Effect of Foliar Application of *Beauveria bassiana* on Certain Vegetative and Fruiting Growth parameters of Valencia Orange (*Citrus sinensis* L.) Trees

* Prof. Dr. Ali Deeb

** Prof. Dr. Jamal Al-Ahmad

***Lina Halima

ABSTRACT

This study was conducted during the 2023–2024 growing seasons on Valencia orange (*Citrus sinensis*) trees grafted onto sour orange rootstock (*Citrus aurantium*), . *Beauveria bassiana*, a well-known entomopathogenic fungus, has recently gained attention as an endophytic bio-stimulant capable of promoting plant growth and productivity. The aim was to investigate the effect of foliar spraying with different concentrations of *B. bassiana* on vegetative growth, yield, and fruit quality. **The** experiment comprised three concentrations of *B. bassiana* (10^8, 10^6, and 10^4 spores/mL) plus a control. Foliar spraying was carried out two weeks prior to flowering, with three replicates per treatment, each replicate represented by one tree.

The highest vegetative growth parameters (shoot length: 11.12 cm; leaf area: 43.9 cm^2; total chlorophyll: 4.69 mg/g) were recorded at 10^8 spores /mL. The same treatment significantly improved fruit set (37.5%) and fruiting coefficient (5.63%), leading to a substantial increase in yield (108.76 kg/tree) compared to control (73 kg/tree). Moreover, the highest fruit weight (304.4 g) and volume (310.8 cm^3) were obtained at 10^8 spores/mL, with improved juice content and chemical properties (TSS: 11.67%, acidity: 0.85%)."

"It is concluded that foliar application of B. bassiana at 10^8 spores/mL significantly enhanced vegetative growth, yield, and fruit quality, with an overall yield increase of approximately 49% compared to the control."

Keywords: Citrus, Valencia, Foliar spray, Beauveria bassiana, Endophytic fungus, Bio-stimulant, Sustainable agriculture"

[*] Professor- Horticulture Department- Faculty of Agricultural Engineering- Latakia University- Lattakia, Syria.

[**] Professor- Department of plant protection- Faculty of Agricultural Engineering- Al-Furat University- Lattakia, Syria.

[***] student (PhD)- Horticulture Department- Faculty of Agricultural Engineering- Latakia University- Lattakia, Syria.

تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في بعض مؤشرات النمو الخضري والثمري لاشجار الحمضيات صنف (فالنسيا)

أ.د. علي ديب [*]

أ.د. جمال الاحمد[**]

لينا حليمة [***]

الملخص

أُجريت هذه الدراسة خلال موسمي النمو 2023–2024 على أشجار البرتقال صنف فالنسيا (Citrus sinensis) المطعّمة على أصل الليمون الحامض (Citrus aurantium) .

اكتسب فطر بوفيريا باسيانا (Beauveria bassiana) – وهو فطر مُمْرَض للحشرات– اهتماماً متزايداً مؤخراً باعتباره محفزاً حيوياً داخلياً قادراً على تعزيز نمو النبات وإنتاجيته. كان الهدف من الدراسة

التحقيق في تأثير الرش الورقي لفطر البيوفيرا B. bassiana بتراكيز مختلفة في النمو الخضري، والإنتاج، وجودة الثمار.

استعمل في التجربة ثلاثة تراكيز من الفطر : 10^4 –10^6–10^8 بوغة/مل إضافة الى معاملة الشاهد (رش بالماء فقط) حيث تم إجراء الرش الورقي قبل الإزهار بأسبوعين وبثلاث مكررات لكل معاملة و كل مكرر يمثل شجرة واحدة . سُجّلت أعلى قيم لمؤشرات النمو الخضري (طول الفرع: 11.12 سم ؛ مساحة الورقة: 43.9 سم²؛ الكلوروفيل الكلي: 4.69 ملغ/غ) عند تركيز 10^8 بوغة/ مل. كما أدت ذات المعالجة إلى تحسين عقد الثمار بشكل معنوي (37.5%) ومعامل الإثمار (5.63%)، مما أدى إلى زيادة كبيرة في المحصول (108.76 كغ/شجرة) مقارنةً بمعاملة الشاهد (73 كغ/شجرة). علاوة على ذلك، تم الحصول على أعلى وزن للثمرة (304.4 غ) وحجمها (310.8 سم³) عند تركيز 10^8 بوغة/مل، مع تحسن محتوى العصير والخواص الكيميائية (المواد الصلبة الذائبة الكلية: 11.67%، الحموضة: 0.85%).

يُستنتج أن الرش الورقي بفطر *B. bassiana* بتركيز 10^8 بوغة/ مل عزّز النمو الخضري والمحصول وجودة الثمار بشكل معنوي، مع زيادة إجمالية في المحصول تُقدر بنحو 49% مقارنةً بمعاملة الشاهد.

الكلمات المفتاحية : الحمضيات، البرتقال فالنسيا، الرش الورقي،Beauveria bassiana ، الفطر الداخلي النمو، المحفز الحيوي، الزراعة المستدامة

*أستاذ، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية.
**أستاذ، قسم الوقاية، كلية الهندسة الزراعية، جامعة الفرات، ، سورية.
***طالبة دراسات عليا (دكتوراه)، قسم البساتين، كلية الهندسة الزراعية، جامعة اللاذقية، اللاذقية، سورية

مقدمة

ينتمي البرتقال إلى جنس *Citrus* الذي يتبع العائلة Rutacaea والتي تنمو أشجارها في المناطق الاستوائية وشبه الاستوائية. تشغل شجرة الحمضيات مكانة متقدمة بين الأشجار المثمرة في العالم نظراً للأهمية الاقتصادية والغذائية والطبية

(Liu *et al*., 2012) ، بلغ إنتاج سورية عام 2020 حوالي 552,424 طن بمساحة 42,650 هكتار وفق المجموعة الاحصائية الزراعية (2021) .تحتوي الثمار على نسبة مرتفعة من العصير وتتميز بفترة نضج طويلة نسبياً

(Lado *et al.,* 2014) . للعصير قيمة غذائية وطبية فهو غني بالفيتامينات وخاصة فيتامين C وهو مضاد اكسدة

(Gonzatto, & Santos ,2023) . عقد الثمار في أشجار الحمضيات يعتمد على الصنف وعمر الشجرة وتوفر الظروف المثالية الجوية و المغذيات والتي يتم تأمينها أما بالرش الورقي أو اضافات متتالية في التربة(ladaniya,2008).

يواجه المجتمع الدولي قيوداً تؤثر سلباً في الإنتاجية الزراعية المستدامة والصديقة للبيئة ،وتُعيق عوامل عديدة تحسين غلة المحاصيل وإنتاجيتها، منها الإفراط في استخدام المواد الكيميائية الزراعية، وتحديات مسببات الأمراض النباتية والآفات المدمرة، والضغوط البيئية (Doni *et al*.,2019) .حيث شهد الإنتاج الزراعي المعاصر ازدياداً ملحوظاً في استخدام الملقحات الميكروبية لتعزيز خصوبة التربة وتحسين دورة العناصر الغذائية، فضلاً عن تحسين نمو المحاصيل وحيويتها وإنتاجيتها &Enebe (Babalola.,2018; Igiehon & Babalola.,2018) ، علاوة على ذلك، يمكن أن يؤدي الاستعمار الداخلي للفطريات الممرضة إلى زيادة توافر العناصر الغذائية في التربة عن طريق تعديل منطقة الجذور، مما يؤدي في النهاية إلى زيادة كفاءة امتصاص العناصر الغذائية النباتية (Sharma *et al*.2023) ،كما ينتج عن التفاعل التكافلي مع النباتات فوائد متعددة، تشمل تحسين النمو، والحماية من الآفات الحشرية، وتحسين امتصاص العناصر الغذائية (Keyser *et al*.,2014) كما وجد أن معاملة أشجار البرتقال بفطريات المايكورايزا أظهر تحسناً في معظم الصفات المدروسة في التجربة(مساحة الورقة –نسبة الكلوروفيل وحجم ووزن الثمرة ..) (الصالحي وعلي، 2016).

يعمل الفطر *Beauveria bassiana* على تغيير وظائف النبات المضيف عن طريق تعديل توازنه الغذائي والهرموني، مثل حمض الإندول–أسيتيك، والسيتوكينينات، والإندول–أسيتونيتريل، وحمض الساليسيليك لتعزيز نمو النبات المضيف من خلال تكاثر الخلايا أكثر من استطالتها، مما يزيد كتلة النبات ويحسّن قدرته على التكيف والإنتاج

(Jia *et al*.,2016 ; González *et al*.,2022 ;Batool *et al*.,2022) .

على الرغم من الدراسات التي تناولت تأثير *Beauveria bassiana* في محاصيل مثل الشاي (Jiang et al., 2026) ، والفراولة (Zinan et al., 2025) ، والكيوي (Papantzikos et al., 2024)، والمانجو (Rahman et al., 2020) ، إلا أن الدراسات على الحمضيات – وخاصة صنف فالنسيا – لا تزال محدودة، مما يبرز أهمية هذا البحث ،حيث بدأت الأبحاث الحديثة تسلط الضوء على فعالية هذا الفطر كمحفزات حيوية في الزراعة المستدامة

أهمية البحث

- ترجع أهمية البحث في تقديم بديل حيوي صديق للبيئة مما يساهم في خفض التكاليف وتحسين جودة الثمار والحفاظ على صحة التربة وتقليل التلوث البيئي الناتج عن الاستخدام المفرط للمواد الكيميائية .

أهداف البحث:

1– تحديد تأثير الرش الورقي بفطر *Beauveria bassiana* بثلاثة تراكيز 10^4 ،10^6 ، 10^8 بوغة/مل في مؤشرات النمو الخضري : طول الأفرع، مساحة الورقة، عدد الأوراق لأشجار البرتقال فالنسيا.

2 – دراسة تأثير المعاملات في المؤشرات الفسيولوجية :الكلوروفيل، المادة الجافة ومؤشرات الإزهار والعقد والإنتاج.

3 – تقييم تأثير الرش في الصفات الفيزيائية: (وزن، حجم، عصير) والكيميائية (TSS ، الحموضة لعصير الثمار)

4 –تحديد التركيز الأمثل لفطر البيوفيرا لتحسين الإنتاجية وجودة الثمار.

مواد البحث وطرائقه– المادة النباتية والتربة :

المادة النباتية:

أجري البحث خلال موسمي النمو للعامين 2023–2024 في بستان حمضيات مساحته 4 دونم يضم أشجار صنف فالنسيا *Citrus sinensis L.var Valencia.* منتظمة النمو وخالية من الأمراض، حيث يبلغ عمر الأشجار حوالي 15 سنة مزروعة عام 2009 على مسافات 6 X 6 م، ومطعمة على أصل الزفير(النارنج) *Citrus aurantiuml.* .

مكان تنفيذ البحث:

نفذ البحث في منطقة اللاذقية في الريف الشمالي وتحديداً في زغرين التابعة لناحية قسطل معاف والتي تبعد عن مركز المدينة 20 كم ، ترتفع 67 م عن مستوى سطح البحر، معدل الهطل المطري 700 مم سنوياً

خصائص التربة :

تم جمع خمس عينات من تربة الموقع على عمق (30 –0) سم (60–30) ،حيث جمعت العينات في شهر تشرين الأول قبل بدء التجربة، وأجري التحليل في مخبر التربة التابع لمديرية الزراعة في اللاذقية، وفق الطرق القياسية وتم تحليلها للتعرف على بعض الخصائص الفيزيائية والكيميائية وكانت نتائج تحليل التربة كما هو موضح في الجدول (1)

جدول (1) الخصائص الفيزيائية ولكيميائية لتربة البستان المدروس بمنطقة زغرين – اللاذقية

العمق سم	pH	كربونات الكالسيوم الكلية%	الكلس الفعال %	المادة العضوية %	الازوت المعدني.p.p.m	لفوسفور المتاح p.p.m	EC	البوتاس المتاحp.p.m.	التحليل الميكانيكي		
									رمل	سلت	طين
30-0	7.51	23.53	10.33	4.1	13	10	0.6	181	19	42	39
60-30	7.54	27.4	15.21	2.75	11	10	0.51	136	21	37	42

تشير النتائج إلى أن التربة متوسطة الخصوبة، مع محتوى جيد من المادة العضوية، وناقلية كهربائية منخفضة، مما قد يفسر ضعف نمو الشاهد غير المعامل والحاجة إلى محفزات حيوية.

المواد المستخدمة في البحث

فطر البيوفيرا– مضخة رش يدوية –اشجار الفالنسيا

تحضير المعلق الفطري

حُصِّلت عزلة الفطر *Beauveria bassiana* (Bb–1234) من مركز البحوث الزراعية في اللاذقية، ونُميت على وسط Potato Dextrose Agar (PDA) مع الحضانة لمدة 10 أيام عند درجة حرارة 25±2 °م. جُمِعت الأبواغ من سطح المزارع بغسلها بمحلول Tween 80 بتركيز 0.01% (و/أو 0.05–0.1% حسب الحاجة، مع التأكد من عدم التأثير السلبي على حيوية الأبواغ)، ثم أُعدّت معلقات الأبواغ. حُدِّدت كثافة الأبواغ باستخدام غرفة العد المحسّنة Improved Neubauer (Hemocytometer، وأُعيد تعديل التراكيز بالتدرج اللوغاريتمي المطلوب (1×10^4 و1×10^6 و1×10^8بوغة/مل). قُيِّمت حيوية الأبواغ بتفاعل صبغة Evans Blue أو صبغة ميثيلين أزرق بعد التحقق من صلاحيتها لعزلة البحث الحالي بمعدل تجاوز 90%،

المعاملات المستخدمة في الرش :

شاهد : الرش بالماء فقط

الرش بفطر بيوفيرا تركيز 10^4 بوغة / مل

الرش بفطر بيوفيرا تركيز 10^6 بوغة / مل

الرش بفطر بيوفيرا تركيز 10^8 بوغة / مل

نفذ الرش بموعدين وذلك في الصباح الباكر، حتى تمام البلل الورقي حوالي 3.5 لتر/ شجرة بمعدل رشتين، باستخدام مضخة رش ظهرية، وتجنب الرش في الأيام العاصفة أو الحارة".

- الرشة الأولى قبل الإزهار بأسبوعين في منتصف شهر شباط
- الرشة الثانية عند نهاية العقد وبداية النمو الثمري في الخامس من شهر نيسان

المؤشرات المدروسة :

أولاً: مؤشرات النمو الخضري : حيث تم اختيار أربعة فروع بقطر 4 سم من الجهات الأربع للأشجار المدروسة وبشكل عشوائي ثم أخذت عليها القراءات التالية:

- متوسط طول الطرد الربيعي(سم) وذلك عند توقف النمو في نهاية موجة النمو الصيفية
- مساحة السطح الورقي(سم2) : تم أخذ 25 ورقة من كل شجرة من الجهات الأربع للشجرة ولكل مكرر وتم حساب المساحة بطريقة الوزن الورقي وفق سلمان وآخرون (2017) باستخدام القانون التالي: S=A/B حيث S: مساحة الورقة سم^2 A: وزن مسقط الورقة B: وزن المربع الورقي
- عدد الاوراق على النمو الحديث(الطرود) لمختلف معاملات ومكررات البحث

ثانياً: المؤشرات الفيزيولوجية :

– تقدير الكلوروفيل الكلي في الأوراق ملغ/غ:" تم أخذ 10 أوراق من كل شجرة، واستُخدمت 3 مكررات لكل معاملة، وحُسب متوسط القراءا ،تحيث تم تقدير الكلوروفيل الكلي باستخدام الاستون كمذيب وجهاز الطيف الضوئي على طولي موجة 663–664 ميلي ميكرون حسب (Tretiakov,1990)

- كلوروفيل a = 1.07 x OD عند 663 ميلي ميكرون
- كلوروفيل a= 0.094 x OD عند 664 ميلي ميكرون
- كلوروفيل b = 1.7x OD عند 664 ميلي ميكرون
- كلوروفيل b= 0.28 x OD عند 663 ميلي ميكرون

حيث OD عند 663–664 تمثل الكثافة الضوئية في موجة ضوئية بطول 663 – 664ميلي ميكرون

- تقدير نسبة المادة الجافة للأوراق: تم تقديرها بطريقة ثبات الوزن بالتجفيف في المجفف على درجة حرارة 105 درجة مئوية (Garnier *et al*.,2001)

نسبة المادة الجافة في الأوراق =(وزن العينة بعد التجفيف / وزن العينة قبل التجفيف)*100

ثالثاً: مؤشرات الازهار والعقد

- عدد الأزهار الكلية: تم عد الأزهار الكلية على الفروع المختارة وذلك عند تفتح 80 % منها.
- عدد الأزهار العاقدة عند تساقط 85 % من البتلات ومنها تحسب

نسبة العقد = عدد الأزهار العاقدة / عدد الأزهار الكلية * 100

معامل الاثمار = عدد الثمار المتبقية عند الجني / عدد الأزهار الكلية *100

رابعاً: مؤشرات الإنتاج : (كغ/ شجرة)

- كمية الإنتاج : تم تقدير الإنتاج(كغ/شجرة) لكل شجرة قيد الدراسة عند الجني اوائل شهر أيار

خامساً: الصفات الفيزيائية والكيميائية للثمار:

تم أخذ 25 ثمرة عشوائياً من الجهات الأربع للشجرة ومن الوسط ولكل مكرر وذلك لإجراء الاختبارات الآتية:

– نسبة العصير الثمري وزناً: قدرت نسبة العصير الثمري بعد عصر الثمار بعصارة يدوية (حيث أخذت 3 مكررات لكل معاملة وكل مكرر مكون من 5 ثمار) حيث وزنت الثمار أولاً ثم تم عصرها ، وزن العصير وحسبت النسبة المئوية للعصير وزناً كما يلي : نسبة العصير وزناً =(وزن العصير الرائق/ وزن الثمار) *100

– متوسط وزن الثمرة (غ): من خلال المعادلة : الوزن الكلي للثمار / عدد الثمار الكلي

– نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%): يؤخذ قطرة من عصير ثمار العينات المختارة بعد ترشيحها ثم نضعها على عدسة جهاز الرافراكتومتر الحقلي وذلك في درجة حرارة 25 درجة مئوية

– نسبة الحموضة الكلية % TA : تم تقدير نسبة الحموضة بالمعايرة كنسبة مئوية محسوبة على أساس حمض الستريك تقاس بأخذ 10 مل من العصير + 1مل مشعر فينول فتالئين ونعاير بمحلول 0.1 ن من NAOH حتى ظهور اللون الزهري (Sadler & Murphy ,2010)

– معامل النضج TSS/TA: عن طريق حساب النسبة بين المواد الصلبة الذائبة الكلية والحموضة الكلية.

تصميم التجربة والتحليل الاحصائي:

نفذت التجربة المدروسة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة بواقع 4 معاملات و 4 مكررات لكل معاملة وبمعدل شجرة واحدة لكل مكرر وبالتالي يكون عدد أشجار التجربة 16= 4 x 4 شجرة . وتم تحليل النتائج احصائياً باستخدام البرنامج SPSS وحساب اقل فرق معنوي عند المستوى 5% للمقارنة بين متوسطات المعاملات ومعرفة الفروقات المعنوية

النتائج والمناقشة :

اولاً: تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في بعض مؤشرات النمو الخضري .

– التأثير في متوسط طول الطرود الربيعية على الفرع المختار

يظهر الجدول (2) تفوق معاملة الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/ مل على معاملة الرش بفطر البيوفيرا بتركيز 10^6 – 10^4 بوغة / مل وعلى معاملة الشاهد في متوسط طول الطرود الربيعية للصنف المدروس حيث سجلت معاملة الرش بتركيز 10^8 بوغة/ مل أعلى قيمة لطول الطرود (11.12) سم ، في حين سجلت معاملة الشاهد أقل القيم (7.29 سم) ،

– التأثير في عدد الأوراق على الطرد:

تفوقت معاملتي الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8و 10^6 بوغة / مل على معاملة الرش تركيز 10^4 بوغة/ مل ومعاملة الشاهد من حيث عدد الأوراق وهي على التوالي (6.92–6.83 ورقة)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل قيمة لعدد الأوراق بقيمة (5.77) ورقة،

- التأثير في مساحة الورقة :

تفوقت معاملتا الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8و 10^6 بوغة /مل على معاملة الرش تركيز 10^4 بوغة/ مل ومعاملة الشاهد من حيث مساحة الورقة وهي على التوالي (43.9-37.06 سم^2)، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل قيمة لمساحة الورقة بقيمة 25.73 سم^2، تتفق هذه النتائج مع دراسة (Bamisile *et al*.2019, Bamisile *et al*.2020) الذين أثبتوا أن الرش الورقي بفطر البيوفيرا لشتلات الليمون أظهر تحسناً في النمو الخضري عند أشجار الحمضيات ، وقد تعود الزيادة في أطوال النموات الخضرية الحديثة الى أن الفطر عمل على إفراز الهرمونات النباتية مثل الجبرلين (GA) والأوكسينات والسيتوكاينين التي تلعب وظائف مختلفة في تعزيز نمو النبات حيث تحفز الاستطالة الخلوية

(González *et al*.,2022)، كما تعمل على تحسين امتصاص العناصر الغذائية خاصة النيتروجين والفوسفور، مما ينعكس ايجابياً على النمو الخضري(Sharma et al., 2017) .

جدول (2) تأثير الرش بفطر البيوفيرا في بعض مؤشرات النمو الخضري لأشجار الحمضيات صنف فالنسيا المزروعة في زغرين – اللاذقية متوسط موسمي 2023-2024

المعاملة	متوسط طول الطرد سم	متوسط عدد الاوراق على الطرد الحديث	مساحة الورقة سم2
الشاهد	7.29c	5.77c	25.73e
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^4 بوغة/مل	9.11b	6.62b	34.3.c
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^6 بوغة/مل	9.9b	6.83ab	37.06b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/مل	11.12a	6.92a	43.9a
L.S.D 5%	1.1	0.22	1.63

القيم المشتركة بحرف أو أكثر ضمن العمود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية

ثانياً: تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في مؤشرات الإزهار والعقد:

- الأزهار :

يبين الجدول (3) تفوق معاملة الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/مل على معاملات الرش الاخرى ومعاملة الشاهد حيث سجلت أعلى قيمة لمتوسط عدد الأزهار الكلية على الفرع بقيمة قدرها (174.66 زهرة) على الفرع المدروس ، بينما سجلت المعاملة بتركيز 10^4 بوغة /مل قيم متقاربة بواقع (169.66زهرة) لعدد الأزهار الكلية على الفرع المدروس ، بينما سجلت المعاملة 10^4 بوغة /مل و معاملة الشاهد أقل قيمة بالنسبة للمؤشر السابق بقيم قدرها(166–165.6 زهرة)، أي أن معاملات الرش بفطر البيوفيرا تفوقت بمعنوية على الشاهد من حيث عدد الأزهار الكلية ويرجع ذلك الى أن زيادة التركيز أدى الى زيادة نسبة الهرمون النباتي وبالتالي أدى الى تحفيز النبات على الأزهار والعقد بسبب قدرة الفطر على إنتاج الهرمونات النباتية (González *et al.*,2022)

- نسبة العقد :

تعد نسبة العقد من أهم المؤشرات التي تحدد الإنتاجية النهائية حيث بينت نتائج التجربة تأثيرا ملحوظاً للرش الورقي بفطر البيوفيرا في نسبة العقد، حيث أظهرت معاملة الرش بتركيز 10^8 بوغة/مل ومعاملة الرش تركيز 10^6 بوغة/ مل تفوقاً معنوياً بقيم (37.5– 34.25)% عند مقارنتها بمعاملة الرش تركيز 10^4 بوغة التي سجلت نسبة (27.9)% ومعاملة الشاهد (13.6%)% مما يعكس فعالية الرش الورقي في نسبة العقد يمكن تفسير ذلك بما يلي:

أولاً : الفطر يعمل على تحسين التغذية الكربوهيدراتية للأزهار من خلال زيادة الكلوروفيل والتمثيل الضوئي، مما يوفر الطاقة اللازمة لتثبيت العقد.(Jia *et al.*, 2016)

ثانياً :الفطر قد يزيد من مقاومة الأزهار للتساقط عبر تحسين امتصاص البورون والكالسيوم، وهما عنصران أساسيان لتكوين حبوب اللقاح وأنابيبها(Rahman *et al.*, 2020) .

ثالثاً :انخفاض نسبة العقد في الشاهد (13.6%) قد يعود إلى ضعف التغذية أو ظروف الإجهاد البيئي، وهو ما عالجته معاملات الفطر.

- معامل الإثمار:

أظهرت نتائج التحليل الإحصائي تبايناً واضحاً بين المعاملات الأربع المدروسة فيما يخص نسبة معامل الإثمار، إذ حققت معاملاتا الرش بتركيز 10^8 و10^6 بوغة/مل أعلى القيم (5.63–5.12%)، ثم معاملة الرش تركيز 10^4 بوغة/ مل بقيمة (4.36)% ، بينما سجلت معاملة الشاهد أقل قيمة (2.3)% .

وبالرغم من ندرة الدراسات التي تناولت تأثير فطر البيوفيرا في التزهير إلا أن الأبحاث في أنواع أخرى من الأشجار المثمرة كالكيوي أظهرت أن الرش بفطر البيوفيرا يمكن أن يحسن النمو الخضري ويزيد الإزهار والعقد الثمري كما ورد في الدراسة التي ذكر فيها أن الرش ساهم في تحسين العقد الثمري عبر تعديل النشاط الهرموني وزيادة امتصاص العناصر الغذائية (Jia *et al*.,2016)

جدول (3) تأثير الرش بفطر البيوفيرا في بعض مؤشرات الإزهار لأشجار الحمضيات صنف فالنسيا المزروعة في زغرين – اللاذقية متوسط موسمي 2023–2024

المعاملة	عدد الازهار الكلية	معامل الإثمار %	النسبة المئوية للعقد
الشاهد	165.6b	2.3c	13.6c
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^4 بوغة/مل	166b	4.36b	27.9b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^6 بوغة/مل	169.66ab	5.12a	34.25ab
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/مل	174.66a	5.63a	37.5a
L.S.D 5%	7.5	0.6	6.54

القيم المشتركة بحرف أو أكثر ضمن العمود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية

ثالثاً: تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في المؤشرات الفيزيولوجية :

- تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في النسبة المئوية للمادة الجافة في الأوراق :

تظهر نتائج الجدول (4) تفوق معاملا ت الرش بفطر البيوفيرا في معاملة الشاهد في محتوى الأوراق من المادة الجافة حيث تفوقت معاملاتا الرش بالفطر بتركيزي 10^6 –10^8 بوغة/مل على باقي المعاملات و بقيم قدرها (54.49– 57.6 %) على التوالي دون وجود فروق معنوية بينها ، بينما أعطت معاملة الرش تركيز 10^4 بوغة /مل ومعاملة الشاهد قيم منخفضة مع فروق معنوية فيما بينهما .

- تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في محتوى الكلوروفيل الكلي :

تبين النتائج المعروضة في الجدول (4) تفوق معاملات الرش المدروسة على معاملة الشاهد في محتوى الكلوروفيل الكلي في الأوراق حيث تفوقت معاملة الرش بتركيز 10^8 بوغة/مل على باقي معاملات الرش بقيمة قدرها (4.69 مغ/غ) .

- تأثير الرش الورقي بفطر البيوفيرا في كمية الإنتاج :

تشير معطيات الجدول (4) إلى التأثير الإيجابي لمعاملات رش بالفطر في كمية الإنتاج ، حيث تفوقت معاملة الرش بتركيز (10^8 بوغة/مل) على باقي المعاملات بكمية إنتاج بلغت حوالي 108.76 كغ/شجرة وتلتها معاملة الرش بتركيز 10^6 بوغة/مل (107.3 كغ/شجرة) بدون وجود اي فروق معنوية بينهما، بينما لا توجد أي فروق بين معاملة الرش بتركيز (10^4 بوغة/مل) والشاهد.

يمكن تفسير النتائج إن الرش الورقي بفطر البيوفيرا ساهم في تعزيز محتوى الكلورفيل في الأوراق وهو أساس عملية التمثيل الضوئي حيث تضاعفت قدرة النبات على التمثيل الضوئي ، مما أدى الى زيادة نسبة المادة الجافة من 44% الى 57.6% هذه الكتلة الحيوية المتزايدة توجت نحو انتاج أزهار أكثر وعقد أفضل، وثمار أكبر حجماً ووزناً وهذا ما يفسر الزيادة الكبيرة في الإنتاج من 73 كغ الى 108 كغ .كما يمكن تفسير هذا التأثير بقدرة الفطر في تعديل البيئة الميكروبية على سطح الورقة وتحفيز إنتاج المركبات الحيوية مثل الاحماض العضوية والتي تساهم في تحسين التزهير وتثبيت العقد كما أن تحسين الحالة الغذائية للنبات نتيجة النشاط الحيوي للفطر قد يكون عاملا اضافيا في رفع نسبة العقد والانتاج كما توصلت إليه الأبحاث على اشجار المانجو حيث ساعد تلقيح اشجار المانجو بالفطر من تحسين الانتاجية وزيادة عقد الثمار (Rahman *et al.* ,2020)

جدول (4) تأثير الرش بفطر البيوفيرا في محتوى الأوراق من الكلوروفيل والمادة الجافة وكمية الإنتاج لأشجار الحمضيات صنف فالنسيا المزروعة في زغرين – اللاذقية متوسط موسمي 2023–2024

المعاملة	المادة الجافة %	كلوروفيل الكلي مغ/غ	

			كمية الإنتاج كغ/شجرة
الشاهد	44.15c	2.02 c	73.b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^4 بوغة/مل	49.04b	3.02 b	87.7.b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^6 بوغة/مل	54.49a	3.35 b	107.3a
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/مل	57.6a	4.69 a	108.76a
L.S.D 5%	5.14	0.76	16.95

القيم المشتركة بحرف أو أكثر ضمن العمود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية

خامساً: تأثير الرش في الصفات الفيزيائية للثمار

- التأثير في حجم الثمرة:

وضح الجدول (5) تفوق معاملة الرش بفطر البيوفيرا بتركيز 10^8 بوغة/مل على معاملات الرش الأخرى، حيث كانت قيمة حجم الثمرة عند هذا التركيز 310.8 سم³، بينما معاملة الرش تركيز 10^6 – 10^4 بوغة/ مل كانت القيمة (248.2 – 216.3) سم³، ومعاملة الشاهد سجلت أقل قيمة (207.5 سم)³.

- التأثير في وزن الثمرة، تفوقت معاملتي الرش بتركيز (10^8 – 10^6 بوغة/ مل) على باقي المعاملات المدروسة بمتوسط بلغ (304.4– 288.3) غ، وأما معاملة الرش بتركيز (10^4بوغة / مل) أعطت قيمة بمتوسط قدره (254.4) غ، في حين سجلت معاملة الشاهد أدنى قيمة في متوسط وزن الثمرة بمتوسط قدره 201.03غ، مما يوضح التأثير الإيجابي للرش الورقي في تحسين وزن الثمرة، خصوصاً عند التركيز الأعلى.

زيادة وزن الثمرة من 201 غ إلى 304 غ (زيادة 50%)، وحجمها من 207 سم³ إلى 310 سم³، تعكس تحسناً في نمو الميسوكارب (اللب) وامتلاء الخلايا العصيرية، وهو ما يُعزى إلى زيادة النشاط الفسيولوجي وتحسن الامتصاص الغذائي كالنتروجين والفوسفور والحديد وتنشيط النمو

بالإضافة الى زيادة مقاومة النبات للأمراض الحشرية مما يحسن النمو بشكل عام وخصوصاً حجم ووزن الثمار

- التأثير في نسبة العصير:
- يبين الجدول (5) التأثير الايجابي لمعاملات الرش في وزن العصير كنسبة مئوية حيث تفوقت معاملات الرش على معاملة الشاهد من حيث نسبة العصير ومن دون وجود فروق معنوية فيما بينها.

جدول (5) تأثير الرش بفطر البيوفيرا في حجم وون الثمار ونسبة العصير لأشجار الحمضيات صنف فالنسيا المزروعة في زغرين – اللاذقية متوسط موسمي 2023-2024

المعاملة	حجم الثمرة سم3	وزن الثمرة /غ	نسبة العصير %
الشاهد	207.5c	201.03c	43.3b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^4 بوغة/مل	216.3bc	254.4b	45.4a
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^6 بوغة/مل	248.2b.	288.3a	44.8a
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^8 بوغة/مل	310.8a	304.4.a	45.3a
L.S.D 5%	35.11	20.95	1.2

القيم المشتركة بحرف أو أكثر ضمن العمود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية

خامساً: التأثير في الصفات الكيميائية لعصير ثمار صنف الفالنسيا

- التأثير في محتوى العصير من المواد الصلبة الذائبة الكلية (TSS%):

يبين الجدول (6) أن الرش بفطر البيوفيرا قد أثر بشكل ايجابي في نسبة المواد الصلبة الذائبة الكلية حيث تفوقت معاملة الرش بتركيز 10^8 بوغة / مل على باقي المعاملات المدروسة بقيمة و قدرها 11.67%، وكذلك معاملة الرش 10^6 بوغة/مل حيث سجلت قيمة قدرها) (10.76%، بينما معاملة الشاهد سجلت أقل قيمة بنسبة قدرها (10.33%)،

- نسبة الحموضة :

اما بالنسبة لتأثير الرش بفطر البيوفيرا فقد ارتفعت نسبة الحموضة مقارنة مع معاملة الشاهد حيث أعطت المعاملة تركيز 10^8 و 10^6 بوغة /مل نسبة حموضة مرتفعة نسبياً 0,84) (0.85, % مقارنة مع باقي المعاملات ، إن زيادة نسبة الحموضة في عصير الثمار عند

الرش بفطر البيوفيرا له أهمية فهو يعد من الخصائص النوعية للثمار بالارتباط مع نسبة السكريات حيث تعتبر العلاقة بين نسبة السكريات والحموضة الصفة النوعية الأهم في الحمضيات .

إن التأثير الايجابي للرش الورقي في نسبة المواد الصلبة الذائبة والحموضة الكلية في الثمار يمكن أن تعزى هذه الزيادة الى دور الرش بفطر البيوفيرا في زيادة محتوى الأوراق من صبغة الكلوروفيل ،وبالتالي رفع كفاءة عملية التمثيل الضوئي وزيادة محتواها من السكريات وانتقالها الى الثمار، وبالتالي تحسين خواص العصير الكيميائية، وكذلك تولد البكتيريا هرمونات نباتية بتركيزات منخفضة جدًا يمكن أن تؤثر في نمو النبات، تعمل هذه الهرمونات النباتية على تعزيز طول الجذر ومساحة السطح، مما يحسن من تغذية جذور النبات وامتصاص الماء (Jia *et al.*,2016)

- معامل النضج:

يتضح من الجدول (6) عدم وجود أي فروق معنوية بين معاملات الرش بفطر البيوفيرا تركيز (10^{4} 10^{6} 10^{8} بوغة/ مل) في قيمة معامل النضج والتي كانت (13.72 -12.8- 13.52) على التوالي إن لإرتفاع TSS مع زيادة طفيفة في الحموضة أدى إلى استقرار معامل النضج حوالى(13.7)، وهو مؤشر على تحسن جودة الثمار دون الإخلال بالتوازن بين الحلاوة والحموضة، وهو صفة مرغوبة تجارياً.

جدول (6) تأثير الرش بفطر البيوفيرا في بعض الصفات الكيميائية للثمار أشجار الحمضيات صنف فالنسيا المزروعة في زغرين – اللاذقية متوسط موسمي 2023-2024

المعاملة	%TSS	نسبة الحموضة %TA	معامل النضج TSS/TA
الشاهد	10.33c	0.77 c	13.41a
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^{4} مع/مل	10.55bc	0.78 c	13.52a
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^{6} مع/مل	10.76b	0.84a	12.8b
الرش بفطر البيوفيرا تركيز 10^{8} مع/مل	11.67a	0.85a	13.72a
L.S.D 5%	0.32	0.02	0.33

القيم المشتركة بحرف أو أكثر ضمن العمود الواحد لا يوجد بينها فروق معنوية

الاستنتاجات:

1 – أثبت الرش الورقي بفطر *Beauveria bassiana* فعاليته في تحسين النمو الخضري والفسيولوجي لأشجار البرتقال فالنسيا، حيث تفوق التركيز 10^8 بوغة/مل في معظم المؤشرات.

2 – ارتبط التحسن في النمو الخضري طول الأفرع، مساحة الورقة، الكلوروفيل بتحسن في مؤشرات العقد والإثمار وجودة الثمار، مما أدى إلى زيادة الإنتاجية بنسبة 48% مقارنة بالشاهد.

3 – يمكن اعتبار التركيزين 10^6 و 10^8 بوغة/مل خيارين فعالين في برامج التسميد الحيوي للحمضيات، مع الإشارة إلى أن التركيز 10^6 قد يكون أكثر اقتصاداً لبعض المؤشرات.

4 – يساهم استخدام فطر البيوفيرا في تقليل الاعتماد على الأسمدة الكيماوية، مما يدعم الزراعة المستدامة وصديقة البيئة.

التوصيات

1 – نوصي بإدراج الرش الورقي بفطر *Beauveria bassiana* بتركيز 10^6– 10^8 بوغة/مل ضمن البرامج الإرشادية لمزارعي الحمضيات في الساحل السوري، كبديل حيوي وآمن.

2– نقترح تطبيق الرشة الأولى قبل الإزهار بأسبوعين، والرشة الثانية عند بداية العقد، للحصول على أفضل النتائج.

3– ندعو إلى توسيع الدراسة لتشمل مناطق بيئية مختلفة، وأصنافاً أخرى من الحمضيات، وتحت ظروف إجهاد جفاف، ملوحة لدراسة دور الفطر في تحمل الإجهادات.

4– نقترح دراسة تأثير الخلط مع محفزات حيوية أخرى مثل الريزوبكتيريا أو المايكوريزا لتعظيم الفائدة.

المراجع العربية

1- المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية (2021) قسم الاحصاء ، مديرية الاحصاء والتعاون الدولي ، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي- دمشق- سورية

2- سلمان ,يحيى وفهد صهيوني وسوسن سليمان (2017) ،فسيولوجيا النبات (الجزء العملي .)منشورات مديرية الكتب والمطبوعات الجامعية، جامعة تشرين .سورية .صفحة 141

3- الصالحي قيس وعلي تهاني (2016) ،استجابة أشجار البرتقال المحلي لفطر المايكورايزا والرش بال Putrescine . مجلة الفرات للعلوم الزراعية-8(1):7-12

المراجع الاجنبية

1-Batool R, Umer J.M., Wang Y., He K., Shabbir Z.M.., Zhang T., Bai S., Chen J.,Wang Z.(2022). Myco-synergism boosts herbivory-induced maize defense by triggering antioxidants and phytohormone signaling. *Frontier in Plant Sci.*; vol.13:790504

2- Bamisile.S,B.,Dash,K.C.,Akutse.S.A.,Aguila L.C,,Wang F.,Keppanan.R.,. (2019) : Endophytic Beauveria bassiana in Foliar-Treated Citrus limon Plants Acting as a Growth Suppressor to Three Successive Generations of Diaphorina citri Kuwayama *(Hemiptera: Liviidae): insect* ,vol. 10(6), 176 ; **https://doi.org/10.3390/insects10060176**

3- Bamisile, B.S., Akutse, K.S., Siddiqui, J.A.(2020). Effects of Seedling Age on Colonization Patterns of Citrus limon Plants by Endophytic Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae and Their Influence on Plant Growth Parameters. *journal of fungi (mdpi)*vol.6.n1,pp29

4- Doni, F.; Mispan, M.S.; Suhaimi, N.S.M.; Ishak, N.; Uphoff N. (2019).Roles of microbes in supporting sustainable rice production using the system of rice intensification. *Appl. Microbiol. Biotechnol*, VOL.103,N.12 5142–5131

5- Enebe, M.C.; Babalola, O.O.**(**2018). The influence of plant growth-promoting rhizobacteria in plant tolerance to abiotic stress: A survival strategy. *Appl. Microbiology& Biotechnol*ogy. vol.102,N.18, 7835–7821

6- González G. A, Rey M.D., Froussart E, Quesada-Moraga E. (2022).Elucidating the effect of endophytic entomopathogenic fungi on bread wheat growth through signaling of immune response-related hormones. *Appl Environ Microbiol*.;88(18):e00882–22

7- Garnier E.Shipley B,.Roumet C, &.Laurent G, A .(2001).Standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content *Functional Ecology*. vol. 15(5),688–695.

.8- Gonzatto, M. P., & Santos, J. S. (2023). Introductory chapter: World citrus production and research. In M. P. Gonzatto & J. S. Santos (Eds.), Citrus research*: Horticultural and human health aspects.* IntechOpen. https://doi.org/10.5772/intechopen.110519

9-Igiehon, N.O.; Babalola, O.O. (2018**).** Below-ground-above-ground plant-microbial interactions: Focusing on soybean, rhizobacteria and mycorrhizal fungi. *Open Microbiol. J,* VOL.12, 261–279

10-Jiang,M. Qu,J. Cao,W. Zou,X. , Liu,J. And Li,.M . (2026). *Beauveria bassiana* acts as a beneficial endophyte in tea crops, modulating microbial communities and metabolic pathways to enhance plant growth .*BMC Plant Biology*. VOL26.N.1,:214. https://doi.org/10.1186/s12870-025-08004-5

11- Jia M, Chen L, Xin Hl, Zheng Cj, Rahman K, Han T, Qin Lp, (2016). A friendly relationship between endophytic fungi and medicinal plant*s: A systematic review. Front Microbiol*;vol.7:906

12-Keyser, C. A., Thorup-Kristensen, K., & Meyling, N. V. (2014*).* Metarhizium seed treatment mediates fungal dispersal via roots and induces infections in insects. *Fungal Ecology*, 11, 122–131. DOI: 10.1016/j.funeco.2014.05.002

13- Liu Y, Heying E., Tanumihardjo S.A,(2012). History, global distributi and nutritional importance of citrus fruits. Compr. *Rev. Food. Sc.i. Food Saf* .11:530–545 ,

14- Ladaniya M.(2008) "Citrus Fruit. Biology Technology And Evaluation. *Elsevier* ,584 Pages,

15- Lado J.; .Zacarías L; Rodrigo M.J. (2014). Maturity Indicators And Citrus Quality. Stewart Postharvest Rev. *American Journal of Plant Sciences*, vol.10, 1–6.

16- Papantzikos.V,. Mantzoukas,S., Eliopoulos,P. Servis ,D. **(**2024),Evaluation of Various Inoculation Methods on the Effect of Beauveria bassiana on the Plant Growth of Kiwi and on Halyomorpha halys Infestation*: A Two-Year Field StudyJune Biology , 13*(7), 470; **https://doi.org/10.3390/biology13070470**

17- -Rahman S. Jahan,M. Rahman. A.(2020). Effectiveness of Beauveria bassiana and three selected botanicals on controlling Idioscopus clypealis and increasing mango fruit set and fruit retention. *Journal of the Bangladesh Agricultural University* .vol.18(2)pp. 367-372
DOI:10.5455/JBAU.75456
18-.Sadler D.G, &..Murphy A P. (.2010). pH and titratable acidity. , *Fennema's Food Chemistry* ,4th ed., pp. 219–238

19- Sharma I., .; Raina, A.; Choudhary, M.; Apra; Kaul, S.; Dhar, M.K.(2023) Fungal endophyte bioinoculants as a green alternative towards sustainable agriculture. Heliyon,.9 (9) e19487
20-Tretiakov H(1990) . Praktikym po fiziologi rasteni. Agropromizdat,M. P. p 271

21-Zinan, N., Chowdhury, M. Z. H., Mim, M. F., Bhuiyan, A. U. A., Haque, M. A ،.Sultana, R., Asaduzzaman, M., & Islam, S. M. N. (2025). Endophytic Beauveria bassiana enhances plant growth, yield, and fruit nutritional quality in strawberry and improves nutrient use efficiency in hydroponics. *Technology in Horticulture*. vol.(5) ،e043. https://doi.org/10.48130/tihort-0025-0040