حمض الساليسليك الثلاثة بوجود وغياب العدوى بالفيروس تفوق معنوي في الوزن الجاف للمجموع الجذري الفليفلة في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهدين ومع معاملتي اللقاحين M1 وM2، وكانت المعاملة M1S3 هي الأفضل في زيادة الوزن الجاف للمجموع الجذري مقارنة مع المعاملات كافة؛ إذ بلغت (32.1- 49.8 غ/نبات) بزيادة قدرها (221- 295.23 %) على التوالي، مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير معامل بحمض الساليسيليك.

وتعزى الزيادة في الوزن الجاف للمجموع الجذري إلى دور البكتريا على إنتاج indole acetic acid (IAA) وSiderophore (Dastager *et al*., 2011) وبعض الهرمونات مثل الأكسينات والجبريليك والفيتامينات وإذابة الفوسفور المعدني غير الذواب (Singh, 2013; Saharan & Nehra, 2011) الذي يدخل في تطور المجموع الجذري وتفرعاته، الأمر الذي يؤدي الى زيادة حجم ومساحة الجذر وعدد الشعيرات الجذرية وهذا يزيد من الكتلة الحيوية للجذر، ودور حمض الساليسيليك في زيادة نمو وتطور النبات عن طريق تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية داخل النبات من امتصاص الأيونات ونقلها ونفاذية الأغشية (Simaei *et al*., 2012) وزيادة انقسام الخلايا داخل النسيج القمي لجذور النباتات (Shakirova *et al*., 2003).

الجدول (3): متوسط الوزن الجاف للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة الملقحة بالبكتريا، معداة وغير معداة بفيروس موزاييك الخيار بـ (غ/نبات).

المعاملات Treatments		الوزن الجاف للمجموع الجذري (غ/نبات)			
		غير معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد السليم	معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد المعدى
اللقاح البكتيري	M1	36.7^{l}	191.26	24.4^{f}	144
	M2	34.5^{k}	173.8	22.3^{e}	123
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	S1	17.1^{d}	35.71	15.2^{c}	52
	S2	17.9^{d}	42.06	16.4^{cd}	64
	S3	20.9^{e}	65.87	17^{d}	70
اللقاح البكتيري مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	41.5^{n}	229.36	29.4^{hi}	194
	M1S2	43.8^{o}	247.61	30.2^{i}	202
	M1S3	49.8^{q}	295.23	32.1^{j}	221
	M2S1	38.8^{m}	207.93	26.3^{g}	163
	M2S2	40.4^{mn}	220.63	28.4^{h}	184
	M2S3	45.6^{p}	261.90	31^{ij}	210
شاهد	معدى بـCMV	10^{a}			
	سليم Control	12.6^{b}			
$LSD_{0.05}$		1.638			

القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5 %.

أدى تلقيح نباتات الفليفلة ب 5عزلات من بكتريا *Pseudomonas fluorescens* زيادة كبيرة في الكتلة الحيوية للجذر وفي عدد وطول الجذر ومساحة الجذر مقارنة مع الشاهد (Paul and Sarma, 2007) في حين أن معاملة نباتات الفليفلة بتراكيز مختلفة من حمض الساليسليك زاد من الوزن الطازج والجاف للمجموع الجذري بالمقارنة مع الشاهد (Prabha and Negi, 2014).

تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة:

بينت نتائج هذه الدراسة (جدول 4) أن جميع المعاملات المدروسة M1 وM2 وS1 وS2 وS3 والتداخل فيما بينهما، أدى إلى زيادة في تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة في المعاملات المدروسة جميعها بوجود وغياب العدوى الفيروسية وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهدين السليم والمعدى غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك.

وجد عند التلقيح باللقاحين البكتيريين M1 وM2 بوجود وغياب العدوى بالفيروس تفوق المعاملة باللقاح البكتيري الاول M1 دون وجود فروق معنوية بينهما في تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة (135.6 و162.4 مغ/100غ) على المعاملة باللقاح البكتيري الثاني M2، مع تفوقهما معنوياً على معاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك (71.5 و98.4 مغ/100غ)، وبنسبة زيادة (89.65 - 65.04 %) على التوالي. وعند استخدام تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 على المعاملتين S1 وS2 وعلى الشاهد المعدى والسليم بفروق معنوية؛ إذ بلغ تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة بوجود وغياب العدوى بالفيروس (107.2 و120.9 مغ/100غ)، على التوالي، وبنسبة زيادة (49.93-22.86 %) مقارنة مع معاملة الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك.

الجدول (4): تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة الملقحة بالبكتريا، معداة وغير معداة بفيروس موزاييك الخيار مقدرة (مغ/100غ).

المعاملات Treatments		تركيز فيتامين C في ثمار الفليفلة (مغ/100غ)			
		غير معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد السليم	معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد المعدى
اللقاح البكتيري	M1	162.4^{m}	65.04	135.6^{h}	89.65
	M2	160.4^{mn}	63	130.4^{h}	82.37
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	S1	109.5^{e}	11.28	103^{c}	44.05
	S2	116.7^{f}	18.59	105.2^{d}	47.13
	S3	120.9^{g}	22.86	107.2^{d}	49.93
اللقاح البكتيري مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	168.2^{o}	70.93	145.1^{i}	102.93
	M1S2	208.2^{q}	111.58	150.7^{i}	110.76
	M1S3	265.4^{s}	169.71	159.2^{l}	122.65
	M2S1	164.2^{mp}	66.86	141.1^{i}	97.34
	M2S2	165^{p}	67.68	143.1^{j}	100.13
	M2S3	228.8^{r}	132.52	155.6^{k}	117.62
شاهد	معدى بـCMV	71.5^{a}			
	سليم Control	98.4^{b}			
LSD 0.01		1.642			

القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 1 %.

وسـجّل أكبـر تركيـز لفيتامين C فـي ثمـار الفليفلـة لـدى المعاملـة M1S3 وبفـروق معنويـة بالمقارنـة مـع المعامـلات كافـة والشـاهدين بوجـود وغيـاب العـدوى بالفيـروس حيـث بلغـت (159.2 و265.4 مـغ/100غ)، علـى التوالـي، وبنسـبة زيـادة (122.65-169.71 %) قياسـاً بمعاملـة الشـاهدين المعـدى والسـليم غيـر الملقحيـن بالبكتريـا وغيـر المعامليـن بحمـض الساليسـيليك.

قـد يعـود ذلـك إلـى قـدرة البكتيريـا المحفـزة لنمـو النبـات علـى إذابـة وتيسـير الفوسـفور فـي التربـة وتحسـين امتصاصـه مـن قبـل النبـات وزيـادة مسـتواه الـذي يعـزز مـن محتـوى الثمـار مـن حمـض الأسـكوربيك، حيـث يسـاعد الفوسـفور بعـض الأنزيمـات علـى تركيـب فيتامين C (Gurgul and Herman, 1994)

حيـث بيـن (Chatterjee *et al.*, 2016) فـي أثنـاء دراسـتهم تأثيـر بكتيريـا مثبتـة لـلآزوت وبكتريـا مذيبـة للفوسـفور فـي نمـو وإنتاجيـة أربعـة أصنـاف مـن الفليفلـة، أن تلقيـح الشـتول بالبكتريـا عـزز مـن نمـو النباتـات وزاد فـي عـدد ووزن الثمـار والمحتـوى مـن فيتامين C. فـي حيـن أعطـى التلقيـح المختلـط بأربعـة أنـواع مـن البكتريـا المحفّـزة لنمـو النبـات أعلـى النتائـج فـي محتـوى ثمـار الفليفلـة مـن فيتامين C بالمقارنـة مـع الشـاهد (ابراهيـم، 2018)، وعنـد معاملـة نباتـات الفليفلـة بحمـض الساليسـيليك تركيـز 1.5 غ/ل زاد مـن وزن وسـماكة لـب الثمـار ومـن تركيـز فيتامينC فـي ثمـار الفليفلـة (Ibrahim *et al.*, 2019).

تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة:

وحمـض الساليسـيليك وفاعليـة كل منهمـا علـى حـدة وفاعليـة الخليـطM2 وM1لـدى مقارنـة النتائـج بطرائـق التلقيـح باللقاحيـن البكتيريين لـكل منهمـا معـاً بوجـود وغيـاب العـدوى بفيـروس موزاييـك الخيـار أظهـرت معظـم المعامـلات المدروسـة (الجـدول 5) تفوقـاً واضحًـا

وبفروق معنوية في تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة بالمقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسليك.

أظهرت المعاملة باللقاح البكتيري الأول M1، بوجود وغياب العدوى بالفيروس، تفوقاً واضحاً وبفروق معنوية في تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة (4.9 -5.5 %، على التوالي) على معاملة اللقاح البكتيري الثاني M2 بنسبة زيادة (40- 37.5 %) مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتيريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك (3.5 و4 %، على التوالي).

وبالنسبة لمعاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة، تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 بوجود وغياب العدوى بالفيروس على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملة الشاهدين؛ إذ بلغ تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة بوجود وغياب العدوى الفيروسية (4.5 - 4.7 %، على التوالي) بنسبة زيادة (17.5-28.57 %) مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم غير الملقحين بالبكتريا وغير المعاملين بحمض الساليسيليك.

ولدى مقارنة معاملات باللقاحين البكتيريين M1 وM2 مع تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة بوجود وغياب العدوى بفيروس موزاييك الخيار وجد تفوق معنوي في تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهدين ومع معاملتي المخصبين M1 و M2، وكانت المعاملة M1S3 هي الأفضل في زيادة تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة مقارنة مع المعاملات كافة بوجود وغياب العدوى بالفيروس إذ بلغت (5.3 و7 %، على التوالي)، بنسبة زيادة (51.42-75 %) مقارنة مع الشاهدين المعدى والسليم.

الجدول (5): تركيز المواد الصلبة الذائبة في ثمار الفليفلة الملقحة بالبكتريا، الملقحة بالبكتريا، معداة وغير معداة بفيروس موزاييك الخيار مقدرة (%).

المعاملات Treatments		تركيز المواد الصلبة الذائبة %			
		غير معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد السليم	معدى بالفيروس CMV	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد المعدى
اللقاح البكتيري	M1	5.5^{no}	37.5	4.9^{hi}	40
	M2	5.4^{mn}	35	4.8^{gh}	37.14
تراكيز حمض الساليسيليك فقط	S1	4.6^{ef}	15	4.3^{c}	22.85
	S2	4.6^{ef}	15	4.4^{cd}	25.71
	S3	4.7^{fg}	17.5	4.5^{de}	28.57
اللقاح البكتيري مع تراكيز حمض الساليسيليك	M1S1	5.6^{o}	40	5^{ij}	42.85
	M1S2	6.4^{q}	60	5.1^{jk}	45.71
	M1S3	$^{s}7$	75	5.3^{lm}	51.42
	M2S1	5.8^{p}	45	5.2^{kl}	48.57
	M2S2	6.4^{q}	60	5.2^{kl}	48.57
	M2S3	6.7^{r}	67.5	5.3^{lm}	51.42
شاهد	معدى بـCMV	3.5^{a}			
	سليم Control	4^{b}			
LSD 0.01		0.1638			

القيم التي يتبعها حروف متشابهة في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 1 %.

أشـارت هـذه النتائـج الـى قـدرة الأنـواع البكتيريـة المسـتخدمة بالمخصبيـن مـع حمـض الساليسـليك علـى تحفيـز النبـات مـن خـلال فعاليتهـا فـي زيـادة تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة فـي ثمـار الفليفلـة المعداة وغيـر المعداة بفيـروس موزاييـك الخيـار، وتعـزى زيـادة تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة فـي ثمـار النباتـات الملقحـة بسـبب قـدرة هـذه البكتريـا علـى تسـهيل امتصـاص العناصـر الغذائيـة الأساسـية والتحفيـز عـن طريـق منظمـات النمـو، مثـل هـذه الأنشـطة تنشـط وتحفـز البكتريـا علـى إنتـاج الايثيليـن (Gamalero and Glick, 2015) الـذي يعـزز تخليـق أنزيمـات تقلـل السـكر الموجـود فـي جـدار خليـة الثمـرة، وتوليـد سـكريات بسـيطة تزيـد مـن تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة الكليـة فـي الثمـار فـي أثنـاء عمليـة النضـج (Ordookhani and Zare, 2011; Vázquez-Ovando *et al*., 2012) وهـذا مـا أكـده (Rodriguez *et al*., 2018) أن معاملـة نباتـات البنـدورة بـ *Bacillus* sp., *Aeromonas* sp. *Pseudomonas* *lini*) زاد مـن تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة فـي ثمـار البنـدورة، وقـد تكـون هـذه الزيـادة بسـبب زيـادة الملوحـة فـي الوسـط الجـذري (Dorais *et al*,. 2001)، وإلـى زيـادة إنتـاج الهرمونـات النباتيـة فـي وسـط النمـو ممـا يحفـز تطـور الجـذور وبالتالـي امتصـاص افضـل للميـاه والمغذيـات (Ordookhani *et al*., 2013). وزاد تلقيـح نباتـات الفليفلـة بثـلاث سـلالات مـن بكتريـا *Pseudomonas putida* مـن حجـم المجمـوع الجـذري وبالتالـي زيـادة قـدرة النبـات علـى تسـهيل امتصـاص العناصـر الغذائيـة الـذي بـدوره أدى الـى زيـادة 30.2 % مـن تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة فـي ثمـار الفليفلـة بالمقارنـة مـع الشـاهد (Montiel *et al*., 2018). فـي حيـن كان لمعاملـة نباتـات الفليفلـة بتراكيـز مختلفـة مـن حمـض الساليسـيليك زيـادة معنويـة فـي تركيـز المـواد الصلبـة الذائبـة والسـكريات الكليـة فـي ثمـار الفليفلـة بالمقارنـة مـع الشـاهد (Ibrahim *et al*., 2019; Ahmed *et al*., 2020).

الاستنتاجات والتوصيات

- جميـع المعامـلات المسـتخدمة فـي الدراسـة التلقيـح باللقاحيـن البكتيرييـن M1 وM2، حمـض الساليسـيليك بتراكيـزه الثلاثـة والتداخـل بينهمـا لعبـت دوراً إيجابيـاً فـي زيـادة الـوزن الجـاف للمجمـوع الخضـري والجـذري وتركيـز فيتاميـن C والمـواد الصلبـة الذائبـة فـي ثمـار الفليفلـة وكانـت المعاملـة M1S3 هـي الأفضـل.
- نوصـي باختبـار خلـط اللقـاح البكتيـري الاول مـع اللقـاح البكتيـري الثانـي، واسـتخدام التلقيـح باللقـاح البكتيـري وحمـض الساليسـيليك لأجـل زيـادة نمـو نبـات الفليفلـة وتحفيـزه لمقاومـة أمـراض النبـات، ومـن ضمنهـا الأمـراض الفيروسـية.

المراجع

- ابراهيـم، محمـد.2018. تأثيـر بعـض أنـواع الرايزوبكتيريـا المحفـزة لنمـو النبـات (PGPR) فـي نمـو وإنتـاج الفليفلـة والإصابـة بفيـروس موزاييـك الخيـار (CMV).بحـث ماجسـتير، كليـة الزراعـة، جامعـة تشـرين،ص31-39
- حمـاد، ياسـر و رامـز الشـامي. 2017. توصيـف بعـض أنـواع بكتريـا الرايزوسـفير المحفـزة لنمـو النبـات مـن بعـض الأسـمدة الحيويـة والتربـة. مجلـة جامعـة البعـث (سـورية)، 25 :39.
- حيـدر، محمـد. 2004. دراسـة فيتاميـن C والمـواد الصلبـة الذائبـة والحموضـة فـي ثمـار أهـم الحمضيـات فـي السـاحل السـوري. مجلـة جامعـة تشـرين للدراسـات والبحـوث العلميـة، سلسـلة العلـوم الزراعيـة، المجلـد 26،(1):9-25
- الشـامي، رامـز.2019. تأثيـر بعـض الأنـواع البكتيريـة (PGPR) فـي الحـد مـن الإصابـة بفيـروس موزاييـك الخيـار علـى البنـدورة. رسـالة دكتـوراه، كليـة الزراعـة، جامعـة تشـرين، اللاذقيـة، سـورية، ص 90-101 .
- المجموعـة الإحصائيـة الزراعيـة السـنوية. 2018. مديريـة الإحصـاء والتخطيـط، وزارة الزراعـة والإصـلاح الزراعـي، الجمهوريـة العربيـة السـورية.
- المغربـي، صبـاح، ياسـر حمـاد، بشـرى رزق.2016. دراسـة تأثيـر بكتيريـا Rhizobium leguminosarum فـي نمـو الفطـر Fusarium oxysporum f.sp.lycopersici مخبريـاً. مجلـة وقايـة النبـات العربيـة. 2 (34):141-135

- Ahmed, W., M. Imran, M.Yaseen, T. Haq, M. U. Jamshaid, S. Rukh, R. M. Ikram, M.Ali, A. Ali, M. Maqbool, M.Arif, and 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.
- Canakci, S., 2011. Effects of Salicylic Acid on Growth, Biochemical Constituents in Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seedlings. *Pakistan Journal of Biological Sciences, 14: 300-304.*
- Chatterjee. R, S. Koner and S. Datta.2016. Impact of Microbial Inoculants on the Performance of Bell Pepper (*Capsicum annuum L.*) Varieties under Foot Hills of Eastern Himalayan Region.Int.J.Curr. Microbiol.App.Sci.India ,*5*(9): 131-138.
- 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.
- Chaturvedi, R. and J Shah. 2007. Salicylic acid in plant disease resistance. salicylic acid: A plant hormone, pp 335-370.
- Dashti.,N. H., M. S. Montasser., N. Y. Ali., R. G. Bhardwaj and D. L. Smith. 2007. Nitrogen fixing Bacteria Compensate for the Yield Loss Caused by ViralSatellite RNA Associated with Cucumber Mosaic Virus in Tomato. *Plant Pathol. J.* 23(2) : 90-96.
- Dorais, M.;, A .P. Papadopoulos. and, A Gosselin. 2001. Influence of electric conductivity management on greenhouse tomato yield and fruit quality. Agronomie, EDP Sciences. 21(4):367-383.
- Gamalero, E. and Glick, B. R. 2015. Bacterial modulation of plant ethylene levels. Plant Physiol. 169(1):13-22.
- Gurgul E, and Herman B . 1994 .Influence of nitrogen, phosphorus and potassium on chemical composition andactivity of some enzymes in celery during its growth. *J. Biologia Plantarum*. 36: 261-265.
- Hammad, y. 2019 .Isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria(PGPR) from some bio-fertilizers ,The Arab Journal For Arid Environments .
- Hahm. M, J. Son, Y. Hwang, D. Kwon, and S. Ghim. 2017.Alleviation of Salt Stress in Pepper *(Capsicum annum L.)* Plants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. J. Microbiol. Biotechnol, ,27(10), 1790–1797.
- Ibrahim. A., H. Abdel-Razzak., M. Wahb-Allah., M. Alenazi ., A. Alsadon ., and Y. H. Dewir .2019. Improvement in Growth, Yield, and Fruit Quality of Three Red Sweet Pepper Cultivars by Foliar Application of Humic and Salicylic Acids, HortTechnology, 04263-18.
- Jarak,M.N. S.S.Duric, and B.D.Dordevic2010. . 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.
- Jeffries, C.J. 1998. Potato. FAO/IPGRI technical guidelines for the safe movement of germplasm, 19: 62–63.
- 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.
- Ordookhani, K. and M. Zare. 2011. Effect of *Pseudomonas*, *Azotobacter* and arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) on lycopene, antioxidant activity and total soluble solid in tomato (*Solanum lycopersicum* L) F1

Hybrid, Delta. Adv. Environ. Biol. 5(6):1290-1294.

- Ordookhani, K.; A Moezi.; K. Khavazi, and F. Rejali. 2013. Effect of plant growth promoting rhizobacteria and mycorrhiza on tomato fruit quality. Acta Hort. 989(1):91-96.
- Paul. D and Y. R. Sarma. 2007. Plant growth promoting rhizhobacteria (PGPR)-mediated root proliferation in black pepper (*Piper nigrum* L.) as evidenced through GS Root software. Journal Archives of Phytopathology and Plant Protection,VOL39(4):311-314.
- Prabha. D., Y. k. Negi.2014. Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum.2(2):42-46.
- Reddick, B. B. and L. F Habera. 1999. New Resistance to Plant Viruses in Pepper. The University of Tennessee, Knoxville,TN, USA.
- Rodríguez G. G., B. E. Palomeque ., P. C. Ríos., A. M. Reséndez., L. L. Escobedo., H. S. Galván., J. S. Mata.2018. Influence of rhizobacteria in production and nutraceutical quality of tomato fruits under greenhouse conditions. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 9 (2).
- Saharan., BS and V Nehra. 2011. Plant Growth Promoting Rhizobacteria*: A Critical Review*. Life Sciences and Medicine Research, Volume: LSMR-21.

23. Shakirova. F. M., A. R. Sakhabutdinova., M. V. Bezrukova., R. A. Fatkhutdinova., D. R. Fatkhutdinova.2003. Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity. Plant Science, 164(3):317-322 .

- Simaei, M., R. A. Khavari-Nejad, and F. Bernard. 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,03(10): 1495-1503
- Singh, D.P.; C.A. Moore; A Gilliland. and J.P Carr. 2004. Activation of multiple antiviral defense mechanisms by salicylic acid. Molecular Plant Pathology, India. 5(1), 57–63.
- Singh, J. S. 2013. Plant Growth Promoting Rhizobacteria Potential Microbes for Sustainable Agriculture, 18:275–281.
- Vázquez-Ovando, J. A.;, D. k. Andrino-López;, M. L. Adriano-Anaya;, M Salvador-Figueroa. and, I. Ovando-Medina 2012. Sensory and physico-chemical quality of banana fruits “Grand Naine” grown with biofertilizers. Afri. J. Agric. Res. 7(33):4620-4626.
- 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.

N° Ref: 1037