Effect of Different Concentrations of the Lichen Evernia prunastri on Percentage and Severity of Tomato brown rugose fruit virus on Tomato Fruits and in Some Growth Indicators of Tomato Plant in Protected Agriculture

Dr. Emad Ismail*
Dr. Jamal Al-Ahmad**
Ruba Bakhit***

(Received 1 / 9 / 2024. Accepted 26 / 11 /2024)

□ ABSTRACT □

This research was carried out at Tishreen University, Faculty of Agricultural Engineering, Department of Plant Protection, and field experiments were conducted in an unheated greenhouse, and for the agricultural season 2022-2023 in the village of Harisoun, which is located in the far north of Tartous Governorate on the administrative border with Latakia Governorate, which is about 7 km from the city of Banias, and whose height above sea level does not exceed 7-10 m, to evaluate the effectiveness of *Evernia prunastri* extractsIn reducing the infection of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato by estimating the percentage and severity of infection with the virus, and estimating some growth parameters, by watering seedlings with lichen extract in different concentrations 100 - 75 - 50 - 25 mg / ml, the results showed After 30 and 60 days of causing infection with brown wrinkle virus on tomatoes, a decrease in the incidence and severity of infection in plants infected with the virus and plants treated with lichen extract concentration of 100% compared to control plants infected with the virus and not treated with lichen extract, where the rate of decrease in the incidence and severity of infection reached 24% and 34.67% respectively for the first appointment (30 days), and reached 34.67% and 73.33% respectively for the second appointment (60 days), with significant differences between the treatments.

The biometric measurements of the vegetative total also showed significant differences between all the treatments and all the studied indicators (length, width and area of the paper, and the area of the paper surface and its index), the treatment of lichen exceeded the concentration of 75 and 100% on the control treatment and for all previous indicators, so that the highest average of the paper flat index was recorded in the healthy witness which is 6.45 and the lowest in the control infected with the virus which is 2.45 ,while the lichen coefficients at concentrations of 75% and 100% recorded the best paper flat evidence compared to other transactions without significant differences between them

(5.10 and 4.92 respectively).

Keywords: lichen *Evernia prunastri*, lichen extracts, *Tomato brown rugose fruit virus*, tomato plant, incidence, growth criteria

Copyright **:**Tishreen University journal-Syria, The authors retain the copyright under a CC BY-NC-SA 04

***Professor , Faculty of Agricultural Engineering , Tishreen University , Lattakia, Syria.**
****Professor, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**
*****Postgraduate Student, Faculty of Agricultural Engineering, Tishreen University, Lattakia, Syria.**

تأثير تراكيز مختلفة من شيبية Evernia prunastri في نسبة وشدة الإصابة بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة وفي بعض مؤشرات النمو لنبات البندورة في الزراعة المحمية

د. عماد إسماعيل*

د. جمال الأحمد**

ربا بخيت***

(تاريخ الإيداع 1 / 9 / 2024. قبل للنشر في 26 / 11 / 2024)

□ ملخّص □

نفذ هذا البحث في جامعة تشرين، كلية الهندسة الزراعية، قسم وقاية النبات، وأجريت التجارب الحقلية في بيت بلاستيكي غير مدفأ، وللموسم الزراعي 2022 – 2023 في قرية حريصون التي تقع أقصى شمال محافظة طرطوس على الحدود الإدارية مع محافظة اللاذقية وتبعد حوالي 7كم عن مدينة بانياس، وارتفاعها عن مستوى سطح البحر حوالي 7 –10م، وذلك لتقييم فعالية مستخلصات أشنة/شيبية Evernia prunastri في الحد من الإصابة بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة على نباتات البندورة (ToBRFV) *Tomato brown rugose fruit virus* وذلك من خلال تقدير نسبة وشدة الإصابة بالفيروس، وتقدير بعض معايير النمو، من خلال سقاية الشتول بمستخلص الشيبية بتراكيز مختلفة 25 – 50 – 75 – 100 ملغ/مل ، أظهرت النتائج بعد 30 و 60 يوماً من إحداث العدوى بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة انخفاضاً في نسبة الإصابة وشدتها في النباتات المعداة بالفيروس والنباتات المعاملة بمستخلص الشيبية تركيز 100% مقارنة مع نباتات الشاهد المعداة بالفيروس وغير معاملة بمستخلص الشيبية حيث وصل معدل الانخفاض في نسبة الإصابة وشدتها إلى 24 و34,67 % على التوالي للموعد الأول (30 يوماً) ، ووصلت إلى 34,67 و 73,33 % على التوالي للموعد الثاني (60 يوماً) ، مع وجود فروقاً معنوية بين المعاملات .

كما أظهرت القياسات البيومترية للمجموع الخضري فروقاً معنوية بين جميع المعاملات ولكافة المؤشرات المدروسة (طول وعرض الورقة ومساحتها ، ومساحة المسطح الورقي ودليله)، تفوقت معاملة الشيبية تركيز 75% و100 % على معاملة الشاهد ولجميع المؤشرات السابقة بحيث سجل أعلى متوسط لدليل المسطح الورقي بالشاهد السليم وهو 6,45 وأدناها بالشاهد المعدى بالفيروس وهو 2,45 في حين سجلت معاملات الشيبية بالتركيزين 75% و 100 % أفضل دليل مسطح ورقي مقارنة بالمعاملات الأخرى ودون فروق معنوية بينهما (5,10 و 4,92 على التوالي).

الكلمات المفتاحية: الشيبية *Evernia prunastri*، مستخلصات الشيبية، فيروس التجعد البني على ثمار البندورة، نبات البندورة، نسبة الإصابة، معايير النمو.

حقوق النشر : مجلة جامعة تشرين– سورية، يحتفظ المؤلفون بحقوق النشر بموجب الترخيص CC BY–NC–SA 04

*أستاذ ، كلية الهندسة الزراعية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية .

**أستاذ ، كلية الهندسة الزراعية ، جامعة تشرين ، اللاذقية ، سورية

***طالبة ماجستير، كلية الهندسة الزراعية، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية.

مقدمة:

تعد البندورة .*Solanum lycopersicon* L واحدة من أهم الخضار المزروعة التي تنتمي للفصيلة الباذنجانية Solanaceae حيث تعتبر مصدراً مهماً للمواد النشطة حيوياً مثل حمض الفوليك والأسكوربات والبوليفينولات والكاروتينات [1]، إضافة لاحتوائها على عناصر أخرى مثل البوتاسيوم والمغنيزيوم والحديد، وعدد من الفيتامينات المهمة كفيتامين A، B، E [2] وحمض الأسكوربيك، وتعد حالياً ثاني أهم محصول نباتي في العالم بعد البطاطا نظراً لقيمتها الغذائية العالية وفعالية محتوياتها كمضادات أكسدة [3] وقد بلغت المساحة المزروعة بالبندورة عالمياً لعام 2021 ما يقارب 5167388 هكتاراً، وقارب إنتاجها 190 مليون طن [4]، أما في سورية فقد كان الإنتاج الإجمالي من البندورة 780617 طناً [5].

تصاب البندورة في العديد من مناطق زراعتها بالعديد من الأمراض والآفات التي تؤثر سلباً على نمو و تطور النبات وتسبب تدهوراً في الإنتاج الإجمالي، ومن أهم هذه الأمراض وأكثرها انتشاراً في اغلب مناطق زراعة البندورة هي الأمراض الفيروسية، وذلك بسبب صعوبة مقاومتها والحد من انتشارها، ومن أهم مسببات الأمراض الفيروسية في الوقت الحالي فيروس التجعد البني على ثمار البندورة على نباتات البندورة *Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) الذي ينتمي إلى عائلة *Virgaviridae* وجنس *Tobamovirus*، سُجل الفيروس لأول مرة على البندورة في عام 2015 في الأردن [6]، كما سُجل في سورية لأول مرة [7] على نباتات البندورة في محافظتي طرطوس واللاذقية.

ينتقل الفيروس بشكل أساسي ميكانيكياً، ويمكن أن يحمل لمسافات بعيدة ومن بلد لآخر عن طريق بذور وثمار البندورة الملوثة بالفيروس [8]، وعن طريق تداول مواد الإكثار النباتية الملوثة بالفيروس [9]، وبكل فعل من شأنه أن يؤدي للتلامس ما بين النباتات السليمة والنباتات المصابة [10]، وعن طريق جسم الإنسان وثيابه وأدوات العمال والقفازات وعن طريق مياه الري [11]، وسُجِّل انتقاله بوساطة حشرة النحل الطنان *Bombus terrestris* خلال نشاط الحشرة في جمع حبوب اللقاح [12] . كما أشار Davino وآخرون عام 2020 إلى وجود جسيمات الفيروس على أغلفة البذرة لكن لم يتم الكشف عنها في الجنين.

تعطي الإصابة بالفيروس أعراض موزاييك معتدل إلى شديد، تضيّق في مساحة الأوراق، وتبقع أصفر على الثمار [13]، تمت الإشارة لوجود تجعد أخضر غامق وتقرحات على الأوراق بالإضافة للموزاييك وتشوه الأوراق ووجود بقعاً متماوتة عليها. فيما ظهرت على الثمار بقع متماوتة بلون بني غير منتظمة مع تشوه الثمار وظهور بقع مصفرة عليها وهذا أدى الى تخفيض قيمتها التسويقية [14] . أما نباتات البندورة المزروعة في البيوت المحمية في سورية فقد ظهرت عليها أعراضاً تشمل موزاييك شديد على الأوراق القمية، وتماوت بني على سبلات وكؤوس وحوامل أزهار النباتات المصابة، وتشوه وتجعد شديد على الثمار [7] .

لا يُعرف للفيروس حالياً أصناف مقاومة لذلك يجب الاعتماد على طرائق الوقاية التقليدية مثل تنظيف الأدوات المستخدمة في الزراعة أثناء إجراء عمليات الخدمة الزراعية، وزراعة بذور موثوقة غير ملوثة[8] . وقد أُشير [15] إلى أن المادة الفعالة في مستخلص نبات *Combritum micranthum* (حمض 4-هيدروكسي بنزوئيك) أدت الى إعاقة نمو و تطور جسيمات الفيروس [16,17,18,19,20,21,22,23,24] وتم إثبات ذلك عن طريق غياب RNA الفيروس وفقدان العصير الخلوي للنباتات المصابة والمعاملة بالمستخلص قدرتها على عدوى النباتات السليمة كنتيجة لتفكيك بروتين غلاف الجسيمات الفيروسية.

الأشنات/ الشيبيات هي كائنات حية تتكون من الفطريات وشريك التمثيل الضوئي (البكتيريا الزرقاء أو الطحالب) في علاقة تكافلية [24] . يولد هذا التعايش الفريد تركيبات كيميائية حيوية متنوعة ومسجلة الملكية لمركبات الأشنة التي توفر إمكانات واسعة لاكتشاف فئات جديدة من المواد المضادة للميكروبا [25,26].على سبيل المثال، تم الكشف عن وجود الديسيدات والديبسيدين ومشتقات حمض الأوسنيك بشكل فريد حتى الآن في الأشنات [27] . تنتشر الشيبيات *Evernia prunastri* على نطاق واسع في نصف الكرة الشمالي بما في ذلك أوروبا وأمريكا الشمالية وآسيا. يكون مظهر الشيبية *Evernia prunastri* على الجانب العلوي أصفر مخضر، أخضر شاحب، رمادي أخضر شاحب، مع قشرة، على الجانب السفلي بيضاء في الغالب، تشبه الشجيرة، تملك أشباه جذور حبيبية دقيقية على الجانب العلوي والحواف، تقريبًا لا تحتوي على انتفاخات (الأقراص عادة ما تكون صفراء باهتة أو خضراء شاحبة)، بدون إيسيديا أسطوانية، يصل طولها عادةً إلى 5 سم. يبلغ عرض الفصوص 1–3 مم [28]، ينمو على الأشجار المتساقطة، وخاصة البلوط وغيرها من الأشجار ذات الأوراق العريضة، أو الشجيرات (في بعض الأحيان فقط على الصنوبريات في المناطق ذات الرطوبة العالية.

أهمية البحث و أهدافه:

تأتي أهمية البحث من الخسائر الكبيرة التي يسببها فيروس التجعد البني على ثمار البندورة وانتشاره الواسع في المنطقة الساحلية على البندورة في الزراعة المحمية، ونظراً لما تتميز به الشيبيات من أهمية في مقاومة بعض الأمراض، ولقلة وجود دراسات عن تأثيرها على الفيروسات الممرضة للنبات، و لِقلة وجود أبحاث سابقة للشيبية في بيئتنا، أُجريت الدراسة لتقييم فاعلية المستخلصات الشيبية *Evrenia prunastri* في الحد من انتشار فيروس التجعد البني على ثمار البندورة، لذلك هدف البحث إلى :

1. اختبار فاعلية مستخلص شيبية *Evernia prunastri* في الماء في الحد من انتشار فيروس التجعد البني على ثمار البندورة.
2. تحديد التركيز الأكثر فاعلية لمستخلص الشيبية *Evernia prunastri* في تأخير ظهور اعراض فيروس التجعد البني على ثمار البندورة في البيوت المحمية .

طرائق البحث ومواده:

1–مكان تنفيذ البحث:

نفذت التجارب الحقلية في بيت بلاستيكي وللموسم الزراعي 2022 – 2023 في قرية حريصون التي تقع أقصى شمال محافظة طرطوس على الحدود الإدارية مع محافظة اللاذقية والتي تبعد حوالي 7كم عن مدينة بانياس، والتي لا يزيد ارتفاعها عن مستوى سطح البحر عن 7 –10م.

2–المادة النباتية:

استخدم في البحث بذور من صنف البندورة نينار (Neenar) وهو هجين F1، الذي يعتبر من الأصناف غير محدودة النمو والمبكرة ومخصص للزراعة المحمية، غزير الإنتاج مع جودة عالية للثمار من حيث الشكل واللون والصلابة، ويتراوح وزن الثمرة بين 135 و 185غ، كما يتميز بمقاومته الجيدة للأمراض الفطرية و لفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة.

3- جمع عينات الشيبية *Evernia prunastri* وتوصيفها:

تم جمع العينات من جبال الساحل السوري (غابه في بيت ياشوط)، غلفت بأكياس ورقية ثم وضعت ضمن أكياس من النايلون وأحضرت الى المخبر لتوصيفها مظهرياً وفق المفاتيح التصنيفية [29,30] الصف: Ascomycetes، الرتبة :Lecanorales، الفصيلة: *Parmeliaceae*، الجنس: *Evernia*، النوع: Evernia prunastri، غسلت العينات جيداً بالماء لإزالة الشوائب والاتربة، جُففت في الظل لمدة (4 – 7) أيام، ثم وضعت في فرن على درجة 45مْ حتى ثبات الوزن، بعدها طُحنت باستخدام الخلاط الكهربائي، وحفظ المسحوق في عبوات زجاجية مُعتمة لحين استعمالها.

4- تحضير مستخلص الشيبية:

تم أخذ 25 غراماً من مسحوق الشيبية وأضيف لها 100 مل من المذيب العضوي الأسيتون 85%، ووضعت على هزاز كهربائي لمدة 5 ساعات، ثم حفظت في الظلام لمدة 5 أيام بدرجة حرارة المخبر مع التحريك عدة مرات يومياً، بعدها تم ترشيح المعلق الناتج بواسطة ورق الترشيح، وتم تبخير المذيب العضوي على حرارة 40°م للحصول على مستخلص الشيبية الجاف الذي حفظ في عبوات زجاجية معقمة في الثلاجة عند درجة حرارة 6-8 °م لحين استعمالها.

5- معاملة النباتات بمستخلص الشيبية:

تم أخذ مستخلص الشيبية الجاف وأضيف له 500مل من الماء المقطر مع التحريك الجيد وعوملت به النباتات وفق ما يلي:

T1: شاهد سليم، رش النباتات بالماء المقطر.

T2: شاهد معدى، رش النباتات بالماء المقطر.

T3: رش النباتات المعدات بمستخلص الشيبية تركيز 25مل\100مل ماء.

T4: رش النباتات المعدات بمستخلص الشيبية تركيز 50مل\100مل ماء.

T5: رش النباتات المعدات بمستخلص الشيبية تركيز 75مل\100مل ماء.

T6: رش النباتات المعدات بمستخلص الشيبية تركيز 100مل\100مل ماء.

تمت عملية رش النباتات وفق المعاملات السابقة لثلاث مرات، الأولى بعد الزراعة بـ 15 يوماً (2\9\2022) (قبل مرحلة بدء ظهور العنقود الزهري الأول) ثم بفاصل 15 يوماً بين الرشة الثانية والثالثة. شملت التجربة 90 نباتاً، والمعاملة الواحدة 15 نباتاً موزعة في ثلاثة مكررات.

6 - العدوى الميكانيكية للنباتات:

تم أخذ أوراق من نبات بندورة مصاب بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة ومختبر مصلياً في مختبر الأمراض الفيروسية في قسم وقاية النبات في كلية الهندسة الزراعة بجامعة تشرين. وضعت الأوراق المصابة في جفنة بورسلان نظيفة وأضيف لها الماء المقطر بمعدل 1غ من الأوراق لكل3 مل ماء، مع كمية قليلة من مادة كربيد السيليكون المخرشة. ثم سحقت بوساطة الهاون حتى الحصول على عصارة متجانسة. تم اختيار نباتات بندورة سليمة ظاهرياً ومتجانسة في الطول والحجم (مرحلة 6 – 7 أوراق حقيقية) وخالية من أي أعراض ظاهرية. تم تحديد وتعليم ثلاثة أوراق علوية، وباستخدام نكاشة أذن قطنية تم دهن الأوراق المعلمة بالعصارة النباتية الحاوية على اللقاح الفيروسي باتجاه واحد فقط، ومن ثم غسلت الأوراق بالماء فقط.

7- القراءات والقياسات المنفذة:

7-1- دراسة مؤشرات النمو الخضري:

- تطور طول النبات(سم): تم أخذ طول النباتات كل 15 يوماً اعتباراً من تاريخ زراعة الشتول في الأرض الدائمة.
- مساحة المسطح الورقي: تم حساب مساحة المسطح الورقي لكل ورقة على حدى وفق المعادلة التالية[31] :

$$LA= 0.5 X (L x W)$$

حيث LA: مساحة نصل الورقة، L: أكبر طول للورقة، W: أكبر عرض للورقة

تم حساب مساحة المسطح الورقي الكلي بجمع مساحة الأوراق الكلية المتشكلة على كل نبات.

- دليل المسطح الورقي للنبات وفق العلاقة:

دليل المسطح الورقي للنبات= مساحة المسطح الورقي للنبات سم^2/المساحة الغذائية التي يشغلها النبات سم^2

7-2- تقدير محتوى الأوراق من الكلوروفيل:

أخذت عينات معروفة الوزن من أوراق البندورة (بين العنقودين الرابع والخامس) وتم هرسها في الاسيتون النقي بوجود مادة مخرشة، ومن ثم قياس الامتصاص الضوئي للمستخلص باستخدام جهاز السبيكتروفوتومتر على أطوال موجات 645 و662 نانومتر لتقدير كل من الكلوروفيل a والكلورفيلb (على التوالي) وذلك وفقا لطريقة الباحث Lichtenthaler (1987):

$$Chl\ a\ (mg\ ml^{-1}) = 11.24\ DO_{662} - 2.04\ DO_{645}$$

$$Chl\ b\ (mg\ ml^{-1}) = 20.13\ DO_{645} - 4.19\ DO_{662}$$

$$Chl\ Total\ (mg\ ml^{-1}) = Chl\ a + Chl\ b$$

تم تقدير المحتوى الكلي من الصبغات بالنسبة الى الوزن الطري للأوراق (مغ/غ وزن رطب).

7-3- تقدير شدة الإصابة بالفيروس:

تم تقدير شدة الإصابة على المجموع الخضري في مرحلتين، بعد العدوى بـ 30 و60 يوماً، وفق السلم المبين أدناه [32] :

Symptoms الأعراض	Classesالصف(الدرجات)
No symptomsلاتوجد أعراض	0
Mild mosaic or mottling موزاييك خفيف أو تبقع	1
Mosaic موزاييك	2
Mosaic and leaf deformation موزاييك وتشوه الأوراق	3
Mosaic and leaf deformation, shoestring موزاييك وتشوه الأوراق والتفافها	4
Severe mosaic, leaf deformation, rolling, shoestring, stunting موزاييك شديد، تشوه الأوراق، تقزم، الأوراق بشكل رباط الحذاء	5

تم حساب شدة الإصابة وفق المعادلة التالية [32] :

$$DSI\ \% = \sum_{e=0}^{4} \frac{e.Re\ x\ 100}{5N}$$

حيث: DSI: دليل شدة الإصابة، e: الفئة (Class)، Re: عدد النباتات عند كل فئة، N: عدد النباتات الكلي.

8- تصميم التجارب والتحليل الإحصائي:

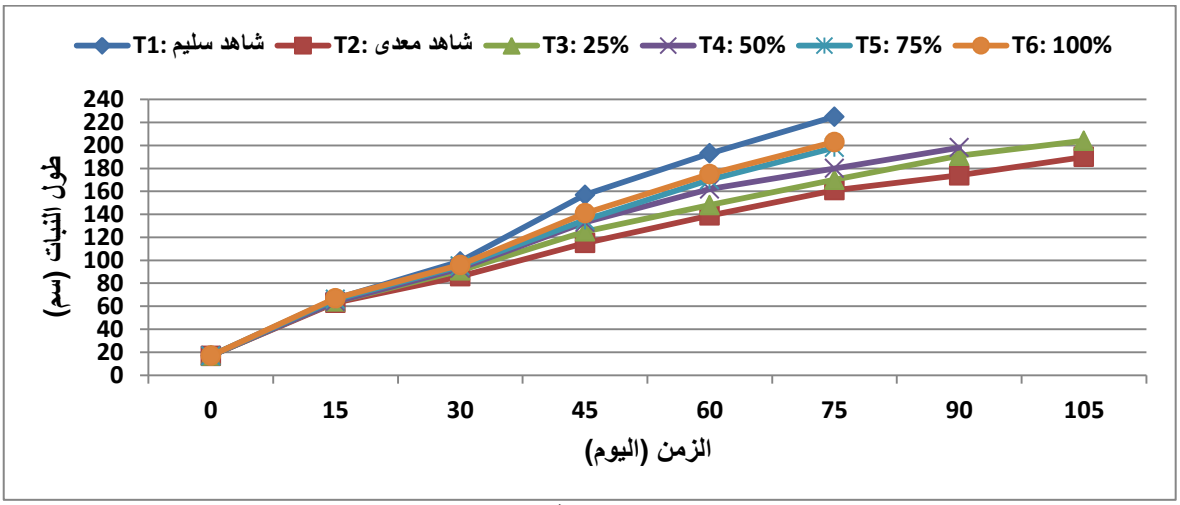
صممت التجربة بطريقة القطاعات الكاملة، وأجري التحليل الإحصائي للنتائج باستخدام البرنامج الإحصائي **Costat-5.918**، حيث تم إخضاع جميع المتوسطات لتحليل التباين **ANOVA** مع تحديد أقل فرق معنوي (LSD) لتقدير الفروق بين المتوسطات عند درجة معنوية 5%.

النتائج والمناقشة:

1- دراسة مؤشرات النمو الخضري:

تطور طول النبات (وتيرة النمو):

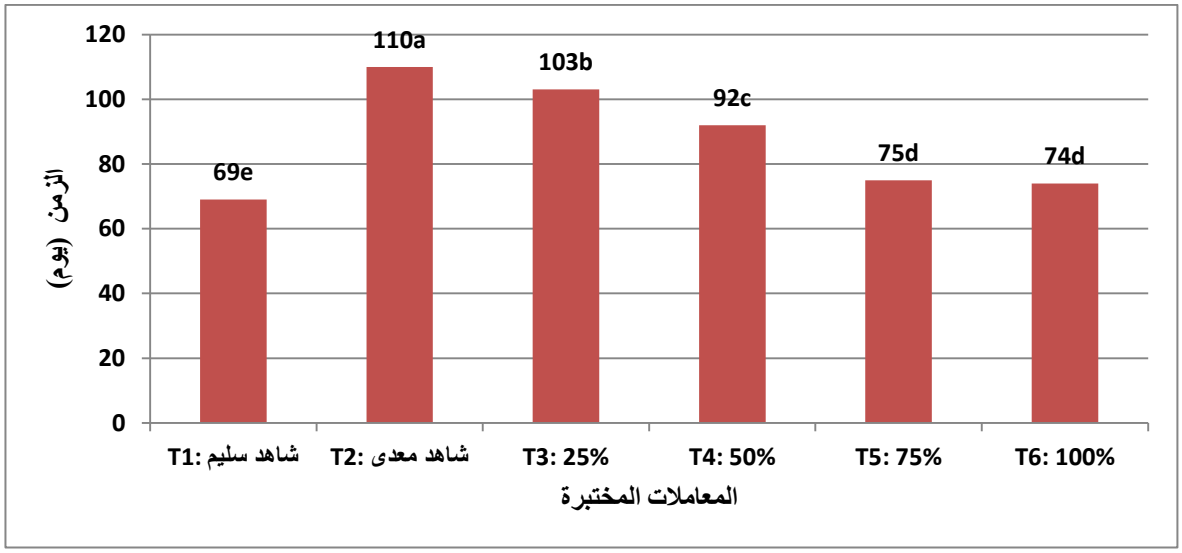
نلاحظ من المخطط البياني (الشكل 1)، أن وتيرة النمو الطولي للنباتات كان متقارباً جداً خلال الأيام العشرون الأولى من زراعة الشتول (قبل عدوى النباتات) وكان بالمتوسط 48.35سم، ثم بدأ ظهور الفروقات بين المعاملات المعدات بالفيروس ومعاملة الشاهد السليم بعد عدة أيام من عملية العدوى (18يوماً من الزراعة)، والتي أصبحت أكثر وضوحاً بعد 30 – 45 يوماً من زراعة الشتول في الأرض الدائمة. استمرت هذه الفروقات في وتيرة النمو بالتزايد ولاسيما في المعاملات الثلاث T2، T3 وT4، مع تقارب واضح في معدل النمو بين نباتات المعاملتين T5 وT6 وكانت جميعها أقل من وتيرة نمو الشاهد السليم.



الشكل 1: تطور طول النباتات في المعاملات المختبرة

نتيجة النمو الجيد لنباتات معاملة الشاهد السليم فقد احتاجت إلى حوالي 69 يوماً للوصول إلى شبكة الأسلاك الحاملة (ارتفاع 2 م)، في حين احتاجت المعاملات المعدات بالفيروس إلى زمن تراوح بين 74 و110 أيام للمعاملتين T6 وT2 على التوالي (الشكل 2).

إن الانخفاض في وتيرة نمو النباتات المعدات يعود إلى الإصابة بالفيروس والتي بدأت بالظهور بعد العدوى بحوالي 20 يوماً، كما يمكن أن نعزي انخفاض وتيرة النمو لجميع المعاملات بما فيها معاملة الشاهد السليم بعد الزراعة ب 60 يوماً إلى انخفاض درجات الحرارة والتي انعكست بشكل سلبي على نشاط العمليات الحيوية في النبات وبالتالي انخفاض معدل نمو النبات.



الشكل 2: الزمن اللازم لوصول النباتات إلى شيكه الأسلاك الحاملة حسب المعاملات المختبرة
($LSD_{5\%}$= 4.3, C.V%= 13.8)

القياسات البيومترية للمجموع الخضري:

أظهرت النتائج المدونة في (الجدول1)، وجود بعض الفروق المعنوية بين المعاملات المدروسة ولجميع المؤشرات الخضرية المدروسة، كانت هذه الفروق أقل وضوحاً في المؤشر الخاص بعدد الأوراق على النبات، والذي كان في حدوده الدنيا بين المعاملتين الثلاث T3 و T4 (26.12 و 26.31 ورقة\النبات) دون فروق معنوية بينهما، وفي حدوده العليا بين المعاملتين T1 و T2 بمتوسط 27.21 و 24.90 ورقة\نبات.

يمكن أن يعزى عدم وجود فروق معنوية واضحة في متوسط عدد الأوراق على النبات بين معظم المعاملات، لكونها صفة وراثية متعلقة بالصنف المستخدم وهي عادة صفة ثابتة في أغلب أصناف البندورة غير محدودة النمو (بمعدل 6–8 أوراق حقيقية لظهور العنقود الزهري الأول و2 – 3 أوراق بين العناقيد الزهرية) ولا سيما الهجن الناتجة عن بذور الجيل الأول.

الجدول 1: اختلاف المؤشرات الخضرية لنبات البندورة (صنف نينار) حسب المعاملات المختبرة عند مرحلة وصول النباتات للأسلاك الحاملة.

المعاملة	متوسط عدد الأوراق\نبات	متوسط طول الورقة \سم	متوسط عرض الورقة \سم	متوسط مساحة الورقة \سم^2	مساحة المسطح الورقي\سم^2	دليل المسطح الورقي
T1:شاهد سليم	27.21a	39.61a	33.05a	877.1a	23866a	6.45a
T2:شاهد معدى	24.90e	26.20d	18.95d	332.64e	7950.31f	2.15e
T3:25%	26.12d	30.82c	21.51d	444.17d	11601.68e	3.14d
T4: 50%	26.31cd	33.15bc	26.80c	595.24c	15952.47d	4.31c
T5: 75%	26.80 bc	34.22b	29.65bc	679.8b	18218.64c	4.92bc
T6: 100%	27ab	34.80b	30.15ab	698.94b	18871.38b	5.10b
$LSD_{5\%}$	0.59	3.06	3.21	61.71	352.8	0.63
C.V%	6.54	11.16	14.05	15.8	18.3	13.7

تفوقت معاملة الشاهد السليم على جميع المعاملات ولكافة مؤشرات النمو المدروسة (طول وعرض الورقة ومساحتها، ومساحة المسطح الورقي ودليله)، كما تفوقت المعاملات التي استخدم فيها مستخلص الشيبية لاسيما بالتركيزين 75 و 100% على معاملة الشاهد ولجميع المؤشرات السابقة. سجل أعلى متوسط لدليل المسطح الورقي (الذي يعتبر المؤشر الأساسي على تطور المجموع الخضري) في معاملة الشاهد السليم (6.45) وأدناها في الشاهد المعدي (2.45)، في حين سجلت المعاملتان T5 وT6 أفضل دليل مسطح ورقي مقارنة بمعاملات الرش الأخرى ودون فروق معنوية بينهما (5.10 و 4.92 على التوالي).

بينت النتائج تحسن المؤشرات الخضرية للنباتات المعداة والمعاملة بمستخلص الشيبية لا سيما المعاملتين T5 وT6 (الجدول 8) وذلك مقارنة بمعاملة الشاهد المعدى وغير المعامل. ربما يعود ذلك إلى مساهمة مستخلص الشيبية بتزويد النبات بالعناصر الكبرى والصغرى وبعض السكريات البسيطة[33] التي تساهم في زيادة نشاط بعض العمليات الحيوية في النبات وزيادة مقاومة النبات لتأثير الفيروس. إضافة لما سبق يلعب مستخلص الشيبية دوراً هاماً في التخفيف من تأثير الفيروس من خلال غنى مستخلص الشيبية ببعض الأحماض مثل الأونيك، اليوزنيك والإيفرنيك بالإضافة لبعض المركبات الأخرى كالفلافونوتيدات والفينولات والتربينات والتي تلعب دوراً هاما كمضادات لتطور الميكروبات بشكل عام ومن ضمنها الفيروسات[26,34] .

تتفق النتائج السابقة مع نتائج بعض الأبحاث التي بينت دور مستخلصات الشيبية كمضادات حيوية لبعض الأمراض الفطرية والبكتيرية [35,36,37] وعلى بعض الفيروسات التي تصيب النبات كفيروس موزاييك التبغ [38,39] .

كمية الكلوروفيل في الأوراق:

سجلت أعلى كمية من الكلوروفيل a والكلوروفيل الكلي (b+a) في معاملة الشاهد السليم (1.53، 2.34 مغ\غرام) متفوقة معنوياً على جميع المعاملات الأخرى، في حين لم تسجل فروق معنوية بين معاملة الشاهد السليم والمعاملتان T5 وT6 قي كمية الكلوروفيلb (0.810، 0.753، 0.762 مغ\غ على التوالي) (الجدول 2). كما تفوقت جميع المعاملات في كمية الكلوروفيلa والكلوروفيلb والكلوروفيل الكلي على معاملة الشاهد المعدى.

الجدول 2: كمية الكلوروفيل في الأوراق لمختلف المعاملات المختبرة (مغ\غ مادة طازجة)

المعاملة	كلوروفيل A	كلوروفيل B	الكلوروفيل الكلي A+B
T1:شاهد سليم	1.53a	0.810a	2.34a
T2:شاهد معدى	0.792e	0.531c	1.202e
T3:25%	0.940d	0.623b	1.563d
T4: 50%	1.013cd	0.652b	1.636cd
T5: 75%	1.087bc	0.753a	1.84bc
T6:100%	1.207b	0.762a	1.969b
$LSD_{5\%}$	0.16	0.082	0.26
C.V%	6.76	6.3	7.4

يمكن تعليل زيادة نسبة الكلوروفيل في أوراق النباتات المعاملة بمستخلص الشيبية مقارنة بالشاهد المعدى بالفيروس إلى غنى المستخلص بالمغنزيوم (حوالي 0.2%) الذي يعتبر المكون الأساسي لصبغة الكلوروفيل إلى جانب الآزوت والكربون والهيدروجين، مما يساهم في زيادة نشاط عملية التركيب الضوئي وتطور المجموع الخضري للنبات.

تقدير شدة الإصابة (DSI) بالفيروس:

أظهرت النتائج المدونة في (الجدول3) ، وجود فروق معنوية في دليل شدة الإصابة DSI حسب الزمن من جهة (بعد 30 و 60 يوماً) من تطبيق العدوى الميكانيكية للنباتات بالفيروس المدروس وحسب المعاملات المختبرة من جهة أخرى.

الجدول3: دليل شدة الإصابة DSI % بعد 30 و 60 يوماً من تطبيق العدوى الميكانيكية للنباتات بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة

المعاملة	DSI بعد 30 يوماً من العدوى	DSI بعد 60 يوماً من العدوى	المتوسط (تأثير المعاملات)
T1:شاهد سليم	0h	0h	0E
T2:شاهد معدى	34.67d	73.33a	54A
T3:25%	29.33e	56b	42.67B
T4: 50%	28ef	48c	38C
T5:75%	25.33fg	36d	30.67D
T6:100%	24g	34.67d	29.34D
المتوسط (تأثير الزمن)	23.56B	41.33A	
LSD(A)$_{5\%}$= 3.43, C.V%=16.3 تأثير المعاملات			
LSD(B)$_{5\%}$= 4.17, C.V%= 14.9 تأثير الزمن			
LSD(A.B)$_{5\%}$= 3.68, C.V%= 18.5 التأثير المشترك للمعاملات والزمن			

بلغ متوسط شدة الإصابة بعد 30 يوماً (23.56%) مقابل (41.33%) بعد 60 يوماً، وسجلت أعلى قيمة له ولكلا الموعدين في معاملة الشاهد المعدي (34.67%) و (73.33%) وأدناها في المعاملة T6 وللموعدين السابقين (24 و34.67%).

يتضح من الجدول السابق (رقم 3) أن تطبيق معاملات الرش بمستخلص الشيبية قد ساهم في تخفيض شدة الإصابة بشكل معنوي وذلك مقارنة بالشاهد المعدى، سواء بعد العدوى بـ30 يوماً أو 60 يوماً والتي بلغت أدنى قيمة في المعاملة T6 (24%) بفارق 10.67% عن معالمة الشاهد (34.67%) للموعد الأول، و34.67% مقابل 73.33% وبفارق 38.66 عن معاملة الشاهد.

ساهمت عملية رش النباتات بمستخلص الشيبية في المراحل الأولى (40 يوماً الأولى) بشكل فعال في خفض شدة الإصابة بالفيروس مقارنة بمعاملة الشاهد المصاب (الجدول 15)، وربما يعود ارتفاع شدة الإصابة بعد 60 يوماً إلى توقف عمليات الرش بمستخلص الشيبية بعد 30 يوماً من العدوى، وإلى انخفاض درجات الحرارة مما أضعف من قوة نمو النباتات وقدرتها على تحمل تطور الفيروس في أنسجة النبات.

References:

[1] Gashash EA, Osman NA, Alsahli AA, Hewait HM, Ashmawi AE, Alshallash KS, El-Taher AM, Azab ES, Abd El-Raouf HS, Ibrahim MFM. Effects of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria(PGPR)and Cyanobacteria on Botanical Characteristics of Tomato (Solanum lycopersiconL.)Plants.Plants.2022;11(20):2732. https://doi.org/10.3390/plants11202732

[2] Ciudad-Mulero, M., Pinela, J., Carvalho, A. M., Barros, L., Fernández-Ruiz, V.,Ferreira, I. C.,Morales, P. (2022). Bioaccessibility of macrominerals and trace elements from tomato (Solanum lycopersicum L.) farmers' varieties. Foods, 11(13), 1968.

[3] Asiry KA, Huda MN, Mousa MAA. Abundance and Population Dynamics of the Key Insect Pests and Agronomic Traits of Tomato (Solanum lycopersicon L.) Varieties under Different Planting Densities as a Sustainable Pest Control Method. Horticulturae. 2022; 8(10):976. https://doi.org/10.3390/horticulturae8100976

[4] FAO (2022). Land and Water Tomato.
https://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/tomato/en

[5] المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2021. مديرية الإحصاء والتخطيط، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي، سورية.

[Annual Agricultural Statistical - Group. 2021. Directorate of statistics and planning, Ministry of Agriculture and Agrarian reform, Syria (In Arabic).]

[6] Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B., & Turina, M. (2015). A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Archives of viriology, 161(2), pp. 503–506.

[7] Hasan, Z. M., Salem, N. M., Ismail, I. D., Akel, E. H., Ahmad, A. Y. (2021). First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Greenhouse Tomato in Syria. Plant Dsease Vol. 106, p. 772.

[8] Davino, S., Caruso, A. G., Bertacca, S., Barone, S., Panno, S. (2020). The bumblebee Bombus terrestris carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoes. Plants, p. 13.

[9] Panno, S.,Caruso, A. G.,Blanco, G.,Davino, S. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting sweet pepper in Italy. New Disease Reports. 2020;41, p. 20.

[10] Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B.W. & Turina, M. (2016) A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Archives of Virology, 161, 503– 506.

[11] Oladokun, J. O., Halabi, M. H., Barua, P. and Nath, P. D. 2019. Tomato brown rugose fruit disease: Current distribution, knowledge and future prospects. Plant Pathology, 68(9), 1579–1586.

[12] Levitzky, N., Smith, E., Lachman, O., Luria, N., Mizrahi, Y., Bakelman, H (2019). The bumblebee Bombus terrestris carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoe. PLoS ONE 14(1), p. 13.

[13] Alkowni, R., Alabdallah, O., Fadda, Z. (2019). Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. Journal of Plant Pathology. https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7

[14] Sabra, A., Amer, M., Hussain, K., Zakri, A., Al-Shahwan, I., & Al-Saleh, M. (2022). Occurrence and Distribution of Tomato Brown Rugose Fruit Virus Infecting Tomato Crop in Saudi Arabia. Plants 11, 3157.

[15] Iobbi, V., Santoro, V., Maggi, N., Giacomini, M., Lanteri, A., Minuto, G (2023). Characterization of sulfur compounds and antiviral activity against Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) of Italian "Vessalico" garlic compared to other cultivars and landrace. LWT - Food Science and Technology 174 (2023) 114411, pp. 1-10.
[16] Schmeda-Hirschmann G, Tapia A, Lima B 2008. A new antifungal and antiprotozoal depside from the andean lichen Protousnea poeppigii. Phytother Res. 22:349–355.
[17] Luz JSB, De Oliveira EB, Martins MCB 2015. Ultrastructural analysis of Leishmania infantumchagasi promastigotes forms treated in vitro with usnic acid. Sci World J.
[18] Lauinger IL, Vivas L, Perozzo R 2013. Potential of lichen secondary metabolites against Plasmodium liver stage parasites with FAS-II as the potential target. J Nat Prod. 76:1064–1070.
[19] Fritis MC, Lagos CR, Sobarzo NQ 2013. Depsides and triterpenes in Pseudocyphellaria coriifolia (lichens) and biological activity against Trypanosoma cruzi. Nat Prod Res. 27:1607–1610.
[20] Pastrana-Mena R, Mathias DK, Delves M 2016.malaria transmission-blocking (+)-usnic acid derivative prevents Plasmodium zygote-to-ookinete maturation in the mosquito midgut. ACS Chem Biol.11:3461–3472.
[21] Si K, Wei L, Yu X 2016. Effects of (+)-usnic acid and (+)-usnic acid-liposome on Toxoplasma gondii. Exp Parasitol.166:68–74.
[22] Ranković B, Kosanić M 2015. Lichens as a potential source of bioactive secondary metabolites. In: Ranković B, editor. Lichen secondary metabolites: bioactive properties and pharmaceutical potential. Cham: Springer International Publishing. pp. 1–26.
[23] Araújo AAS,De Melo MGD,Rabelo TK 2015.Review of the biological properties and toxicity of usnic acid. Nat Prod Res. 29:2167–2180.
[24] Calcott MJ, Ackerley DF, Knight A 2018. Secondary metabolism in the lichen symbiosis. Chem Soc Rev.47:1730–1760.
[25] Zambare VP, Christopher LP 2012. Biopharmaceutical potential of lichens. Pharm Biol. 50: 778–798.
[26] Mitrović T, Stamenković S, Cvetković V 2011. Antioxidant, antimicrobial and antiproliferative activities of five lichen species. Int J Mol Sci.12:5428–5448.
[27] Stocker-Wörgötter E, Cordeiro LMC, Iacomini M (2013) Chapter 10—Accumulation of potential pharmaceutically relevant lichen metabolites in lichens and cultured lichen symbionts. In: Chemistry A-RBT-S in NP (ed) Studies in natural products chemistry. Elsevier, Amsterdam, pp 337–380.
[28] Wirth V, Anderegg D (1995) .The lichens: Baden-Württemberg Ulmer.
[29] Purvis, O.W.; Coppins, B.J.; Hawksworth, D.L.; James, P.W.; Moore, D.M 1992.The lichen flora of Great Britian and Ireland. Publications in association with the British Lichen Society, London, Natural History Museum.
[30] Dobson, F. Lichens an Illustrated Guide. The Richmond publishing Co. Ltd., England. 2000.
[31] Carmassi, G., Incrocci, L., Incrocci, G. and Pardossi, A. 2007. Non-destructive estimation of leaf area in Solanum lycopersicum L. and gerbera (Gerbera jannesonii H. Bolus). Agr. Med., 137:172-176.
[32] Jewehan, A., Salem, N., Tóth, Z., Salamon, P. & Szabó, Z 2022 Screeningof Solanum (sections Lycopersicon and Juglandifolia) germplasm for reactions to the tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV). Journal of Plant Diseases and Protection, 129: 117– 123.

[33] Queffelec, J.; Fl´orez-Fern´andez, N.;Torres, M.D. and Domínguez, H 2024. Evernia prunastri lichen as a source of bioactive glucans with potential for topical applications International Journal of Biological Macromolecules International Journal of Biological Macro molecules 258, 128859 14p.

[34] Aoussar, N.; Manzali, R.; Nattah, I.; Rhallabi, N.; Vasiljevic, P.; Bouksaim, M.; Douira, A.; Manojlovi, N. and Mellouki, F. 2017. Chemical composition and antioxidant activity of two lichens species (Pseudevernia furfuracea L. and Evernia prunastri L) collected from Morocco, J. Mater. Environ. Sci. 6 :1968–1976.

[35] Yang, Y; Nguyen, TH. TH; Jeong, M; Crişan, F; YU, Y. H; HA, H; Choi, K. ; Jeong5, H. G; Jeong, T. CH; Lee, K. Y; Kim, K. K; Hur, J and Kim, H 2016 . Inhibitory Activity of (+) Usnic Acid against Non-Small Cell Lung Cancer Cell Motility. Journal PLoS ONE, Korea, Vol. 11, N. 1: 1-16.

[36] Chahra, D.; Ramdani, M.; Lograda, T.; Chalard, P.and Gilles Figueredo, G. 2016. Chemical composition and antimicrobial activity of Evernia prunastri and Ramalina farinacea from Algeria Issues in Biological Sciences and Pharmaceutical Research Vol. 4(5), pp. 35-42.

[37] Shcherbakova, A.; Strömstedt, A.; Göransson, U.; Gnezdilov, O.; Turanov, A.; Boldbaatar, A.D.; Kochkin D.; Ulrich‐Merzenich, G. and Koptina, A. 2021. Antimicrobial and antioxidant activity of Evernia prunastri extracts and their isolates World Journal of Microbiology and Biotechnology 37:129.

[38] Stübler, D. and Buchenauer, H. 1997, Antiviral Activity of the Glucan Lichenan (Poly-β (l→3, 1→4) D-anhydroglucose), Journal of phytopathology, 144 (1), 37-43.

[39] Ramíreza, I.;Arayaa, S.; Piovanob,M.;Carvajalb,M.;Cuadros-Inostrozaa, A.; Espinozab, L.; Garbarinob J. and Peña-Cortésa, H. 2012, Lichen Depsides and Depsidones Reduce Symptoms of Diseases Caused by Tobacco Mosaic Virus (TMV) in Tobacco Leaves, 604 Natural Product Communications Vol. 7 (5), 43-47.