

## تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم في بعض مؤشرات النمو لعدة هجن من الفليفلة المزروعة في ظروف البيت البلاستيكي في محافظة اللاذقية، سورية

ريم شاهين حمدان<sup>1\*</sup>، عماد دأود إسماعيل<sup>1</sup> وإنصاف حسن عاقل<sup>2</sup>

(1) قسم وقاية النبات، كلية الزراعة، جامعة تشرين، اللاذقية، سورية؛ (2) مركز بحوث اللاذقية، الهيئة العامة للبحوث العلمية الزراعية، اللاذقية، سورية. \* البريد الإلكتروني للباحث المرسل: hamdanreem958@gmail.com

### الملخص

حمدان، ريم شاهين، عماد دأود إسماعيل وإنصاف حسن عاقل. 2021. تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم في بعض مؤشرات النمو لعدة هجن من الفليفلة المزروعة في ظروف البيت البلاستيكي في محافظة اللاذقية. مجلة وقاية النبات العربية، 39(4): 309-316.

<https://doi.org/10.22268/AJPP-39.4.309316>

هدف البحث إلى دراسة تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم (TYLCV) Tomato yellow leaf curl virus في بعض مؤشرات النمو لعدة هجن من الفليفلة المزروعة في ظروف الزراعة المحمية في الساحل السوري. استخدمت في الدراسة 4 هجن من الفليفلة 2 حريفة/حارة (لهاب وسيراد)، و 2 غير حريفة/حلوة (نيفادا ودالاس). نفذ البحث خلال الموسم الزراعي 2021/2020 ضمن بيت بلاستيكي في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية. صممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة، تضمنت ثمانية معاملات، وثلاثة مكررات، و 5 نباتات في المكرر الواحد. تم حساب نسبة الإصابة ودراسة تأثير الفيروس في بعض مؤشرات النمو والإنتاجية. بينت نتائج التحليل الإحصائي أن الهجن غير الحريفة/الحلوة (نيفادا ودالاس) كانت أكثر حساسية وتأثراً بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة من الهجن الحريفة/الحارة (لهاب وسيراد)، دون وجود أية فروق معنوية بين الهجن. لم يبدي الهجن نيفادا أية أعراض ظاهرية، وكان تأثير الفيروس عليه في مؤشرات النمو (عدد الأزهار ونسبة العقد الزهري ومساحة المسطح الورقي) واضح بالمقارنة مع الهجن الأخرى وبفروق غير معنوية. أبدت الهجن دالاس وسيراد و لهاب أعراض إصابة على أوراق النبات المعدى، وكانت نسبة الإصابة 93.33%، 80% و 80%، على التوالي، بالإضافة لتأثير الفيروس عليها في المعايير السابقة بنسب متفاوتة.

كلمات مفتاحية: فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة، الفليفلة، هجن، معايير النمو، مقاومة النبات، البيت البلاستيكي.

### المقدمة

(2019). بلغت المساحة الإجمالية المزروعة بالفليفلة لموسم 2018، 4603 هكتار وإنتاج 52280 طناً (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية، 2018). أصبحت الإصابة بالأمراض الفيروسية عقبة رئيسة أمام إنتاج محصول الفليفلة ومردوده الاقتصادي بنسبة تصل حتى 90% (Reddick & Habera, 1999)، لذلك أطلق على هذا النبات اسم "لاقط الفيروسات". يعد فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم (TYLCV) Tomato yellow leaf curl virus التابع لجنس *Begomovirus*، فصيلة *Geminiviridae* (Fauquet et al., 2008) من أكثر الفيروسات أهمية لانتشاره الواسع عالمياً (Czosnek, 2007)، ولكثرة عوائله النباتية (Harrison, 1985). ينتقل الفيروس بوساطة ذبابة التبغ البيضاء *Bemisia tabaci* (Ghanim & Czosnek, 2000) وبالتطعيم، ولا ينتقل عن طريق بذور نباتات البندورة/الطماطم المصابة (Fegla et al., 1997)؛ *Nakhla et al.*, 1978)، ولا من خلال التربة. يسبب الفيروس خسائر في محصول الفليفلة تصل في الإصابة المبكرة إلى 100% (Salati et al., 2002).

يتبع محصول الفليفلة (*Capsicum annum*)، جنس *Capsicum*، العائلة الباذنجانية (*Solanaceae*) (Alonso et al., 1989)، حيث يضم هذا الجنس حوالي 27-30 نوعاً معروفاً (da Costa et al., 2006). ويعد هذا المحصول بمختلف أنواعه من الخضراوات عالية القيمة الغذائية، ومصدراً مهماً للفيتامينات A، C و E، فضلاً عن فوائده الطبية العديدة (Shaha et al., 2013؛ Sitthiwong et al., 2005؛ Kumari, 2013). يحتل محصول الفليفلة عالمياً المرتبة الثالثة من حيث الأهمية بعد البندورة/الطماطم والبطاطا/البطاطس (Ahmed et al., 2020)، بينما يحتل المرتبة الثالثة في سورية بعد البندورة/الطماطم والخيار (المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية،

## المادة النباتية

تم الحصول على بذور هجن الفليفلة من السوق المحلية، وهي من أهم الهجن المزروعة في الساحل السوري والمطلوبة بالسوق المحلية منذ سنوات وهي كالتالي:

### الهجن الحلوة:

- Nevada F1: المنشأ إسبانيا، نسبة نقاوته 98%، الإنبات 75%، ومعامل بالمبيد الفطري ثيرام. هذا الهجين من هجن الفليفلة الحلوة، الثمرة مدبلة وجدارها لحمي سميك. معروف هذا الصنف بإنتاجيته وقيمته التسويقية العالية. وهو هجين متحمل البرودة، من إنتاج شركة Semillas Fito.

- Dallas F1: هندي المصدر نسبة نقاوته 98%، نسبة الإنبات 75%، معامل بالمبيد الفطري ثيرام. ثماره حلوة متطاولة جدارها لحمي رقيق معروف بإنتاجيته وقيمته التسويقية العالية، متوسط الارتفاع، وهو من إنتاج شركة Enza Zaden.

### الهجن الحريفة:

- Sirada2 F1: منشأ هذا الصنف الصين، نقاوته 98%، نسبة الإنبات 85%، متوسط الحرافة، نباتاته قوية النمو، غزيرة الإنتاج، ثماره سميكة الجدار متطاولة مدببة، طولها 18-22 سم، يتغير لونها من الأخضر إلى الأحمر عند النضج. إنتاج شركة هولندا-رين سيدز.

- LAHAB F1: هجين عادي الحرافة، قائم قوي النمو، متوسط الارتفاع، الثمار رمحية سميكة القشرة طولها 8-10 سم. لونها أخضر تتحول للأحمر عند النضج، هجين مناسب للتصدير والأسواق المحلية.

زرعت بذور كل هجين على حدة ضمن صواني فلينية تحت تغطية شبكية مانعة لدخول الحشرات، تم نقلها إلى البيت البلاستيكي المجهز سابقاً بكافة الأمور الخدمية (حراثة، أسمدة، تغطية كاملة).

## العزلة الفيروسية المستخدمة

تم الحصول على العزلة الفيروسية من مختبر الفيروسات في مركز بحوث اللاذقية (من قبل الدكتورة إنصاف عاقل)، وهي عزلة من نباتات بندورة تم إحضارها من بيت بلاستيكي في محافظة طرطوس وتم تعريفها في مختبر الفيروسات، مركز بحوث اللاذقية باستخدام تجارب حيوية ومخبرية معتمدة (Brunt & Cohen, 1988؛ Juan et al., 2010)، وتم تأكيدها مصلياً باختبار TAS-ELISA باستخدام المصل المضاد للفيروس من إنتاج شركة LOWE الألمانية، وفقاً لتعليمات الشركة المنتجة.

ظهر الفيروس كمشكلة خطيرة في منطقة زراعة الفليفلة الحارة/الحريفة في بنغلاديش (Morilla et al., 2005)، وسُجِّل أيضاً في السودان (Elshafie et al., 2005)، وفي الهند (Shih et al., 2007)، وتايلاند (Samretwanich et al., 2000)، وسُجِّل في العديد من الدول وبالأخص في مناطق البحر المتوسط، وسجل في سورية على عدة محاصيل منها البندورة/الطماطم وبعض الأعشاب البرية الشائعة (حسن وآخرون، 2011)، ومحصول الفليفلة بإصابات مفردة أو مشتركة مع فيروس الذبول المتبقي في البندورة/الطماطم Tomato spotted wilt virus (TSWV)، جنس *Tospovirus*، عائلة *Bunyaviridae* (Akel et al., 2019). تختلف الأعراض التي يسببها الفيروس باختلاف النوع النباتي وعمره وقت حدوث الإصابة وحساسية الأصناف أو الهجن ضمن النوع النباتي الواحد والسلالة الفيروسية والظروف البيئية المحيطة، بالإضافة إلى نوع العائل النباتي حيث أثبت Morilla et al. (2005) أن نباتات الفليفلة يمكن أن تصاب بسلالتين من [99/01TYLCV-Mid[ES، TYLCV]، دون أعراض ظاهرة، وبين Kil et al. (2014) أن محصول الفليفلة لا يظهر أية أعراض عند الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم وأنه بمثابة عائل مخزن للفيروس ينتقل منه إلى المحاصيل الأخرى كالبندورة ويحتفظ به بوساطة ذبابة التبغ البيضاء. في حين أشار Rahman et al. (2009) إلى انخفاض كبير في عدد الثمار وطول الثمرة ووزنها في النباتات المصابة مقارنة بالنباتات السليمة، وقد لوحظ أن النباتات المصابة في وقت مبكر لا تنتج أي ثمرة وفي مرحلة الإزهار تصبح الأزهار جافة وتسقط.

تأتي أهمية البحث من أهمية محصول الفليفلة وقيمته الغذائية والتصنيعية، إضافة إلى تسجيل فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم وانتشاره على الفليفلة في سورية، لذا هدف البحث إلى دراسة تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم في نسبة الإصابة، وبعض مؤشرات النمو والإنتاجية لعدة هجن من الفليفلة المزروعة في ظروف البيت البلاستيكي، في الساحل السوري.

## مواد البحث وطرقه

### مكان تنفيذ البحث

نفذ البحث في مركز البحوث العلمية الزراعية في اللاذقية، في تجربة حقلية ضمن بيت بلاستيكي تحت الظروف الطبيعية خلال خريف وشتاء 2020-2021.

## العدوى الاصطناعية

Polston *et al.* (2006) عند اختبارهم حساسية بعض الأنواع (*C. pubescens*، *C. frutescens*، *C. chinense*، *C. annuum*) (*C. baccatum*) تجاه الإصابة بفيروس TYLCV والسلالة الخفيفة منه (TYLCV-Mid)، حيث تبين لديهم أنّ بعض الطرز الوراثية من أنواع الفليفلة لم تظهر أية أعراض إصابة وإنما كانت مجرد عوائل مخزنة لحفظ الفيروس.

بينما كشفت الأعراض الظاهرية على الهجين الحلو دالاس (غير الحريف) بعد 15 يوماً من العدوى، حيث أبدى أعراض تبرقش وشحوب والتفاف حواف الأوراق الحديثة للأعلى وتجدها، وكانت نسبة الإصابة 40% بعد 15 يوماً من العدوى، ثم بدأت بالازدياد تدريجياً حتى وصلت إلى 93.33% بعد 45 يوماً من العدوى، وهذا يتفق مع دراسة سابقة (Channakeshava *et al.*, 2019)؛ وهذا يتفق مع دراسة سابقة (Sharma & Kulshrestha, 2016) تجاه حساسية الهجين الحلو للإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم.

بالنسبة للهجين الحريف سيراد، فقد كشفت الأعراض الظاهرية عليه بعد 15 يوماً من العدوى أيضاً، حيث بلغت نسبة الإصابة بناءً على الأعراض الظاهرية بعد 15 و 30 يوماً من العدوى 33.3% و 66.66%، على التوالي، لتزداد بعد 45 يوماً إلى 80%، في حين كانت الأعراض على الهجين الحريف لهاب خفيفة تمثلت باصفرار خفيف وشفافية العروق، حيث بلغت نسبة الإصابة 20% فقط بعد 15 يوماً لتزداد بعد 30 و 45 يوماً إلى 60% و 80%، على التوالي (جدول 1). وتتفق هذه النتائج مع ما أشارت إليه دراسات سابقة (Rahman *et al.*, 2009؛ Salati *et al.*, 2002) تجاه حساسية الهجين الحريف. ومن هنا تأتي أهمية الأعراض الظاهرية لدراسة تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم على بعض المحاصيل النباتية الهامة (Bos, 1969).

## الصفات الثمرية

أظهرت النتائج (جدول 2) وجود تباين بين هجن الفليفلة المدروسة المعدلة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة من حيث عدد الأزهار الكلية، وعدد الأزهار العاقدة، وذلك بالمقارنة مع الشواهد الخاصة بكل هجين بدون أية فروق معنوية. بالنسبة للهجن غير الحريفية (الحلوة)، فقد بلغ عدد الأزهار في الهجين نيفادا الحلو الشاهد 54، 84.6 و 98 زهرة/نبات، وعقد منها 0.5%، 15.5% و 28%، بينما في معاملة الهجين المعدى فقد انخفض عدد الأزهار إلى 28، 55.66 و 65.66 زهرة/نبات، وعقد منها 0.33%، 4.33% و 6.33% بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى، على التوالي.

أعدت الهجن المعتمدة (نيفادا، دالاس، سيراد، لهاب) بطريقة التطعيم مع بقاء نباتات غير معاملة بالفيروس كشاهد، حيث اعتمد نبات الفليفلة كأصل وأخذ الطعم من نبات البندورة المصاب بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم.

## تصميم التجربة والتحليل الاحصائي

صُممت التجربة وفق تصميم القطاعات العشوائية الكاملة. تضمنت التجربة 8 معاملات (4 معاملات معده بالفيروس المدروس و 4 معاملات شاهد)، 3 مكررات لكل معاملة، 5 نباتات/المكرر. كان عدد نباتات التجربة الكلي  $8 \times 3 \times 5 = 120$  نباتاً. تم تسجيل القراءات وتحليل النتائج احصائياً وفق برنامج (CO-STAT) باستخدام أقل فرق معنوي عند احتمال 5%.

## المعايير المدروسة

سُجّلت قراءات التجربة بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى بالفيروس، وحسبت المؤشرات التالية:  
- نسبة الإصابة بناءً على الأعراض الظاهرية وفق المعادلة التالية (Rahman *et al.*, 2009؛ Yang *et al.*, 1996):

$$\text{نسبة الإصابة \%} = \frac{\text{عدد النباتات المصابة}}{\text{عدد النباتات الكلية}} \times 100$$

- المسطح الورقي (سم<sup>2</sup>/نبات) (Sakalova, 1979):

$$K \times N \times W \times L = S$$

حيث أنّ: S = مساحة المسطح الورقي (سم<sup>2</sup>/نبات)، L = أقصى طول للورقة (سم)، W = أقصى عرض للورقة (سم)، N = عدد أوراق النبات، K = معامل التصحيح (0.68 للهجن الحلوة، 0.73 للهجن الحريفية).

- متوسط عدد الأزهار الكلية على النبات (زهرة/نبات)، وعدد الأزهار العاقدة ونسبتها المئوية (زهرة عاقدة/نبات).

## النتائج والمناقشة

### نسبة الإصابة

بينت النتائج أنّ الهجين الحلو/غير الحريف (نيفادا) لم يبد أية أعراض ظاهرية للإصابة على الأجزاء الورقية حتى بعد 45 يوماً من العدوى، وهذا يدل على عدم حساسية هذا الهجين لظهور أعراض الإصابة، وربما يكون عبارة عن مخزن للفيروس وهذا يتفق مع ما أشار إليه

**جدول 1.** نسبة الإصابة في هجن الفليفلة المدروسة التي تم إعداؤها بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم (TYLCV) بناءً للأعراض الظاهرية.

**Table 1.** Infection rate of pepper hybrids inoculated with Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) based on symptoms observed.

Infection rate (%)			المعاملة
نسبة الإصابة %	نسبة الإصابة %	نسبة الإصابة %	
45 يوماً	30 يوماً	15 يوماً	Treatment
45 Days	30 Days	15 Days	
0.00	0.00	0.00	Sweet pepper Nevada hybrid
93.33	73.33	40.00	Sweet pepper Dallas hybrid
80.00	66.66	33.33	Hot pepper Syrada hybrid (inoculated)
80.00	60.00	20.00	Hot pepper Lahab hybrid (inoculated)
28.76	24.30	34.80	LSD at P=0.05

**جدول 2.** تأثير الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم (TYLCV) في نسبة عقد الثمار لهجن الفليفلة المدروسة.

**Table 2.** Effect of Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) infection on fruit setting of evaluated pepper hybrids.

45 يوماً بعد العدوى				30 يوماً بعد العدوى				15 يوماً بعد العدوى				هجن الفليفلة Pepper hybrids
45 Days after inoculation				30 Days after inoculation				15 Days after inoculation				
نسبة التخفيض %		%		نسبة التخفيض %		%		نسبة التخفيض %		%		
% Reduction	%	%	%	% Reduction	%	%	%	% Reduction	%	%	%	
الأزهار العاقدة	عدد الأزهار	الأزهار العاقدة	الأزهار الكلية	الأزهار العاقدة	عدد الأزهار	الأزهار العاقدة	الأزهار الكلية	الأزهار العاقدة	عدد الأزهار	الأزهار العاقدة	الأزهار الكلية	
Flower set %	No. of flowers	Flower set %	Total flowers	Flower set %	No. of flowers	Flower set %	Total flowers	Flower set %	No. of flowers	Flower set %	Total flowers	
-	-	28.00 a	98.00 a	-	-	15.50 a	84.66 a	-	-	0.50 a	54.0 a	نيفادا شاهد Nevada control
77.39	33.00	6.33 a	65.66 a	72.06	34.24	4.33 a	55.66 a	34	48.14	0.33 a	28.0 a	نيفادا معدى Nevada inoculated
-	-	8.00 a	44.50 a	-	-	7.50 a	33.00 a	-	-	1.00 a	40.5 a	دالاس شاهد Dallas control
20.87	31.10	6.33 a	30.66 a	55.60	24.24	3.33 a	25.00 a	67	40.74	0.33 a	24.0 a	دالاس معدى Dallas inoculated
-	-	6.00 a	63.50 a	-	-	7.50 a	45.50 a	-	-	0.50 a	39.0 a	سيراد شاهد Sirad control
23.33	10.23	4.60 a	57.00 a	91.20	25.27	0.66 a	34.00 a	34	48.71	0.33 a	20.0 a	سيراد معدى Sirad inoculated
-	-	35.00 a	85.33 a	-	-	22.50 a	77.00 a	-	-	2.00 a	48.0 a	لهاب شاهد Lahab control
66.68	5.07	11.66 a	81.00 a	77.77	4.76	5.00 b	73.33 a	100	6.95	0.00 a	44.7 a	لهاب معدى Lahab inoculated

الأرقام التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

و 30.66% زهرة/نبات بنسبة عقد 0.33%، و 3.33% و 6.33% بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى الفيروسية، على التوالي.

وفي الهجين الحلو/دالاس فقد بلغ عدد الأزهار الكلية في معاملة الشاهد 40.5، 33 و 44.5 زهرة/نبات عقد منها 1%، 7.5% و 8%، بينما في معاملة النبات المعدى فقد بلغ العدد الكلي للأزهار 24، 25

34% و 91.2%، 23.33% بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى، على التوالي.

وتتفق هذه النتائج مع ما أشار إليه Rahman et al. (2009) بأن النباتات المصابة مبكراً بفيروس TYLCV تجف أزهارها ثم تسقط. وأيضاً مع دراسة قام بها العابدي وآخرون (2019) لتشخيص ثلاث سلالات جديدة تابعة لفيروس TYLCV في العراق الذي أكد على تشابه السلالات الفيروسية في أعراض الإصابة للنبات من تجعد الأوراق القمية والتفافها إضافة لانخفاض نسبة العقد الزهري مؤدياً ذلك إلى تراجع الإنتاجية.

#### صفات النمو الخضري

أشارت نتائج حساب المسطح الورقي (جدول 3) إلى وجود فروق غير معنوية بين معاملات الشاهد والمعدى لجميع الهجن المدروسة باستثناء الهجين نيفادا، حيث تبين وجود فروق معنوية بين معاملتي الشاهد والمعدى بعد 15 يوماً من العدوى فقط (520.2 و 218.28 سم<sup>2</sup>) وذلك بنسبة فقد 58.03% ثم انخفض تأثير الفيروس بعد شهر مع تقدم النبات بالمر، حيث بلغت قيمة المسطح الورقي في الهجين نيفادا بعد شهر من الإعداء (586.5 و 303.98 سم<sup>2</sup>) في معاملي الشاهد و المعدى، على التوالي، بدون أية فروق معنوية عندها وذلك بنسبة فقد وصلت إلى 48.17%، بينما الهجين دالاس بلغت مساحة المسطح الورقي لدى معاملي الشاهد والمعدى 154.36 و 148.92 سم<sup>2</sup>، على التوالي، بنسبة فقد 3.52% بعد 15 يوماً من الإعداء لتزداد بعد شهر إلى نسبة فقد 53.06% وذلك بمساحة مسطح ورقي في معاملي الشاهد والمعدى 379.44 و 178.1 سم<sup>2</sup>، على التوالي، مما يدل بأن صفات الهجين دالاس بطء في النمو وتقرم وصغر في حجم الورقة.

بالنسبة للهجن الحريفة/الحارة، فقد وصل عدد الأزهار الكلية لدى الهجين الحار/سيراد الشاهد إلى 39، 45.5 و 63.5 زهرة/نبات عقد منها 0.5%، 7.5% و 6% لينخفض العدد الكلي للأزهار في معاملة النبات المعدى 20، 34 و 57 زهرة/نبات وبنسبة عقد 0.33%، 0.66% و 4.6% بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى، على التوالي. بينما لدى الهجين الحريف/لهاب الشاهد فقد بلغ العدد الكلي للأزهار 48، 77 و 85.33 زهرة/نبات عقد منها 2%، 22.5% و 35% بعد 15، 30، 45 يوماً وبالمقارنة مع معاملة النبات المعدى فقد بلغ عدد الأزهار الكلية 44.66%، 73.33% و 81% بنسبة عقد 0% و 11.66% بعد 15 و 45 يوماً من العدوى، على التوالي، بينما بعد 30 يوماً من العدوى فقد لوحظ وجود فروق معنوية بين معاملتي النبات الشاهد والمعدى حيث بلغت نسبة العقد لدى الشاهد والمعدى 22.5 و 5، على التوالي.

خفضت الإصابة بالفيروس من عدد الأزهار في الهجين المعدى نيفادا/الحو بنسبة بلغت 48.14%، 34.24% و 33% كما خفضت الإصابة بالفيروس من نسبة الأزهار العاقدة بنسب بلغت 34%، 72.06% و 77.39% بعد 15، 30 و 45 يوماً من العدوى، على التوالي. أما بالنسبة للهجين الحلو/دالاس فقد خفضت العدوى الفيروسية من عدد الأزهار العاقدة بنسب بلغت 40.74%، 24.24% و 31.10% وخفضت من عدد الأزهار العاقدة 67%، 55.6% و 20.87% بعد 15، 30، 45 يوماً من العدوى، على التوالي. أما بالنسبة للهجن الحريفة فقد وصلت نسبة تخفيض عدد الأزهار العاقدة في الهجين الحريف/سيراد بفعل الإصابة الفيروسية 48.71%، 25.27% و 10.23%، وبلغت نسبة تخفيض عدد الأزهار العاقدة

جدول 3. تأثير الإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطمطم (TYLCV) في مساحة المسطح الورقي في هجن الفليفلة المدروسة.  
Table 3. Effect of Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) infection on leaf surface area of evaluated pepper hybrids.

هجن الفليفلة Pepper hybrids	مساحة المسطح الورقي (سم <sup>2</sup> ) Leaf surface area (cm <sup>2</sup> )					
	30 يوماً بعد العدوى 30 Days after inoculation		15 يوماً بعد العدوى 15 Days after inoculation		نسبة التخفيض Reduction rate %	نسبة التخفيض Reduction rate %
	المعدى Inoculated	الشاهد Control	المعدى Inoculated	الشاهد Control		
هجين حلو نيفادا Sweet pepper hybrid Nevada	303.98 a	586.50 a	218.28 b	520.20 a	48.17	58.03
هجين حلو دالاس Sweet pepper hybrid Dallas	178.10 a	379.44 a	148.92 a	154.36 a	53.06	3.52
هجين حار سيراد Hot pepper hybrid Sirad	240.90 a	288.34 a	104.02 a	156.70 a	16.45	33.61
هجين حار لهاب Hot pepper hybrid Lahab	248.93a	277.40 a	106.58 a	195.15 a	36.60	45.38

الأرقام التي يتبعها الأحرف نفسها في العمود نفسه لا يوجد بينها فرق معنوي عند مستوى احتمال 5%.

Values followed by the same letters in the same column are not significantly different at P=0.05.

الورقي رغم اختلاف أصناف الفليفلة المدروسة. كما لوحظ في هذه الدراسة بأن هجن الفليفلة الحريفة/الحارة أقل حساسية وتأثراً بالعدوى الفيروسية من الهجن الغير حريفة/الحلوة.

يتبين مما سبق أن جميع هجن الفليفلة المدروسة غير الحريفة/الحلوة (نيفادا ودالاس) والحريفة/الحارة (سيراد ولهاب) عرضة للإصابة بفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة/الطماطم، وتبين أن الهجن نيفادا يمكن أن يكون مخزناً للفيروس بدون أية أعراض إصابة ظاهرية، بينما الهجن الأخرى أبدت أعراضاً ظاهرية للإصابة ما بين تيرقش واصفرار وتجعد والتفاف الأوراق الحديثة النمو للأعلى (دالاس وسيراد) بالإضافة إلى شفافية العروق التي ظهرت بشكل واضح في الهجن لهاب. كما أظهرت الهجن الحريفة تحملاً أكثر وحساسية أقل تجاه الإصابة بالفيروس المدروس من الهجن غير الحريفة، حيث تبين أن الهجن لهاب (الحريف) كان أكثر تحملاً من الهجن سيراد (الحريف) من حيث موعد ظهور الإصابة ونسبتها. كذلك أبدى هجن الفليفلة دالاس (حلو) أعراضاً ظاهرية للإصابة بالفيروس المدروس بنسبة كبيرة وصلت إلى 93%، بينما كان هجن الفليفلة نيفادا (حلو) أقل تأثراً بالعدوى الفيروسية من الهجن دالاس.

أما الهجن سيراد فقد وصلت نسبة الفقد بعد 15 يوماً إلى 33.61% وذلك بمساحة المسطح الورقي لدى معاملتي الشاهد والمعدى 156.7 و 104.02 سم<sup>2</sup>، على التوالي، لتتخفف بعد شهر لتصل إلى 16.45% بمساحة مسطح ورقي لدى معاملتي الشاهد والمعدى 288.34 و 240.9 سم<sup>2</sup>، على التوالي. بينما بلغت نسبة الفقد للهجن لهاب بعد 15 يوماً من العدوى 45.38% بمساحة مسطح ورقي لدى معاملتي الشاهد والمعدى 195.15 و 106.58 سم<sup>2</sup>، على التوالي، لتتخفف بعد شهر إلى 36.6% وذلك بمساحة مسطح ورقي لدى معاملتي الشاهد والمعدى 277.4 و 248.93 سم<sup>2</sup>، على التوالي.

تجدر الإشارة هنا بأن الهجن دالاس كان أقل فقداً بمساحة المسطح الورقي من الهجن البقية (نيفادا وسيراد ولهاب) بعد 15 يوماً من العدوى فقط، وأن تأثير الفيروس كان أشد على الهجن الثلاثة (نيفادا وسيراد ولهاب) في المراحل المبكرة من عمر النبات لينخفض تأثيره مع التقدم بالعمر النباتي على خلاف الهجن دالاس فلقد كان تأثير الفيروس عليه ضعيفاً في الايام العشر الأولى ثم بدأ بالازدياد تدريجياً كلما تقدم بالعمر. وقد توافقت نتائج هذه الدراسة مع ما أشار إليه (Rahman et al. 2009) و (Channakeshava et al. 2019) في تأثير فيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة على مساحة المسطح

## Abstract

Hamdan, R.S., I.D. Ismail and I. Akel. 2021. Effect of Tomato Yellow Leaf Curl Virus Infection on Some Growth Indicators of Pepper Hybrids Grown Under Plastic House Conditions in Lattakia Governorate, Syria. Arab Journal of Plant Protection, 39(4): 309-316. <https://doi.org/10.22268/AJPP-39.4.309316>

This study aimed to evaluate the effect of *Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV) infection on some growth parameters of several pepper hybrids grown under protected cultivation along the Syrian coast. Four pepper hybrids (*Capsicum annuum*) were tested, two hot (Lahab, Sirad) and two sweet (Nevada, Dallas) peppers. The research was carried out during the 2020-2021 growing season in a plastic house at the Agriculture Scientific Research Center in Lattakia, using a randomized complete block design, with 8 treatments, three replicates and 5 plants per replicate. The results obtained showed that the sweet pepper hybrids (Nevada, Dallas) were more sensitive to infection with Tomato yellow leaf curl virus than the hot pepper hybrids (Lahab, Sirad), without significant differences among them. The pepper hybrid Nevada did not show any apparent symptoms, and the effect of the virus on some growth parameters (number flowers, flower setting, and the leaf surface area) was evident in comparison with other hybrids, but the differences were not significant. The Dallas, Sirad and Lahab pepper hybrids showed visible symptoms in response to infection with infection rate of 93.33%, 80% and 80%, respectively. The effect of virus infection on the growth parameters of these hybrids was variable. The reduction in the flowers number of Nevada, Dallas, Cirad and Lahab after 45 days of infection was 33%, 31.10%, 10.23% and 5.07%, respectively, and also with a reduction in the number of flowers setting of 77.39%, 20.87%, 23.33% and 66.68%, respectively. The same was true for the leaf surface area, where reduction rate for the Nevada, Dallas, Sirad and Lahab hybrids 30 days after infection was 48.17%, 53.06%, 16.45% and 36.6%, respectively.

**Keywords:** Tomato yellow leaf curl virus, pepper hybrids, growth parameter, host resistance, protected agriculture.

**Affiliation of authors:** R.S. Hamdan<sup>1\*</sup>, I.D. Ismail<sup>1</sup> and I. Akel<sup>2</sup>. (1) Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, Tishreen University, Lattakia, Syria; (2) Lattakia Research Center, General Authority of Agricultural Scientific Research, Lattakia, Syria. \*Email of corresponding author: hamdanreem958@gmail.com

## References

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2019. مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي السورية. دمشق، سورية.

[Annual Agricultural Statistics Records. 2019. Directorate of Planning and International Cooperation. Damascus, Syria. (In: Arabic)].

## المراجع

المجموعة الإحصائية الزراعية السنوية. 2018. مديرية التخطيط والتعاون الدولي، وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي السورية. دمشق، سورية.

[Annual Agricultural Statistics Records. 2018. Directorate of Planning and International Cooperation. Damascus, Syria. (In: Arabic)].

- infecting tomato and pepper in Sudan. *International Journal of Virology*, 1(1): 28-28.  
<https://doi.org/10.3923/ijv.2005.28.28>
- Fauquet, C.M., R.W. Briddon, J.K. Brown, E. Moriones, J. Stanley, M. Zerbini and Z. Zhou.** 2008. Geminivirus strain demarcation and nomenclature. *Archives of Virology*, 153(4): 783-821.  
<https://doi.org/10.1007/s00705-008-0037-6>
- Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman and H.A. Younes.** 1997. Host range, transmission and serology of an isolate of tomato yellow leaf curl virus from tomato of plastic houses in northern Egypt. Pages 549-568. In: Proceedings of the 1<sup>st</sup> Scientific Conference of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, Egypt.
- Ghanim, M. and H. Czosnek.** 2000. Tomato yellow leaf curl geminivirus (TYLCV-Is) is transmitted among whiteflies (*Bemisia tabaci*) in a sex-related manner. *Journal of Virology*, 74(10): 4738-4745.  
<https://doi.org/10.1128/jvi.74.10.4738-4745.2000>
- Harrison, B.D.** 1985. Advances in geminivirus research. *Annual Review of Phytopathology*, 23: 55-82.  
<https://doi.org/10.1146/annurev.py.23.090185.000415>
- Juan, A.D., M.C. Carmen, M. Enrique, R. Eduardo, C. Henryk and J. Navas-Castillo.** 2010. Tomato yellow leaf curl viruses: ménage à trois between the virus complex, the plant and the whitefly vector. *Molecular Plant Pathology*, 11: 441-450.  
<https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2010.00618.x>
- Kil, E.-J., H.-S. Byun, S. Kim, J. Kim, J. Park and S. Cho.** 2014. Sweet pepper confirmed as a reservoir host for *tomato yellow leaf curl virus* by both agro-inoculation and whitefly-mediated inoculation. *Archives of virology*, 159(9): 2387-2395.  
<https://doi.org/10.1007/s00705-014-2072-9>
- Kumari, S.** 2013. Genetic variability studies in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Asian Journal of Horticulture*, 8(1): 280-284.
- Morilla, G., D. Janssen, S. García-Andrés, E. Moriones, I.M. Cuadrado, and E.R. Bejarano.** 2005. Pepper (*Capsiam annuum*) is a dead-end host for Tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology*, 95(9): 1089-1097. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-95-1089>
- Nakhla, M.K., M. El-Hammady and H.M. Mazyad.** 1978. Isolation and identification of some viruses naturally infecting tomato plants in Egypt. Pages 1042-1051. In: Proceedings of the 4<sup>th</sup> Conference of Pest Control conference, NRC, Cairo, Egypt.
- Polston, J.E., L. Cohen, T.A. Sherwood, R. Ben-Joseph and M. Lapidot.** 2006. *Capsicum* species: symptomless hosts and reservoirs of *Tomato yellow leaf curl virus*. *Phytopathology*, 96(5): 447-452.  
<https://doi.org/10.1094/PHYTO-96-0447>
- Salati, R., M.K. Nakhla, M.R. Rojas, P. Guzman, J. Jaqaez, D.P. Maxwell and R.L. Gilbertson.** 2002. Tomato yellow leaf curl virus in the Dominican Republic: characterization of an infectious clone, virus monitoring in whiteflies, and identification of reservoir hosts. *Phytopathology*, 92(5): 487-496.  
<https://doi.org/10.1094/PHYTO.2002.92.5.487>
- العابدي، عقيل نزال، مالك حسن كريم وكرار عبد الزهرة الأسدي. 2019. تشخيص ثلاث سلالات جديدة تابعة لفيروس تجعد واصفرار أوراق الطماطم/البندورة (*Tomato yellow leaf curl virus*) في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 37(3): 223-231.  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-037.3.223231>
- [Al-Abedy, A.N., M.H. Karem and K.A. Al-Asade. 2019. Characterization of three new strains of Tomato yellow leaf curl virus in Iraq. *Arab Journal of Plant Protection*, 37(3): 223-231. (In: Arabic)].  
<https://doi.org/10.22268/AJPP-037.3.223231>
- حسن، زياد، عماد داؤد اسماعيل وصلاح الشعبي. 2011. التحري عن العوائل البيريّة المخزّنة لفيروس تجعد واصفرار أوراق البندورة في الساحل السوري. مجلة جامعة تشرين، سلسلة العلوم البيولوجية، 33(5): 189-200.
- [Ziad, H., I.D. Ismail and S. Shaabi. 2011. Search for wild sources of Tomato yellow leaf curl virus along the Syrian coast. *Tishreen University Journal, Biological Sciences Series*, 33(5): 189-200. (In: Arabic).]
- Ahmed, W., M. Imran, M. Yaseen, T. Haq, M.U. Jamshaid, S. Rukh, R.M. Ikram, M. Ali, A. Ali, M. Maqbool, M. Arif and M.A. Khan.** 2020. Role of salicylic acid in regulating ethylene and physiological characteristics for alleviating salinity stress on germination, growth and yield of sweet pepper. *Peer Journal*, 8: e8475. <https://doi.org/10.7717/peerj.8475>
- Akel, E., A.-R. Qusayi, A. Nadine and I.D. Ismail.** 2019. First report of a mixed infection with Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) and Tomato spotted wilt virus (TSWV) in some economic crops in the Syrian Coastal Region. *Canadian Journal of Pesticides and Pest Management*, 1(1): 37-45.  
<https://doi.org/10.34195/can.j.ppm.2019.12.003>
- Alonso, E.L., M.T. Gracia, B. Avila-Rincon, M.T. Wicke and J.R. Serra Daiz.** 1989. A tobamovirus causing heavy losses in protected pepper crops in Spain. *Journal of Phytopathology*, 125(1): 67-76.  
<https://doi.org/10.1111/j.1439-0434.1989.tb01057.x>
- Bos, L.** 1969. Method of studying plants as virus hosts. *Methods in Virology*, 1: 129-162.
- Brunt, A.A. and S. Cohen.** 1988. Descriptions and Lists from the VIDE Database of Tomato yellow leaf curl bigeminivirus. *Plant Viruses Online*.
- Channakeshava, C., M.S. Patil, N.B. Moger, S.M. Mantur, S.K. Prashanthi, M.S. Biradar and G. Balol.** 2019. Incidence of viral diseases on capsicum (sweet pepper) under protected conditions in Karnataka. *International Journal of Chemical Studies*, 7(6): 1548-1551.
- Czosnek, H.** 2007. *Tomato yellow leaf curl virus disease: management, molecular biology, breeding for resistance*. Springer. 444 pp.
- da Costa, F.R., T.N.S. Pereira, A.P. Vitória, K.P. de Campos, R. Rodrigues, D.H. da Silva and M.G. Pereira.** 2006. Genetic diversity among Capsicum accessions using RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6(1): 18-23.  
<https://doi.org/10.12702/1984-7033.v06n01a03>
- Elshafie, E., G. Daffalla, K. Gebre and G. Marchoux.** 2005. Mosaic-inducing viruses and virus-like agents

- Sitthiwong, K., T. Matsui and S. Sukprakarn.** 2005. Classification of pepper (*Capsicum annuum* L.) accessions by RAPD analysis. *Biotechnology*, 4(4): 305-309.  
<https://doi.org/10.3923/biotech.2005.305.309>
- Rahman, M.S., A.M. Akanda, M.K.R. Bhuiyan and L.F. Lipi.** 2009. Studies on yellow leaf curl disease of chilli caused by Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). *International Journal of Bioresearch*, 7(5): 1-5.
- Reddick, B.B. and L.F. Habera.** 1999. New resistance to plant viruses in pepper. Report from the Department of Entomology and Plant Pathology, The University of Tennessee, Knoxville, TN, USA.
- Yang, X., K. Liangyi and P. Tien.** 1996. Resistance of tomato infected with Cucumber mosaic virus satellite RNA to potato spindle tuber viroid. *Annals of Applied Biology*, 129: 543-551.  
<https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1996.tb05775x>
- Sakalova, G.V.** 1979. Environment and Experimental Plant Growth. Academic press, Moscow. 360 pp. (In Russian)
- Samretwanich, K., P. Chiemsombat, K. Kittipakorn and M. Ikegami.** 2000. A new geminivirus associated with a yellow leaf curl disease of pepper in Thailand. *Plant Disease*, 84(9): 1047.  
<https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.9.1047D>
- Shaha, R.K., S.H. Rahman and A. Asrul.** 2013. Bioactive compounds in chilli peppers (*Capsicum annuum* L.) at various ripening (green, yellow and red) stages. *Annals of Biological Research*, 4(8): 27-34.
- Sharma A. and S. Kulshrestha.** 2016. Molecular characterization of tospoviruses associated with ringspot disease in bell pepper from different districts of Himachal Pradesh. *Virus Disease*, 27(2): 188-192.  
<https://doi.org/10.1007/s13337-016-0315-y>
- Shih, S.L., W.S. Tsai, S.K. Green and D. Singh.** 2007. First report of Tomato leaf curl Joydebpur virus infecting chilli in India. *Plant Pathology*, 56(2): 341.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.2007.01540.x>

Received: April 7, 2021; Accepted: November 8, 2021

تاريخ الاستلام: 2021/4/7؛ تاريخ الموافقة على النشر: 2021/11/8