تأثير بعض المخصبات الحيوية المحفزة لنمو النبات وحمض الساليسيليك في نمو وإنتاج نبات الفليفلة المزروع ضمن بيت محمي

د. ياسر علي حماد*

د. سليم راعي**

محمد سلمان ابراهيم ***

(تاريخ الإيداع 1 / 7 / 2020. قبل للنشر في 21 / 9 / 2020)

□ ملخّص □

هدف البحث لدراسة فعالية بعض المخصبات الحيوية وحمض الساليسليك بتلقيح شتول نباتات الفليفلة المزروعة بأصص في نمو وإنتاج نباتات الفليفلة. وكانت المعايير المستخدمة هي: ارتفاع النبات، الوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري ووزن القرون. نفذ البحث في موسم 2019/2018 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، لوحظت افضل النتائج عند معاملة التلقيح بالمخصب الحيوي الاول(M1) مع حمض الساليسيليك S3 تركيز (2 mM) وبفروق معنوية في ارتفاع النبات ، والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري، ووزن الثمار بنسبة زيادة (71.39 – 177.77 – 113.41 – 220.22%) مقارنة مع الشاهد غير المعامل على التوالي. وتفوقت معنويا معاملة الري بحمض الساليسيليك S3 تركيز (2 mM) في ارتفاع النبات، والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري، ووزن الثمار بنسبة زيادة (16.38 – 45.60 – 30.48 – 50%) مقارنة مع الشاهد غير المعامل على التوالي.

الكلمات المفتاحية: بكتريا محفزة لنمو النبات(PGPR)، الفليفلة، تلقيح

* 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

*** طالب دراسات عليا (دكتوراه)، قسم علوم التربة والمياه، كلية الزراعة جامعة تشرين اللاذقية – سورية mohammad.ibrahim@tishreen.edu.sy

The effect of some biofertilizers and salicylic acid on the growth and production of pepper in Greenhouses

Dr. Yaser A. Hammad [*]
Dr. Salim Raahe [**]
Mohammad S.Ibrahim [***]

(Received 1 / 7 / 2020. Accepted 21 / 9 /2020)

□ ABSTRACT □

The aim of this study was to determine the efficiency of some biological fertilizers and salicylic acid on the growth and production of pepper in greenhouse used parameters were: plant height, shoot fresh weight, root fresh weight, fruit weight expirment in tartous in 2018/2019 season.

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). The best results were observed when treating fertilization with the first bio-fertilizer (M1) with salicylic acid concentration (S3) and significant differences in plant height, fresh weight of shoot and root, and fruits weight increased by (71.39 - 177.77 - 113.41 - 220.22%) compared to the untreated control. The respectively irrigation with salicylic acid (S3) was significantly superior in plant height, fresh weight of shoot and root, and fruit weight increased by (16.38 - 45.60 - 30.48 - 50%) compared to untreated control respectively.

Keywords: PGPR, Pepper, Inoculation.

[*]**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..**
***** Post graduate Student, Department of soil and water sciences., Faculty of Agriculture, University of Tishreen, Lattakia, Syria. mohammad.ibrahim@tishreen.edu.sy**

مقدمة:

يحتل محصول الفليفلة Pepper في سورية المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بعد البندورة والبطاطا، يزرع محصول الفليفلة في مختلف أنحاء العالم، الموطن الأصلي للفليفلة هو أمريكا الوسطى وأمريكا الجنوبية، حيث تنتمي الفليفلة إلى الفصيلة الباذنجانية Solanaceae والجنس *Capsicum* والنوع *Capsicum annuum* L.وتعد الفليفلة من محاصيل الخضار الرئيسية في سورية نظراً لقيمتها الغذائية والاستهلاكية والتصنيعية (Dagnoko *et al*., 2013) ، بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفليفلة 4577 هكتار لموسم 2018 أعطت 54116 طناً في سورية، Annual Agricultural Statistical Collection, 2018).

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 تزويد النبات بمواد محفزة لنموه أو تسهيل امتصاص النبات للمواد الموجودة في التربة أما التأثير غير المباشر للنمو فيظهر من خلال منعها الآثار الضارة لممرض واحد أو أكثر من التأثير على النبات وذلك من خلال القدرة على عن إنتاج أو تغيير 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).

وجد أن تلقيح نباتات الفليفلة بعزلات من بكتريا المحفزة لنمو النبات Plant Growth Promoting (PGPR) Rhizobacteria أدى إلى زيادة كبيرة في طول النباتات بنسبة (113.2 %) وطول الجذر بنسبة (242.1%) وفي عدد الثمار والإنتاجية إذ قدرت (397.3%–172.7%) على التوالي (Mandyal *et al*., 2012)، وفي طول القرون وقطرها والكمية المتاحة من NPK والمادة العضوية في التربة وبعض الانزيمات منها الكاتالاز (Jamal *et al*.,2018 ؛ Khalil *et al*., 2018)، وزيادة في محتوى الأوراق من الكلوروفيل 1 و2 ونشاط انزيمات الاكسدة منها البيروكسيداز والكاتالاز والمركبات الفينولية الكلية (Hahm *et al*., 2017؛ Saberi–Riseh *et al*., 2020). وكان لها دور في عملية نضج القرون وجودتها ومحتوى الثمار من الكالسيوم والحديد وفيتامين C (Cisternas-Jamet *et al*., 2019).

يعد حمض الساليسليك مركبا طبيعيا، في النبات منظما لنموه، ويزيد من تحمله للظروف غير الحيوية (Hussain *et al*., 2011)، كما يساعد في مقاومة الاجهادات الحيوية من خلال تنظيم الاشارات الداخلية او تحفيز الجينات التي تنتج مختلف مركبات الدفاع النباتية (Zhang *et al*., 2009)، ويلعب دورا مهما في تنظيم بعض العمليات الفسيولوجية في النبات مثل نمو وتطور النبات وامتصاص الايونات ونقلها ونفاذية الاغشية (Simaei *et al*., 2012)، ويعد عاملا اساسيا في تحسين استجابة النبات ضد الممرضات النباتية عن طريق إعطاء الاشارة لتحفيز المقاومة الجهازية المكتسبة بزيادة انشطة الانزيمات المضادة للاكسدة منها الكاتالاز والبيروكسيداز والفينولات، حيث كان لمعاملة نباتات الفليفلة بحمض الساليسليك تأثير محفز لنمو النبات بزيادة الوزن الطازج للنباتات ومساحة الورقة والانتاجية وفي كمية الكلوروفيل والمواد الصلبة الذائبة ومحتوى الاحماض الامنينية الحرة والبرولين (Canakci, 2011 ; 2015 ، Abdul Qados)، وفي عدد الافرع والاوراق والوزن الرطب والجاف للاوراق ,والمحتوى من N,P,K,Zn في الاوراق (Abou El-Yazied, 2011)

أهمية البحث وأهدافه:

تأتي أهمية البحث من الأهمية الاقتصادية والغذائية لنبات الفليفلة في سوريا، ومن التأثير الواعد للمخصبات الحيوية والمحفزات الكيميائية كبديل آمن في تسميد الفليفلة حيوياً وتشجيع نموها وبالتالي زيادة في إنتاجية الفليفلة، ما ينعكس إيجاباً على الناحية الاقتصادية للمزارع من خلال تخفيض كلفة الإنتاج وزيادة الإنتاج كماً ونوعاً، لذا هدف البحث لاختبار فعالية المخصبات الحيوية والمحفزات الكيميائية (*Azotobacter chroococcum, Bacillus megaterium, Frateuria aurantia, Rhizobium leguminosarum, Pseudomonas fluorescens, Bacillus circulans*, Salicylic acid (S)) وتأثيرها في نمو وإنتاجية نباتات الفليفلة .

طرائق البحث ومواده:

- المادة النباتية: بذار هجين فليفلة سيرا نيفادا الجيل الأول Sierra Nevada F1 صنف حلو غير محدود النمو (نسبة الإنبات75% والنقاوة 98% المنشأ اسبانيا، وسنة الإنتاج 2018).
- موقع الدراسة: الساحل السوري في محافظة طرطوس في قرية برج ميعار التي تبعد 20 كم جنوب شرق طرطوس، داخل بيت بلاستيكي مساحته 192 م^2(24×8م)، ارتفاعه 4أمتار.
- إنتاج الشتول: زرعت بذور هجين الفليفلة في صواني إنبات من الستروبور ذات 220 حفرة. بتعبئة الحفر بالتورب الزراعي المعقم (البيتموس) من شركة Clasmann الألمانية. وقدمت للبادرات الخدمات الزراعية المطلوبة (ري، مكافحة للوقاية من الأمراض الفطرية،.. الخ) وتغطيتها بشبك ناعم لمنع دخول الحشرات.
- الزراعة وعمليات الخدمة: استخدم تربة زراعية جيدة الخواص متوسطة القوام، ذات محتوى متوسط من المادة العضوية، ومحتوى منخفض نسبياً من الآزوت الكلي، ومحتوى جيد من الفوسفور والبوتاسيوم، وهي تربة ملائمة لزراعة الفليفلة. وأضيف لها سماد عضوي متخمر (بقري) بنسبة 3/1 حجماً، والتغطية بشريحة من البلاستيك الشفاف سماكته 200 ميكرون للتعقيم الشمسي، ثم عبئت الخلطة الزراعية ضمن أكياس بلاستيكية أبعادها 30×40 سم سعتها 28 لتراً .تم توزيع الأكياس ضمن البيت البلاستيكي حسب المعاملات والمكررات على 6 خطوط منفردة بحيث كان البعد بين النبات والأخر ضمن نفس الخط 50 سم وبين الخط والآخر 100 سم، وبلغ عدد نباتات التجربة 180 نباتاً، وقدم لنباتات التجربة كافة العمليات الزراعية اللازمة من ري بالتنقيط، ورش دوري بالمبيدات الحشرية، والمبيدات الفطرية، والأكاروسية.

- تنشيط الأنواع البكتيرية المستخدمة في الدراسة وتحضير اللقاح البكتيري:.

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 (Hammad and Al Shami,2017.).
- النوع *Bacillus megaterium*: بكتيريا ميسرة للفوسفور (Hammad and Al Shami, 2017.).
- النوع *Frateuria aurantia*: بكتيريا ميسرة للبوتاسيوم(Hammad and Al Shami, 2017.).
- النوع *Rhizobium leguminosarum:* بكتريا منشطة لنمو النبات(Al-Maghribi.،2016).
- **والمخصب الحيوي الثاني (M2) مكون:**

- النوع *Pseudomonas fluorescens*: بكتريا ميسرة للفوسفور (Hammad and Al Shami, 2017.).
- النوع *Bacillus circulans* : بكتيريا ميسرة للبوتاسيوم (Hammad, 2019)
- النوع *Azotobacter chroococcum* (AC): بكتيريا مثبتة للآزوت الجوي معزولة من تربة مزروعة بنبات الخيار (Hammad and Al Shami, 2017.).

حيث تم تنشط الأنواع البكتيرية المستخدمة بإعادة زراعتها على بيئات متخصصة للحصول على خلايا حديثة في أوج نشاطها الحيوي (Hammad and Al Shami, 2017.)، وحضر المعلق باستخدام بيئة غذائية سائلة Tryptic Soy Broth (TSB)، وذلك في زجاجات خاصة بتنمية البكتريا (BIOGEN) سعة 2 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 100 – 150 دورة بالدقيقة، ثم إجراء التحضين على درجة حرارة 28 درجة مئوية، لمدة 48 ساعة، وتم استخدام شريحة العد Bürker لتقدير كثافة البكتريا ميكروسكوبياً وضبطها في المعلق وفق التركيز المطلوب 10^9 خلية/مل بالتخفيف أو زيادة التركيز حسب الحاجة.

- **التلقيح بالبكتريا:**

تم أضافة اللقاحات البكتيرية المحضرة من الأنواع البكتيرية المختلفة (معلقات بتركيز 10^9خلية/مل) وفق المعاملات المدروسة، أضيف اللقاح البكتيري إلى البذور بنقعها لمدة 3 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 30 يوم من الزراعة نقلت شتول الفليفلة إلى البيت المحمي، ثم إضيف اللقاح البكتيري إلى التربة بالقرب من الجذر أثناء التشتيل بمعدل 25 مل من معلق بكتيري تركيزه 10^9 خلية/ مل.

- **إضافة المحفزات الكيميائية:**

تم تحضير محلول حمض الساليسيليك ($C_7H_6O_3$) انتاج Sigma-Aldrich، بإضافة 1.12غرام من حمض الساليسليك النقي إلى 4 ليتر ماء مقطر لنحصل بذلك على محلول حمض الساليسيليك تركيزه 2 ميلي مولر، وتم أخذ ليتراً واحداً من المحلول السابق وأضيف له ليتراً واحداً ماء مقطر لنحصل بذلك على محلول حمض الساليسيليك تركيزه 1ميلي مولر، ولنحصل على محلول حمض الساليسيليك تركيزه 0.5 ميلي مولر تم إضافة 0.5 ليتر من المحلول الأول (2 ميلي مولر) إلى 1.5 ليتر ماء مقطر.

وتم ري المعاملات بحمض الساليسيليك Salicylic acid (S) بثلاث تراكيز(0.5–1–2 ميليمول) بمعدل 30 مل/نبات وذلك وفق مخطط التجربة.

التحاليل والقراءات المنفذة:

- **متوسط ارتفاع النبات (سم):** تم قياس ارتفاع كل نبات بدءاً من منطقة التاج وحتى قمة الساق الرئيسة في النبات بالسنتمتر.
- **متوسط الوزن الطازج (للمجموع الخضري + الجذري للنبات) (كغ/نبات):** استخدم ميزان إلكتروني حساس لقياس الوزن الطازج 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.
- **متوسط الإنتاجية (كغ) :** استخدم ميزان إلكتروني حساس لقياس وزن القرون بالكيلوغرام.

- **تصميم البحث والتحليل الإحصائي:**

اتبع في تصميم البحث نظام القطاعات العشوائية الكاملة حيث تضمن البحث 12 معاملة ثلاث مكررات و5 نباتات لكل مكرر. بلغ عدد النباتات الكلي 180 نباتاً جدول (1).

جدول (1): معاملات البحث

المعاملات	ملقح
مخصب حيوي اول	M1
مخصب حيوي ثاني	M2
مخصب اول مع التركيز الاول من حمض الساليسيليك	M1S1
مخصب اول مع التركيز الثاني من حمض الساليسيليك	M1S2
مخصب اول مع التركيز الثالث من حمض الساليسيليك	M1S3
مخصب ثاني مع التركيز الاول من حمض الساليسيليك	M2S1
مخصب ثاني مع التركيز الثاني من حمض الساليسيليك	M2S2
مخصب ثاني مع التركيز الثالث من حمض الساليسيليك	M2S3
معاملات الساليسيليك	
Salicylic acid تركيز (0.5 mM)	S1
Salicylic acidتركيز (mM1)	S2
Salicylic acid تركيز (mM2)	S3
شاهد	C

النتائج والمناقشة:

1- ارتفاع النبات:

لدى مقارنة النتائج بطرق التلقيح بالمخصبين وحمض الساليسليك أظهرت جميع المعاملات المدروسة جدول (2) تفوقاً واضحا وبفروق معنوية في ارتفاع نباتات الفليفلة بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسليك.

كان ارتفاع نباتات الفليفلة لدى معاملة المخصب الحيوي الاول M1 أعلى بالمقارنة مع معاملة المخصب الحيوي الثاني M2 اذ بلغ 84.36 سم دون وجود فروق معنوية بينهما وبنسبة زيادة قدرها 35.12%.مقارنة بمعاملة الشاهد 62.43 سم

وبالنسبة لمعاملات حمض الساليسيليك بالتراكيز الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 (تركيز 2 mM) على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملة الشاهد إذ بلغت ارتفاع البنات 72.66 سم بزيادة قدرها 16.38% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا.

جدول (2).متوسط ارتفاع نبات الفليفلة وفق المعاملات المدروسة بـ (سم)

المعاملات	ارتفاع النبات	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد
M1	84.36^{jkl}	35.12
M2	83.33^{ijk}	33.47
S1	70.56^{cdef}	13.02
S2	71.33^{defg}	14.25
S3	72.66^{h}	16.38
M1S1	88.4^{klm}	41.59
M1S2	86.66^{jklm}	38.81
M1S3	107^{o}	71.39
M2S1	89.6^{lm}	43.52
M2S2	90^{m}	44.16
M2S3	98.33^{n}	57.50
شاهد سليم Control	62.43^{b}	
LSD 5%	4.870	

في حين اظهرت معاملات المخصبين الحيويين M1 و M2 مع حمض الساليسليك بالتراكيز الثلاثة تفوق معنوي في ارتفاع نباتات الفليفلة في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد ومع معاملتي المخصبين M1 و M2، وكانت المعاملة M1S3 هي الافضل في زيادة ارتفاع النبات مقارنة مع كافة المعاملات إذ بلغت 107 سم مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا 62.43 سم بزيادة قدرها 71.4%.

وتعزى هذه الزيادة في ارتفاع نباتات الفليفلة الى التأثير الايجابي لبكتريا (PGPR) Plant Growth Promoting Rhizobacteria ولتآزر الأنواع البكتيرية مع بعضها في كل مخصب في تحفيز نمو النبات عن طريق إفراز منظمات نمو وتزويد النبات بالعناصر الغذائية وإذابة بعض العناصر الغذائية في التربة وإتاحتها للنبات *et al.*, (Zehnder 2000) .ولدور حمض الساليسليك في تحفيز نمو البنات حيث يعمل كمنظم لعملية التمثيل الضوئي ويؤثر على بنية الاوراق والبلاستيدات الخضراء (uzunova and popova, 2000)، وفي انقسام خلايا النيسج القمي لجذور النباتات (shakirova *et al*., 2003) وارتباطه بالتغيرات الهرمونية داخل النبات (Abreu and munne-bosch, 2009)

وتوافقت هذه النتائج مع عدد من الباحثين الذين اشاروا الى أن التلقيح ببكتريا *Azotobacter chroococcum* و*Pseudomonas fluorescens* بشكل مختلط على نباتات الفليفلة زاد بشكل معنوي في ارتفاع النبات والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري (Al-Fadl and Al-Haris، 2018)، وزاد ارتفاع وقطر نباتات الفليفلة عند التلقيح بكتريا PGPR بالمقارنة مع الشاهد غير ملقح بالبكتريا (Hahm،2017 ؛ Akgül and Mirik، 2008 ؛ *et* Ratnawati *al.*, 2018). وعند معاملة نباتات الفليفلة بثلاث تراكيز مختلفة من حمض الساليسليك اعطى تركيز Mm1.5 أفضل النتائج وزاد من ارتفاع النبات بنسبة 13.58% والوزن الطازج للمجموع الخضري بنسبة 12.40% وكمية الكلوروفيل a+b بنسبة 15.31 % بالمقارنة مع الشاهد غير المعامل(Canakci، 2011).

2- الوزن الطازج للمجموع الخضري:

وُجد من خلال النتائج الموضحة في الجدول (3) لدى دراسة طرائق التلقيح بالمخصبين الحيويين وحمض الساليسيليك، تفوق جميع المعاملات المدروسة وبفروق معنوية في الوزن الطازج للمجموع الخضري لنباتات الفليفلة بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

حيث وجد في طريقة التلقيح بالمخصبين الحيويين M1 و M2 تفوق المعاملة بالمخصب الحيوي الاول M1 في الوزن الطازج للمجموع الخضري على المعاملة بالمخصب الحيوي الثاني M2 وبفروق معنوية إذ بلغ وزن المجموع الخضري 0.816 كغ/نبات بزيادة قدرها 88.88% بالمقارنة مع معاملة الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

وفي معاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 تركيز 2 mM على المعاملتين S1 وS2 وعلى معاملة الشاهد إذ بلغ وزن المجموع الخضري 0.629 كغ/نبات بزيادة قدرها 45.60% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا.

ادى التلقيح بالمخصبين الحيويين M1 و M2 مع حمض الساليسليك الى زيادة في الوزن الطازج للمجموع الخضري وبفروق معنوية بالمقارنة مع معاملة المخصبين M1 و M2 ومعاملات الساليسيليك والشاهد، وكانت المعاملة M1S3 هي الافضل في زيادة الوزن الطازج للمجموع الخضري لنبات الفليفلة مقارنة مع كافة المعاملات حيث بلغت 1.2 كغ/نبات بزيادة قدرها 177.77% عن معاملة الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

جدول (3).متوسط الوزن الطازج للمجموع الخضري لنبات الفليفلة وفق المعاملات المدروسة بـ(كغ/نبات)

المعاملات	وزن النبات	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد
M1	0.816^{q}	88.88
M2	0.804^{p}	86.11
S1	0.571^{f}	32.17
S2	0.605^{g}	40.04
S3	0.629^{h}	45.60
M1S1	0.871^{r}	101.62
M1S2	0.9^{t}	108.33
M1S3	1.2^{v}	177.77
M2S1	0.862^{r}	99.53
M2S2	0.888^{s}	105.55
M2S3	1.1^{u}	154.62
شاهد سليم Control	0.432^{b}	
LSD 5%	0.009	

وهذه النتائج تتوافق مع دراسات سابقة (Montasser *et al*., 2017 ; Zaki *et al*., 2012 ; hahm *et al*., 2017) إذ وجدو ان استخدام بعض عزلات من بكتريا PGPR على نباتات الفليفلة قد حسنت وزادت بشكل معنوي من الوزن الطازج والجاف للمجموع الخضري ومن ارتفاع النبات مقارنة مع الشاهد، كما تبين من خلال تجربة اجريت ضمن البيوت المحمية أن معاملة نباتات الفليفلة بكتيريا *Azotobacter chroococcum* و *Pseudomonas*

fluorescens بشكل مفرد او مختلط، زادت من الوزن الرطب والجاف للمجموع الخضري والجذري ونسبة الكلوروفيل وطول النبات مع تفوق للمعاملة المختلطة (Al-Fadl and Al-Haris، 2018).

في حين كان لمعاملة نباتات الفليفلة بحمض الساليسليك تأثير محفز لنمو النبات بزيادة الوزن الطازج للنباتات ومساحة الورقة والانتاجية وفي كمية الكلوروفيل والمواد الصلبة الذائبة ومحتوى الاحماض الامنينية الحرة والبرولين Canakci, (2011 ؛ Abdul Qados، 2015)، كما زاد عدد الافرع والاوراق والوزن الرطب والجاف للاوراق، والمحتوى من N,P,K,Zn في الاوراق (Abou El-Yazied, 2011)

وتفسر الزيادة في الوزن الطازج 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 ودور بكتريا PGPR في تحسين ظروف النمو وزيادة الوزن الطازج 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 الايونات ونقلها ونفاذية الاغشية (Simaei *et al*., 2012).

3- الوزن الطازج للجذور:

لوحظ من خلال النتائج المبنية في الجدول(4) زيادة في الوزن الطازج للمجموع الجذري للنباتات الملقحة بالبكتريا والمعاملة بحمض الساليسليك، مع تفوق واضح لمعظم المعاملات المدروسة على معاملة الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

جدول (4):متوسط الوزن الطازج للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة وفق المعاملات المدروسة بـ(غ/نبات)

المعاملات	وزن الجذر	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد
M1	134^{l}	63.41
M2	132^{kl}	60.97
S1	104.7^{def}	27.68
S2	105^{def}	28.04
S3	107^{defg}	30.48
M1S1	147^{m}	79.26
M1S2	150^{mn}	82.92
M1S3	175^{o}	113.41
M2S1	150^{mn}	82.92
M2S2	154^{mn}	87.80
M2S3	160^{n}	95.12
شاهد سليم Control	82^{b}	
LSD 5%	11.085	

كان الوزن الطازج للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة لدى معاملة المخصب الحيوي الاول M1 أعلى بالمقارنة مع معاملة المخصب الحيوي الثاني M2 اذ بلغ 134 غ/نبات دون وجود فروق معنوية بينهما في حين كانت الفروق معنوية مع الشاهد (82 غ/نبات) وبنسبة زيادة وصلت 30.48%.

وبالنسبة لمعاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 تركيز mM 2 على المعاملتين S1 وS2 وكانت غير معنوية وعلى معاملة الشاهد إذ بلغت الوزن الطازج للمجموع الجذري لنباتات الفليفلة 107 غ/نبات بزيادة قدرها 16.38% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا.

في حين اظهرت معاملات المخصبين الحيويين M1 و M2 مع تراكيز حمض الساليسليك الثلاثة تفوق معنوي في الوزن الطازج للمجموع الجذري الفليفلة في جميع المعاملات بالمقارنة مع الشاهد ومع معاملتي المخصبين M1 و M2، وكانت المعاملة M1S3 هي الافضل في زيادة الوزن الطازج للمجموع الجذري مقارنة مع كافة المعاملات إذ بلغت 175 غ/نبات بزيادة قدرها 71.4%.مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير معامل بحمض الساليسيليك 82 غ/نبات.

وتتوافق نتائجنا مع نتائج (Paul and sarma, 2007) بأن تلقيح نباتات الفليفلة ب 5عزلات من بكتريا *Pseudomonas fluorescens* زادت بشكل كبيرة في الكتلة الحيوية للجذر وفي عدد وطول الجذر ومساحة الجذر وزادت من امتصاص NPK في المعاملات الملقحة بنسبة (25–122–65%) على التوالي مقارنة مع الشاهد، وفي دراسة اخرى اظهرت ان معاملة نباتات الفليفلة بتراكيز مختلفة من حمض الساليسليك زاد من الوزن الطازج والجاف للمجموع الجذري بالمقارنة مع الشاهد (Prabha and Negi, 2014).

وتعزى الزيادة في الوزن الطازج للمجموع الجذري إلى دور البكتريا على إنتاج indole acetic acid (IAA) وSiderophore (Dastager *et al*., 2011) وبعض الهرمونات مثل الاكسينات والجبريليك والفيتامينات وإذابة الفوسفور المعدني غير الذواب (Singh, 2013 ; Saharan and Nehra, 2011) الذي يدخل في تطور المجموع الجذري وتفرعاته الأمر الذي يؤدي الى زيادة حجم الجذر 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 الايونات ونقلها ونفاذية الاغشية (Simaei *et al*., 2012) وزيادة انقسام الخلايا داخل النسيج القمي لجذور النباتات (Shakirova *et al*., 2003)

4- الوزن الطازج لثمار نباتات الفليفلة :

بينت النتائج في الجدول (5).أن التلقيح بالمخصبين الحيويين وحمض الساليسيليك ادى الى زيادة في وزن الثمار على النبات في المعاملات المدروسة جميعها وبفروق معنوية بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

حيث وجد في طريقة التلقيح بالمخصبين الحيويين M1 و M2 تفوق المعاملة بالمخصب الحيوي الاول M1 في الوزن الطازج لثمار نبات الفليفلة على المعاملة بالمخصب الحيوي الثاني M2 دون وجود فروق معنوية إذ بلغ الوزن الطازج لثمار نبات الفليفلة 2.156 كغ/نبات بزيادة قدرها 139.55% بالمقارنة مع معاملة الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

وفي معاملات تراكيز حمض الساليسيليك الثلاثة المستخدمة تفوقت المعاملة بحمض الساليسيليك S3 تركيز 2 mM على المعاملتين S1 وS2 وبدون فروق معنوية وعلى معاملة الشاهد بفروق معنوية إذ بلغ الوزن الطازج لثمار نبات الفليفلة 1.35 كغ/نبات بزيادة قدرها 50% مقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

ادى التلقيح بالمخصبين الحيويين M1 و M2 مع حمض الساليسليك الى زيادة في الوزن الطازج لثمار نبات الفليفلة وبفروق معنوية بالمقارنة مع معاملة المخصبين M1 و M2 ومع معاملات الساليسيليك والشاهد، وكانت افضل زيادة في الوزن الطازج لثمار نباتات الفليفلة عند المعاملة M1S3 وبفروق معنوية مقارنة مع كافة المعاملات حيث بلغت 2.882 كغ/نبات بزيادة قدرها 220.22% عن معاملة الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك.

جدول (5).متوسط الوزن الطازج لثمار نبات الفليفلة وفق المعاملا ت المدروسة بـ(كغ/نبات)

المعاملات	وزن الثمار	نسبة الزيادة % بالمقارنة مع الشاهد
M1	2.156^{n}	139.55
M2	2.174^{no}	141.55
S1	1.222^{def}	35.77
S2	1.3^{efg}	44.44
S3	1.35^{fgh}	50
M1S1	2.466^{p}	174
M1S2	2.552^{pq}	183.55
M1S3	2.882^{r}	220.22
M2S1	2.293^{no}	154.77
M2S2	2.316^{o}	157.33
M2S3	2.678^{q}	197.55
شاهد سليم Control	0.9^{b}	
LSD 5%	0.1386	

وتتشابه نتائجنا في هذا البحث مع دراسة اخرى مشابهة إذ وجد ان استخدام ثلاث سلالات من *Bacillus* زاد من امتصاص NPK وجودة الثمار ومحتوى الكلوروفيل وانتاجية نباتات الفليفلة بنسبة 32.87% مقارنة مع الشاهد غير الملقح 21.93%(Zhang *et al*., 2019) وادى التلقيح بالبكتريا الى زيادة تركيز الكاليسوم والحديد وفيتامين C في ثمار نباتات الفليفلة وسرعت من عملية نضج الثمار (cisternas-jamet *et al*., 2020) في حبين بين (Abdul Qados, 2015) ان معاملة نباتات الفليفلة بحمض الساليسليليك زاد من عدد الثمار على النبات والوزن الجاف والرطب للثمار، ومن الكلوروفيل الكلي ومحتوى المواد الصلبة الذائبة والاحماض الامنية الحرة

وقد تعود الزيادة في إنتاج نباتات الفليفلة لدى المعاملات الملقحة بالمخصبات الحيوية وحمض الساليسيليك، لتأمين بكتريا الدراسة وإتاحتها العناصر الغذائية الاساسية NPK للنبات، وتحفيز النمو بإفراز الهرمونات النباتية اللازمة لنمو نباتات الفليفلة وبالتالي ينعكس على انتاج النبات إيجابياً (Zehnder *et al*.,2000,2001; Sofy *et al*., 2019). واهمية حمض الساليسيليك في تنظيم عملية النمو وتحفيز تشكل الازهار عن طريق تحسين عملية التمثيل الضوئي

وعمليات النتح وارتباطه بالتغيرات الهرمونية ونشاط الانزيمات داخل النبات (stevens *et al*., 2006 ; vicente and plasencia, 2011)

الاستنتاجات والتوصيات

الاستنتاجات:

- زيادة نمو وإنتاج نباتات الفليفلة الملقحة بالمخصب الحيوي وحمض الساليسيليك من خلال زيادة ارتفاع النبات والوزن الطازج للمجموع الخضري والجذري ووزن الثمار على النبات بالمقارنة مع الشاهد غير الملقح بالبكتريا وغير المعامل بحمض الساليسيليك. كما أظهرت المعاملة M1S3 أكبر قدرة في تحسين معايير الإنتاج المدروسة على كافة المعاملات المدروسة.

التوصيات:

- نوصي باعتماد التلقيح بالمخصب الحيوي بإضافته إلى بذور وشتول النباتات لتحسين نموها، وتطبيقه على نباتات اخرى.

References:

1. ABDUL QADOS, .A. M. S. *Effects Of Salicylic Acid On Growth, Yield And Chemical Contents Of Pepper (Capsicum Annuum L) Plants Grown Under Salt Stress Conditions*,2015, Intl J Agri Crop Sci. Vol., 8 (2), 107-113.
2. ABOU EL-YAZIED, A. *Effect of Foliar Application of Salicylic Acid and Chelated Zinc on Growth and Productivity of Sweet Pepper (Capsicum annuum L.) under Autumn Planting*, Res. J. Agric. & Biol. Sci., Egypt,2011, 7(6): 423-433,
3. ABREU ME, MUNNE´ -BOSCH S. *Salicylic acid deficiency in NahG transgenic lines and sid2 mutants increases seed yield in the annual plant Arabidopsis thaliana*. Journal of Experimental Botany ,2009,60, 1261–1271.
4. AKGÜL, .D.S. and M. MIRIK . *Biocontrol of Phytophthora Capsici on Pepper plants by Bacillus megaterium strains*, Journal of Plant Pathology, Turkey, 2008,90(1), 29-34.
5. Hammad. Y. R، Al Shami. *Identification some spices of Plant Growth Promoting Rhizobacteria from some Biofertilizer and Soils* . Al-Baath University Journal, Syrian,2017, Vol 39. P 25.
6. AL-FADL,F. A, H, A. S, Al-Haris, *Induction of systemic resistance of pepper plant against pepper mosaic virus using some vital neighborhoods*. Kufa Journal for Agricultural Sciences, Iraq, 201810 (2): 124-149.
7. AL-MAGHRIBI, S., Y. HAMMAD AND B. REZK.. *Effect of Rhizobium leguminosarum on growth of Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici in vitro*. Arab Journal of Plant Protection, 2016,34(2): 135-141.
8. Annual Agricultural Statistical Collection (2018). Directorate of Statistics and Planning, Ministry of Agriculture and Agrarian Reform, Syrian Arab Republic
9. CANAKCI, S. *Effects of salicylic acid on growth, biochemical constituents in pepper (Capsicum annuum L.) seedlings.* Pak J Biol Sci, 2011, Feb 15;14(4):300-4
10. CISTERNAS-JAMET.J. R. SALVATIERRA-MARTÍNEZ,A. VEGA-GÁLVEZ, AL. S, ELSA, U, MARÍA GA. G. *Biochemical composition as a function of fruit maturity stage of bell pepper (Capsicum annum) inoculated with Bacillus amyloliquefaciens*, Scientia Horticulturae, 2020,Volume 263, 109107.

11. DAGNOKO, S. N, YARO-DIARISSO, P. N. SANOGO, O. ADETULA ,*Overview of Pepper (Capsicum spp.) breeding in West Africa*. African journal of agricultural research,2013, 8(13):1108-1114.
12. DASTAGER S., C. DEEPA.,and A. PANDEY.*Growth enhancement of black pepper (Piper nigrum) by a newly isolated Bacillus tequilensis NII-0943*. Section Cellular and Molecular Biology. India,2011, Vol 66(5):801.
exogenous salicylic acid applications for salt tolerance in violet. Sarhad J. Agric. 2011,. 27:151-175.
13. HAHM. M, J. SON, Y. HWANG, D. KWON, AND S. GHIM. *Alleviation of Salt Stress in Pepper (Capsicum annum L.) Plants by Plant Growth-Promoting Rhizobacteria.* J. Microbiol. Biotechnol, 2017,27(10), 1790–1797.
14. HAMAD, Y,.*isolation and identification of some species of plant growth promoting rhizobacteria(pgpr)from some bio-fertilizers* ,the arab journal foe arid environment 2019.
15. Hussain M, Nawaz K, Majeed A, Ilyas U, Lin F, Ali K, Nisar *MF Role of exogenous salicylic acid applications for salt tolerance in violet. Sarhad J. Agric.* 27:151-175.
16. JAMAL Q, Y. S. LEE, H. D. JEON and K. Y. KIM. *Effect of Plant Growth-Promoting Bacteria Bacillus amyloliquefaciens Y1 on Soil Properties, Pepper Seedling Growth, Rhizosphere Bacterial Flora and Soil Enzymes*. Plant Protect. Sci.,2018. Vol. 54, No. 3: 129–137
17. JARAK.M.N., S.S.DURIC and B.D.DORDEVIC. *Benefits Of inoculation with Azotobacter in the growth production of Tomato and Pepper*. Proc. Nat. Sci, Matica Srpska Novi Sad. Serbia,2010,No 119, 71-76.
18. Khalil. H. M. A., Doaa M. R. Abo-Basha and Fatma H. A. El-Agyzy. *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,2018, 7(2): 339-351.
19. MANDYAL. P, R. KAUSHAL, K. SHARMA and M. KAUSHAL.*Evaluation of native PGPR isolates in bell pepper for enhanced growth, yield and fruit quality*. International Journal of Farm Sciences,2012, 2(2) :28-35
20. MONTASSER .M. S, N. H. DASHTI., N. Y. ALI and V. M. CHERIAN. *Biological Control of a severe viral strain of Cucumber Mosaic Virus(CMV) using a mild strain of CMVassociated with viral satRNA combined with a mixture of plant growth promoting rhizobacteria (PGPRs).* Int J biotech & bioeng, Kuwait,2017, 3.5, 126-134
21. Montiel, L. G. H, Roberto G. C. C, Doris G. C.R., César J. C. C., Librado V.H, Félix A. B. M..*Effect of microcapsules of Pseudomonas putida on growth and yield of red pepper.* Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas special.2018. volume number 20.
22. PAUL. D and Y. R. SARMA. *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, 2007,VOL39(4):311-314.
23. PRABHA. DEEPTI, Y. K. NEGI. *Seed Treatment with Salicylic Acid Enhance Drought Tolerance in Capsicum,* World Journal of Agricultural Research, 2014, Vol. 2, No. 2, 42-46.
24. RATNAWATI, S., S. *Growth and yield of red chili pepper (Capsicum annuum L.) by seed treatment with rhizobacteria as a plant growth promoting* . Int. J. Agron. Agri. R.(IJAAR).,2018,Vol. 12, No. 6, p. 101-108.

25. Rivas-San V. M,and Javier P. *Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development*, Journal of Experimental Botany,2011,Vol. 62, No. 10, pp.
26. Saberi-R..R, Fariba F and Mojtaba M-E*. Effect of some Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis* strains on osmolytes and antioxidants of cucumber under salinity stress*,* J. Crop Prot. 2020, 9 (1): 1-16.
27. SAHARAN., B.S and V NEHRA. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria: A Critical Review*. Life Sciences and Medicine Research, Volume 2011: LSMR-21.
28. SHAKIROVA FM, SAKHABUTDINOVA AR, BEZRUKOVA V, FATKHUTDINOVA RA, FATKHUTDINOVA DR.. *Changes in the hormonal status of wheat seedlings induced by salicylic acid and salinity*. Plant Science, 2003,164, 317–322.
29. SIMAEI M, KHAVARI-NEJAD R.A, BERNARD F.. *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, 2012,3: 1495-1503.
30. SINGH.,JAY SHANKAR.. *Plant Growth Promoting Rhizobacteria Potential Microbes for Sustainable Agriculture. (Central)* University, Raibarely Road, Lucknow 226025 Uttar Pradesh, India, 2013,pp7.
31. SOFY. A. R.,M.R. SOFY, A. A. HMED,N. K. MEGHAWRY. *Potential Effect of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria (PGPR) on Enhancing Protection Against Viral Diseases.* Sustainable Development and Biodiversity,2019, volume(23) pp 411-445.
32. STEVENS J, SENARATNA T, SIVASITHAMPARAM K.. *Salicylic acid induces salinity tolerance in tomato (Lycopersicon esculentum cv. Roma): associated changes in gas exchange, water relations and membrane stabilisation*. Plant Growth Regulation,2006,49,77–83.
33. UZUNOVA AN, POPOVA LP.. *Effect of salicylic acid on leaf anatomy and chloroplast ultrastructure of barley plants.* Photosynthetica ,2000,38, 243–250
34. ZAKI, M.F., Z.F. FAWZY; A.A. AHMED and A.S. TANTAWY..*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,2012, 6(3): 826-839.
35. ZEHNDER., GEOFFREY W., CHANGBIN YAO, JOHN F. MURPHY, EDWARD R. SIKORA and JOSEPH W. KLOPPER. *Inducttion of Resistance in Tomato Against Cucumber mosaic virus by Plant Growth- Promoting Rhizobacteria*. Printed in the Netherlands Biocontrol, 2000, 45: 127-137.
36. ZEHNDER., GEOFFREY W., JOHN F. MURPHY, EDWARD J. SIKORA and JOSEPH W. KLOEPPER. *Application of rhizobacteria for induced resistance.European* Journal of Plant Pathology,2001, 107: 39-50.
37. ZHANG .LI-NA, DA-CHENG WANG, QIANG HU, XIANG-QUN DAI, YUE-SHENG XIE, QING LI, HUA-MEI LIU and JIAN-HUA GUO. *Consortium of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria Strains Suppresses Sweet Pepper Disease by Altering the Rhizosphere Microbiota.*, Front, Microbiol,2009, 10:1668.
38. VICENTE، M. R. J. PLASENCIA. *Salicylic acid beyond defence: its role in plant growth and development،2011، Journal of Experimental Botany,* Volume 62, Issue 10.