مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (١٠) العدد (٨) ٢٠٢٦
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (10) No. (8) 2026

الانتقال البذري لفيروس التجعّد البني على ثمار البندورة ودراسة توزّع الفيروس في أجزاء نبات البندورة

د. عماد دأود اسماعيل*

د. إنصاف حسن عاقل**

د. أحمد يوسف أحمد***

زياد محمود حسن****

(تاريخ الإيداع ٢٠٢٦/٣/١٢ . قُبِل للنشر في ٢٠٢٦/٥/٤)

□ ملخّص □

أجريت هذه الدراسة بهدف الكشف عن إمكانية الانتقال البذري لفيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV في البندورة والكشف عن توزعه في مختلف أعضاء نبات البندورة المصاب وذلك باستخدام اختبار DAS-ELISA.

استخرجت بذور البندورة بطريقة التخمير Fermintation من ثمار مثبتة إصابتها مسبقاً بفيروس ToBRFV ومن ثمار أخرى سليمة وخالية من الفيروس، وكانت العينات المختبرة لـ: بذور مصابة، بذور سليمة، وعينات مختلطة من كليهما بنسبة ٥٠%، ٢٥% و١٢,٥% من البذور المصابة في العينة الواحدة. حيث أظهرت نتائج اختبار DAS-ELISA إمكانية الكشف عن الفيروس المدروس في جميع عينات البذور المستخرجة من ثمار مصابة، كما أمكن الكشف عنه في جميع العينات المختلطة حتى عند انخفاض نسبة البذور المصابة في العينة إلى ١٢,٥%.

كما أظهرت نتائج فحص العينات بطريقة DAS-ELISA التي تمّت على الأجزاء المختلفة لنبات البندورة المصاب وجود تباين في توزع جسيمات الفيروس وتركيزه باختلاف العضو النباتي المختبر، حيث سُجّلَت أعلى قيم للكثافة الضوئية في عينات الأوراق الفتية، تلتها عينات السبلات والكأس، ثم الثمار الناضجة فالخضراء وأخيراً الجذور، ولم يتم الكشف عن الفيروس في عينات حامل العنقود الزهري.

تؤكد نتائج هذه الدراسة إمكانية الانتقال البذري في البندورة للعزلة المحلية من فيروس ToBRFV، وتشير إلى أهمية الأوراق الفتية كمصدر مناسب لأخذ العينات في عمليات المسح الحقلي وتقصي الفيروس المدروس.

الكلمات المفتاحية: البندورة، بذور، أعضاء، اختبار DAS-ELISA، ToBRFV.

*أستاذ – قسم وقاية النبات، كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية – سورية.

**مدير بحوث – مركز البحوث العلمية الزراعية باللاذقية – اللاذقية – سورية.

*** باحث رئيس – مركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس – طرطوس – سورية.

****طالب دكتوراة – كلية الهندسة الزراعية – جامعة اللاذقية – اللاذقية – سورية. ziad.hasan@latakia-univ.edu.sy

مجلة جامعة طرطوس للبحوث والدراسات العلمية _ سلسلة العلوم الهندسية المجلد (١٠) العدد (٨) ٢٠٢٦
Tartous University Journal for Research and Scientific Studies - engineering Sciences Series Vol. (10) No. (8) 2026

Seed's Transmission of *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) and Studding of Virus Distribution in Organs of Tomato Plant

Dr. Imad D. Ismail*
Dr. Ensaf H. Akel**
Dr. Ahmad Y. Ahmad***
Ziad M. Hasan****

(Received 12/3/2026. Accepted 4/5/2026)

□ ABSTRACT □

This study was conducted to investigate the possibility of seed transmission of *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) in tomato, and to determine its distribution in the different organs of infected tomato plants using DAS-ELISA test.

Tomato seeds were extracted using the fermentation method from fruits previously confirmed to be infected with ToBRFV, as well as from healthy virus-free fruits. The tested samples included infected seeds, healthy seeds, and mixed samples containing both types at different proportions of infected seeds, specifically 50%, 25%, and 12.5% per sample.

DAS-ELISA results showed that the virus could be detected in all seed samples extracted from infected fruits. Furthermore, the virus was also detected in all mixed samples, even when the proportion of infected seeds decreased to 12.5%.

In addition, samples from different organs of infected tomato plants were examined using DAS-ELISA, the results revealed variation in the distribution and concentration of viral particles depending on the tested plant organ. The highest optical density values were recorded in young leaves, followed by sepals and the calyx, then ripe fruits, green fruits, and finally roots. However, the virus was not detected in the cluster.

The results of this study confirm the possibility of seed transmission of the local isolate of ToBRFV in tomato plants and highlight the importance of young leaves as a suitable sampling source for field surveys and detection of the studied virus.

Keywords: Tomato, seeds, organs, DAS-ELISA, ToBRFV.

*Professor - Faculty of Agriculture Engineering – Lattakia University – Lattakia – Syria.
**Research manager – Scientific Agricultural Researches Center of Lattakia – Lattakia – Syria.
***Principal researcher – Scientific Agricultural Researches Center of Tartous – Tartous – Syria.
****Ph.D. Student – Faculty of Agriculture Engineering – Lattakia University – Lattakia – Syria. Email: ziad.hasan@latakia-univ.edu.sy

مقدّمة:

تعدّ البندورة *Solanum lycopersicum* L. من أكثر الخضار المنتجة عالمياً وتعود أصولها البرّية إلى جبال الإنديز في تشيلي والبيرو (Pickersgill, 1977). استزرعت البندورة لأوّل مرة في المكسيك، ويُعتَقَد أن المستكشف الإسباني Cortez كان أوّل من نقلها إلى أوروبا في منتصف القرن السادس عشر، وصارت اليوم تزرع في كل بلاد العالم تقريباً (Glick *et al*., 2009). وتأتي البندورة في المرتبة الثانية من حيث الأهمية بين محاصيل الخضار في العالم بعد محصول البطاطا *Solanum tuberosum* L.، وتعتبر الصين والهند والولايات المتحدة الأمريكية في مقدمة الدول المنتجة للبندورة عالمياً (FAO, 2025).

وتحتل البندورة مكانةً متقدمةً بين محاصيل الخضراوات من الناحية الاقتصادية والمساحة المزروعة في سورية، ففي عام ٢٠٢٢ بلغت المساحة المزروعة بالبندورة في الزراعتين المكشوفة والمحمية حوالي ١٧٢٠٠ هكتاراً، وبلغ الإنتاج الكلي ٩٨٨٥٠٠ طن والغلّة حوالي ٥٧,٤ طن/ هكتار (الكتاب الإحصائي السنوي، ٢٠٢٣)، وبلغ عدد البيوت المحمية المزروعة بالبندورة لنفس العام ٩١٠١٨ بيتاً، منها ٨٢٧٤٩ في محافظة طرطوس، ٦٦٠٠ في محافظة اللاذقية و١٦٣٢ بيتاً في محافظة حمص، بلغ إنتاجها ما يزيد عن ٣٣٨ ألف طن (المجموعة الإحصائية الزراعية، ٢٠٢٢).

ونظراً للتوسع العالمي في زراعة البندورة وإنتاجها، فقد أصبحت البندورة عرضةً للإصابة بالعديد من الممرضات التي تحدّ من إنتاجها (Glick *et al*., 2009)، ومنها الأمراض الفيروسية التي يصل عددها إلى المئات موزعة في ٤٠ جنس (Hancinsky *et al*., 2020)، وأهم هذه الأجناس *Cucumovirus*، *Begomovirus*، *Tospovirus*، *Potyvirus* و*Tobamovirus* (Scholthof *et al*., 2011; Oladokun *et al*., 2019; Ong *et al*. 2020)، وتشكل الفيروسات التابعة للجنس *Tobamovirus* المجموعة الأكبر من الفيروسات الواقعة ضمن العائلة *Virgaviridae* متضمنةً ٣٧ فيروساً من أكثر الأنواع خطورةً على النباتات، والتي تعتبر أحد الأسباب الكامنة وراء تدني الإنتاجية (ICTV, 2022).

عرّفت منظمة الصحة العالمية World Health Organization (WHO) الفيروس المستجدّ على أنه ذلك الفيروس الذي ظهر ضمن مجمّعات الفيروسات لأول مرّة أو أنه تواجد أو حدث سابقاً لكن بتزايد متسارع في الحدوث أو في منطقة جغرافية معينة (Oladokun *et al*., 2019). بالمقابل فقد وصف Hanssen وآخرون عام ٢٠١٠ الفيروسات المستجدّة بأنها تلك التي لم تكن معروفة سابقاً. وَيُعَدّ فيروس التّجعّد البنّيّ على ثمار البندورة *Tomato Brown Rugose Fruit Virus* (ToBRFV) (*Virgaviridae*: *Tobamovirus*) من أهم الأمثلة على الفيروسات المستجدّة على البندورة، وقد سجل هذا الفيروس وسمي بهذا الاسم من قبل Salem وآخرون عام ٢٠١٦ في الأردن، واقترحت الجمعية الدولية لتصنيف الفيروسات International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) تسميةً ثنائيةً جديدةً لهذا الفيروس هي *Tobamovirus fructirugosum* ضمن الجنس *Tobamovirus* والعائلة *Virgaviridae* (ICTV, 2024). في سورية، سُجِّلَ الفيروس لأول مرة على البندورة المحمية في منطقة الساحل السوري بعد ملاحظة أعراضه منذ ربيع وخريف العام ٢٠١٧ جنوب سهل عكار من محافظة طرطوس (Hasan *et al*., 2022)، وعلى الفليفلة الحلوة في الزراعة المحمية على المناطق الحدودية بين سورية ولبنان (Abou kubaa *et al*., 2022).

يعتبر فيروس ToBRFV أحد الفيروسات الأكثر ضرراً لمحصول البندورة، ويشكل تهديداً خطيراً لإنتاج البندورة نظراً لنقص وقلّة توفر الهجن المقاومة بكفاءة وفاعلية، ثباتيته العالية وسهولة الانتقال (Salem *et al*., 2023).

ينتقل الفيروس بشكل أساسي بالطرق الميكانيكية سواء بالتلامس بين النباتات، أو بواسطة العمال وعلى أيديهم وملابسهم وأدواتهم، كما ينتقل بواسطة البذور والثمار الملوثة، وبواسطة النحل الطنّان (Levitzky *et al*., 2019; Panno *et al*., 2020)، ويعتقد بأن الحشرات تلعب دوراً في انتقال الفيروس وقد ثبت مؤخراً انتقاله بواسطة حافرة أنفاق البندورة *Tuta absoluta* Meyrick (Caruso *et al*., 2024). كما يمكن للفيروس أن يثابر ويستمر في التربة، وعلى معدات البيوت المحمية (Oladokun *et al*., 2019).

أهميّة البحث وأهدافه:

تعدّ البندورة المحمية من الزراعات الرئيسة في منطقة الساحل السوري، بالمقابل يعدّ فيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV أهم وأخطر الفيروسات على زراعة البندورة عالمياً ومحلياً، ونظراً لعدم وجود دراسات محلية سابقة حول الانتقال البذري للفيروس بواسطة بذور البندورة ولجوء عدد من المزارعين إلى زراعة بذور مأخوذة من ثمار منتجة من قبلهم، إضافةً لأهمية عمليات المسح الحقلي للفيروس وضرورة انتقاء العينة النباتية بشكل مناسب فقد هدف هذا البحث والذي نُفِّذَ في مركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس خلال عام ٢٠٢٢ إلى:

- الكشف عن إمكانية الانتقال البذري لعزلة محلية من فيروس ToBRFV بواسطة بذور البندورة.
- دراسة توزع الفيروس في الأعضاء الرئيسة لنبات البندورة

موادّ البحث وطرائقه:

١- الاختبار المصليّ المُستَخدَم في الدّراسة:

اختبرت جميع العينات في هذه الدراسة إزاء إصابتها بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV بواسطة اختبار إليزا بالاحتواء المزدوج للفيروس بالأجسام المُضادّة Double Antibody Sandwich-ELISA (DAS-ELISA)، وباستخدام مجموعة اختبار مصلي خاصة بالفيروس المدروس ومنتجة من قبل شركة LOEWE Biochemia الألمانية وذلك وفقاً للخطوات والبروتوكول المرفق معها والتي تعتمد أساساً على طريقة Clark وَAdams عام ١٩٧٧.

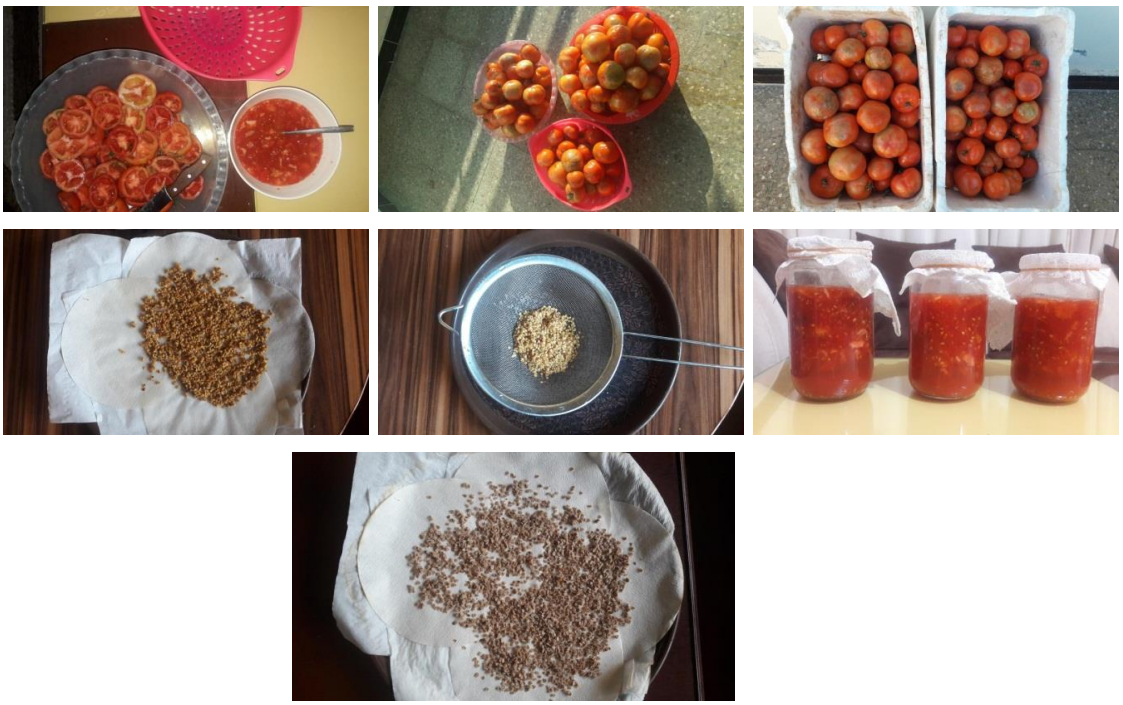
وعُدَّت العينة مُصابة إذا ساوى متوسط قيم قراءتي الكثافة الضوئية Optical Density (O.D) ثلاثة أضعاف متوسط قيم قراءات الـO.D للشاهد السليم (المرفق مع مجموعة الاختبار) أو زاد عنها لكل طبق على حدة (تختلف قراءة الشاهد السليم من طبق لآخر)، وذلك عند قراءة أطباق الإليزا للعينات المختبرة وتسجيل قيم الكثافة الضوئية بعد ساعتين من إضافة الركيزة الأنزيمية عند موجة طولها ٤٠٥ نانومترات $O.D_{405nm}$ باستخدام قارئ أطباق إليزا من نوع DiaMed EuroGen Model: DEE READ المتوفر لدى مخبر الأمراض الفيروسية في مركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس.

٢- الانتقال البذري لفيروس التّجعّد البنّي على ثمار البندورة ToBRFV في البندورة:

استُخدِمَ لتنفيذ هذه التجربة حوالي ٢٠ كغ من ثمار البندورة مأخوذة من أحد البيوت البلاستيكية لأحد المزارعين في موقع سمريان جنوب محافظة طرطوس والمزروعة بهجين البندورة المستورد نينار ف١ Neenar F1 (إنتاج شركة Seminis) كانت قد ظهرت عليها أعراض نموذجية للإصابة بفيروس ToBRFV وأُثبِتَتْ إصابتها به بواسطة اختبار DAS-ELISA في اختبارات سابقة.

أُحضِرَت الثمار إلى مخبر الأمراض الفيروسية بمركز البحوث العلمية الزراعية بطرطوس بهدف استخراج البذور منها بطريقة التخمير Fermentation الموصوفة من قبل McCormack عام ٢٠٠٤، حيث تم غسل الثمار وتجفيفها، ومن ثم تقطيعها وتجميع البذور مع اللب الحامل لها في وعاء نظيف، ومن ثم نقلها إلى مرطبانات نظيفة وتغطيتها بقطعة قماشية وتركها لمدة ثلاثة أيام مع تحريك خفيف يومياً، إلى حين ظهور طبقة بيضاء أعلى المرطبان وتجمع البذور أسفله. تم فصل البذور المتجمعة أسفل المرطبان وغسلها وتنظيفها بماء الصنبور وتم تصفيتها باستخدام مصفاة مناسبة، ثم جفِّفَت البذور هوائياً على ورق نشّاف وعلى درجة حرارة الغرفة لمدة ثلاثة أيام، وأخيراً جمعت البذور المجففة هوائياً في أكياس ورقية وحفظت على درجة حرارة ٤ س لحين الاختبار، شكل 1.

بالمقابل، تم استخراج مجموعة أخرى من البذور بذات الطريقة السابقة من ثمار بندورة مأخوذة من بيت بلاستيكي سليم ظاهرياً ومزروع بالهجين نفسه ومن نباتات مختبرة مصلياً وسليمة من الإصابة بالفيروس المدروس، وذلك بهدف استخدام البذور السليمة في اختبار DAS -ELISA للمقارنة مع البذور المصابة، ومحاولة تحديد نسبة الخلط الأقل بين البذور السليمة والبذور المصابة اللازمة لحدوث التفاعل الإيجابي في اختبار DAS-ELISA.



شكل 1: مراحل استخراج بذور البندورة بطريقة التخمير Fermintation

كانت عينات البذور المُخْتَبَرَة بواسطة اختبار DAS-ELISA على الشكل الآتي:

- ٥ عينات بذور بندورة مُستخرجة من الثمار المصابة بمعدل ٣٢ بذرة في كل عينة.
- ٥ عينات بذور بندورة مُستخرجة من الثمار السليمة بمعدل ٣٢ بذرة لكل عينة.
- ٣ عينات خليط بذور بندورة سليمة ومصابة بنسبة ٥٠% + ٥٠% (١٦ بذرة سليمة + ١٦ بذرة مصابة).
- ٣ عينات خليط بذور بندورة سليمة + مصابة بنسبة ٧٥% + ٢٥% على الترتيب (٢٤ بذرة سليمة + ٨ بذرة مصابة).
- ٣ عينات خليط بذور بندورة سليمة ومصابة بنسبة ٨٧,٥% + ١٢,٥% على الترتيب (٢٨ بذرة سليمة + ٤ بذرة مصابة).

٣- الكشف عن فيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV في الأعضاء الرئيسة لنبات البندورة:

استُخدِمَ اختبار DAS-ELISA للكشف عن الفيروس المدروس في الأعضاء المختلفة لـ/٣/ نباتات بندورة في بداية طور النضج (احمرار ثمار العنقودين الأول والثاني) ثبَتَ إصابتها طبيعياً بالفيروس المدروس في الحقل بموجب الاختبار السابق، وكانت الأعضاء المُخْتَبَرَة على النحو الآتي: (١) أوراق فتية أُخذَت من الأوراق الثلاثة العلوية للنبات، (٢) سبلّات، (٣) ثمار حمراء (ناضجة)، (٤) ثمار خضراء، (٥) حامل العنقود الزهري، (٦) الكأس، (٧) جذور (من الجذور الثانوية من المحيط الخارجي للمجموع الجذري).

اختُبِرَت أجزاء كل نبات على حدة، حيث مثل كل جزء ثلاث عينات، وكل عينة مأخوذة من نبات، وخصص لهذه العينات طبق إليزا مستقل، وسُجِّلَت قيم قراءات الكثافة الضوئية بعد ساعتين من إضافة الركيزة الأنزيمية عند موجة طولها ٤٠٥ نانومترات $O.D_{405nm}$.

النتائج والمناقشة:

١- الانتقال البذري لفيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV في البندورة:

أُمكِنَ بواسطة اختبار DAS-ELISA الكشف عن الفيروس المدروس في جميع عينات بذور البندورة المستخرجة من ثمار مصابة بالفيروس، مما يدل على إمكانية الانتقال البذري لفيروس ToBRFV بواسطة بذور البندورة تحت ظروف البيئة المحلية. بالمقابل، لم يتم الكشف عن الفيروس المدروس في عينات البذور المستخرجة من ثمار غير مصابة.

كما أُمكِنَ الكشف عن الفيروس المدروس في جميع عينات البذور المختبرة والحاوية على نسب مختلفة من البذور السليمة والمصابة وذلك حتى عندما كانت نسبة البذور المصابة في العينة المختبرة ١٢,٥% فقط، جدول رقم 1.

وتتوافق هذه النتائج مع المراجع التي تشير إلى أن فيروسات *Tobamovirus* تنتقل غالباً بواسطة البذور التي تشكل مصدراً أساسياً للعدوى يلي ذلك انتقالها ميكانيكياً بوسائل متعددة (Dombrosky and Smith, 2017)، وتعتبر البذور أحد طرائق انتقال فيروس ToBRFV سواء على أغلفة هذه البذور أو في الإندوسبرم بدرجة أقل (Davino *et al.*, 2020)، وقد أشار Fidan وآخرون عام ٢٠٢٤ إلى انتقال الفيروس في إندوسبرم البذور بنسبة ٠,٨% دون انتقاله في الجنين.

كما أمكن الكشف عن انتقال فيروس ToBRFV بواسطة بذور البندورة باستخدام اختبار DAS-ELISA وبنسبة تلوث وصلت إلى ١٠٠% (Samarah *et al*., 2020)، وبسبب خطورة الفيروس وأهميته المرتبطة بانتقاله بواسطة البذور وتأثيره المباشر على إنتاج وتجارة البذور عالمياً، فقد قامت الدول الأعضاء في منظمة وقاية النبات في قارّة أمريكا الشمالية NAPPO باقتراح مشروع لتطوير طرائق وبروتوكولات عديدة لتشخيص هذا الفيروس (Mavrodieva *et al*., 2025).

جدول 1: قراءات الكثافة الضوئية $O.D_{405nm}$ لعينات بذور بندورة مقارنة بثلاثة أضعاف متوسط قراءة الشاهد السليم $O.D_{405nm}$ = 0.384 بعد ساعتين من إضافة الركيزة الأنزيمية

تسلسل عينات بذور البندورة المُخْتَبَرة No. of tested tomato seed's samples	عينات بذور البندورة المُخْتَبَرة Tested tomato seed's samples				
	بذور مستخرجة من ثمار مصابة Seeds extracted of infected fruits	بذور مستخرجة من ثمار سليمة Seeds extracted of healthy fruits	خليط بذور ٥٠% سليم + ٥٠% مصاب Mixed seeds 50% healthy + 50% Infected	خليط بذور ٧٥% سليم + ٢٥% مصاب Mixed seeds 75% healthy + 25% Infected	خليط بذور ٨٧,٥% سليم + ١٢,٥% مصاب Mixed seeds 87.5% healthy + 12.5% Infected
١	٠,٩٤٨	٠,٣٢٥	٠,٩٤٤	٠,٦٧٤	٠,٤٠٥
٢	١,٠٠٢	٠,٣٣١	٠,٨٩٦	٠,٦٤٧	٠,٤١١
٣	٠,٩٦٩	٠,٢٧٥	٠,٩٨٨	٠,٦٢٣	٠,٤٢٤
٤	٠,٩٧٧	٠,٣٠٧	–	–	–
٥	١,٠٥٤	٠,٢١٢	–	–	–
المتوسط Average	٠,٩٩٠	٠,٢٩٠	٠,٩٤٢	٠,٦٤٨	٠,٤١٣
$\underline{3}O.D_{405nm}$ Negative control	0.384				

٢- الكشف عن فيروس التجعد البني على ثمار البندورة ToBRFV في الأعضاء الرئيسة لنبات البندورة:

أكّدت نتائج الاختبار المصلي بطريقة إليزا DAS-ELISA لعينات تمثِّل الأعضاء المختلفة لـ٣ نباتات بندورة مصابة بفيروس التجعد البني على ثمار البندورة وجود تباين في توزع جسيمات الفيروس وتركيزه فيها باختلاف العضو النباتي المختبر واعتماداً على قيم قراءات الكثافة الضوئية، حيث أمكن الكشف عن الفيروس المدروس في جميع الأعضاء المختبرة باستثناء حامل العنقود الزهري، وكانت الأوراق الحديثة (الفتية) أكثر الأجزاء احتواءً لجسيمات الفيروس، تلاها في الأهمية السبلّات وكأس الزهرة، ثم الثمار الناضجة فالخضراء والجذور، جدول رقم 2.

وتماثلت تقريباً قيم قراءات الكثافة الضوئية للأوراق الحديثة والسبلات والكأس لنباتات البندورة المصابة بالفيروس، الأمر الذي يشجع على اعتماد هذه الأجزاء خلال جمع العينات في عمليات التحري والتقصي عن الفيروس المدروس بطريقة DAS-ELISA، شكل 2.

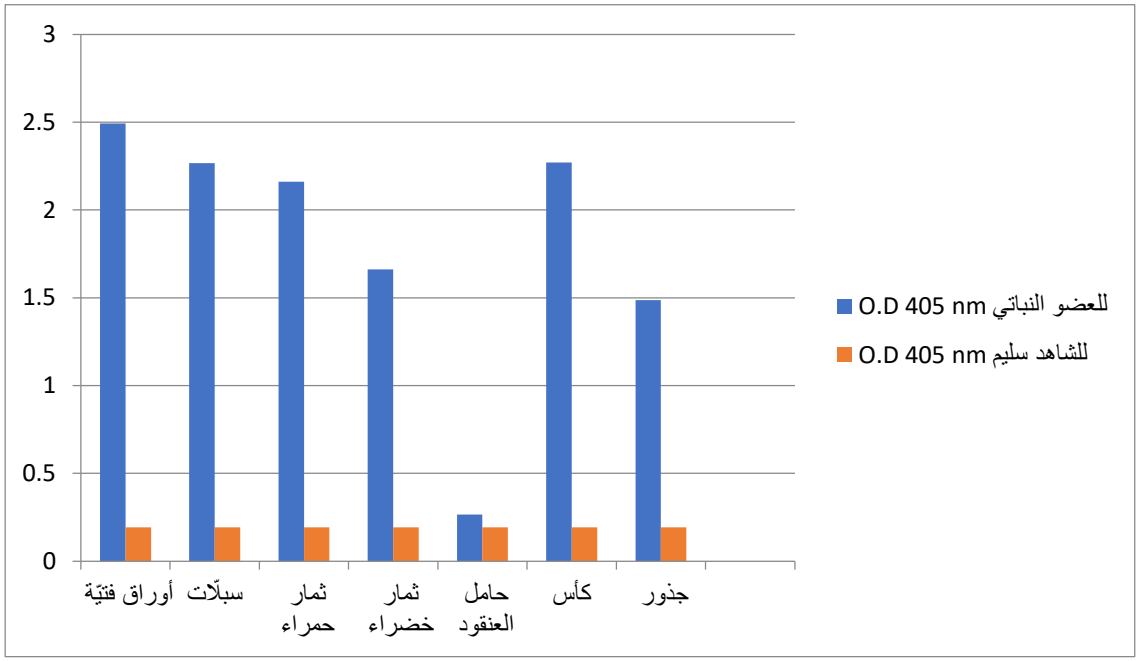
يكتسب الكشف عن الفيروس في عينات الجذور أهمية خاصة نظراً لخطورة مثابرة الفيروس واستمراره في التربة من موسم لآخر، حيث تشير الدراسات إلى الثباتية العالية لفيروس ToBRFV وقدرته على المثابرة في التربة من موسم لآخر (Oladokum *et al*., 2019; Salem *et al*., 2023).

بالمقابل فإن عدم الكشف عن الفيروس في حامل العنقود الزهري في هذه الدراسة لا يعني بالضرورة عدم وجود جسيمات الفيروس فيه، فقد يكون تركيز الفيروس في هذا الجزء بتراكيز أقل من درجة حساسية الاختبار المستخدم في هذه الدراسة.

جدول 2: قراءات الكثافة الضوئية $O.D_{405nm}$ لعينات من أعضاء نباتات بندورة مُصابة بالفيروس المدروس مقارنة بثلاثة أضعاف متوسط قراءة الشاهد السليم 0.576 = $O.D_{405nm}$ بعد ساعتين من إضافة الركيزة الأنزيمية

تسلسل نباتات البندورة المُخْتَبَرة No. of tested tomato plants	الأعضاء المُخْتَبَرة لنبات البندورة Tested organs of tomato plant						
	أوراق فتيّة Young leaves	سبلّات Sepals	ثمار حمراء Mature fruits	ثمار خضراء Green fruits	حامل العنقود الزهري Cluster	كأس Calyx	جذور Roots
١	2.466	2.663	2.066	1.666	٠,٢٢٤	2.880	1.393
٢	2.037	1.911	2.005	1.461	٠,٢٣٦	1.671	1.264
٣	2.975	2.254	2.413	1.861	٠,٣١٣	2.264	1.801
المتوسط Average	٢,٤٩٢	٢,٢٧٦	٢,١٦١	١,٦٦٢	٠,٢٦٦	٢,٢٧١	١,٤٨٦
$\underline{3}O.D_{405nm}$ Negative control	0.576						

وقد تمكّن Zhao وآخرون عام ٢٠٢٥ من إثبات بأن مستويات تواجد فيروس ToBRFV في الأوراق الحديثة أعلى منها في الأوراق القديمة، وهذا يتوافق مع الدراسة السابقة التي أجراها Samuel عام ٢٠٠٨ ولكن على فيروس موزاييك التبغ TMV، والذي كان قد أثبت بأن الفيروسات تتجه للانتقال إلى الأوراق النامية حديثاً تاركةً الأوراق القديمة خالية منها فعلياً. وكان Skelton وآخرون عام ٢٠٢٣ قد اعتبر بأن الأوراق الفتية هي العضو المثالي لاختبار وجود فيروس ToBRFV نظراً لارتفاع مستويات الفيروس فيها.



شكل 2: مقارنة قيم متوسطات $O.D_{405\ nm}$ لمختلف أعضاء نبات البندورة المصاب بفيروس ToBRFV

كما لاحظ Zhao وآخرون عام ٢٠٢٥ مستويات عالية لتواجد الفيروس في السبلّات وعنق الزهرة بالمقارنة مع الثمار في مرحلة التحول اللوني، بالإضافة لذلك وبالنسبة لجميع ثمار البندورة في مرحلة التحول اللوني في الزراعة المحمية فإن مستويات تواجد الفيروس كانت أعلى في الثمار السفلية منها في باقي الثمار، أما في الزراعة الحقلية المكشوفة فقد كانت مستويات تواجد الفيروس في الثمار السفلية أقل من باقي الثمار.

الاستنتاجات والتوصيات:

بالاعتماد على النتائج المُتحصَّل عليها من هذه الدراسة يمكن استنتاج ما يلي:

- تنتقل العزلة المحلية لفيروس ToBRFV بواسطة بذور البندورة، ويمكن الكشف عن هذا الانتقال بكفاءة بواسطة اختبار DAS-ELISA..
- يمكن الكشف عن فيروس ToBRFV بكفاءة عالية بواسطة اختبار DAS-ELISA عند إجراء عمليات المسح الحقلي، ويتوزع الفيروس في غالبية أجزاء نبات البندورة المصاب إلا أنه يتركّز في الأوراق الفتية، السبلّات وكأس الزهرة.

وبناءً على ما سبق، يمكن اقتراح التوصيات التالية:

- زراعة البذور من مصادر موثوقة، وتجنب زراعة البذور المأخوذة من ثمار مزروعة في البيوت البلاستيكية (كما هو الحال لدى بعض المزارعين).
- إجراء المزيد من الدراسات حول الانتقال البذري للفيروس باستخدام اختبارات وطرائق أخرى.
- ينصح عند إجراء عمليات التقصي والمسح الحقلي للفيروس المدروس على البندورة أخذ العينات من: الأوراق الفتية، السبلات أو كأس الزهرة.

المراجع:

المراجع العربيّة:

١. الكتاب الإحصائي السنوي. رئاسة مجلس الوزراء، المكتب المركزي للإحصاء، *"الإحصاءات الزراعية، الفصل الرابع"*، دمشق، سورية، ٢٠٢٣.

٢. المجموعة الإحصائية الزراعية. وزارة الزراعة، مديرية الإحصاء والتخطيط، قسم الإحصاء، دمشق، سورية، ٢٠٢٢.

المراجع الأجنبية:

1. ABOU KUBAA, R.; CHUEIRI, E.; HEINOUB, K.; CILLO, F.; SAPONARI, M. 2022, *First report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus infecting sweet pepper in Syria and Lebanon. Journal of Plant Pathology*, Vol. 104, pp: 425.
2. CARUSO, A. G.; TORTORICI, S.; DAVINO, S.; BERTACCA, S.; RAGONA, A.; LO VEDE, G.; BIONDI, A.; NORIS, E.; RIZZO, R.; PANNO, S. 2024, *The invasive tomato pest Tuta absoluta can transmit the emergent Tomato Brown Rugose Fruit Virus. Entomologia Generalis*, published online March.
3. CLARK, M. F. and ADAMS, A. N. 1977, *Characteristics of the Microplate Method of Enzyme Linked Immunosorbent Assay for the Detection of Plant Viruses. Journal of General Virology*, Vol. 34, pp: 475-483.
4. DAVINO, S.; CARUSO, A. G., BERTACCA, S.; BARONE, S. and PANNO, S. 2020, *Tomato brown rugose fruit virus: seed transmission rate and efficacy of different seed disinfection treatments. Plants. (Basel)*, pp: 1615. https://doi.org/10.3390/plants9111615.
5. DOMBROVSKY, A. and SMITH, E. 2017, *Seed transmission of tobamoviruses: Aspects of global disease distribution. In Advances in Seed Biology*, Chapter 12, pp: 233–260. https://doi.org/10.5772/intec hopen.70244235.
6. FAO, 2025. *"Faostat Database", *Crops and livestock products**, June 15, 2025. [Online]. Available: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QC.
7. FIDAN, H.; ULUSOY, D.; NUR ALBEZIRGAN, H. 2024, *Exploring Effective Strategies for ToBRFV Management in Tomato Production: Insights into Seed Transmission Dynamics and Innovative Control Approaches. Agriculture*, Vol. 14, pp: 108. https://doi.org/10.3390/agriculture14010108.
8. GLICK, E.; LEVY, Y.; GAFNI, Y. 2009, *The Viral Etiology of Tomato Yellow Leaf Curl Disease. Plant Protection Science*, Vol. 45, pp: 81-97.
9. HANCINSKY, R.; MIHALIK, D.; MRKVOVA, M.; CANDRESSE, T.; GLASSA, M. 2020, *Plant viruses infecting Solanaceae family membresin the cultivated and wild environments: a review, Plants*, Vol. 9, No. 5, pp: 667.
10. HANSSEN, I. M.; MUMFORD, R.; BLYSTAD, D. R. 2010, *Seed transmission of Pepino mosaic virus in tomato. European Journal of Plant Pathology*, Vol. 126, pp: 145–152..
11. HASAN, Z. M.; SALEM, N. M.; ISMAIL, I. D.; AKEL, E. H.; AHMAD, A. Y. 2022, *First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Greenhouse Tomato in Syria. Plant Disease*, Vol. 106, No. 2, pp: 722.
12. ICTV,2022. *International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV) Data Base Descriptions, *WWW Document**, 2 September, 2022. Available online: https://www.ictvonline.org//.
13. ICTV. 2024. *International Committee on Taxonomy of Viruses: ICTV.*, 14 September, 2024. Available online; https://ictv.global//.

14. 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 tomatoes. PLOS ONE*, Vol. 14, No. 1, pp: e0210871.
15. MAVRODIEVA, V.; DENNIS, G.; XOCONOSTLE-CAZARES, B.; ONG, K.; ZALE, B.; NICKERSON, J., PODLECKIS, E.; RAMIREZ-SUAREZ, A.; ORTIZ-BERROCAL, M.; SUAZO, A.; BLOEM, S. 2025, *Pilot for Harmonization of Diagnostic Protocols for Tomato Brown Rugose Fruit Virus (ToBRFV) in Tomato and Pepper Seeds. PhytoFrontiers*, Vol. 5, No. 2, pp: 187 – 196. .
16. McCORMACK, J. H. 2004, *Tomato Seed Production, An organic seed production manual for seed growers in the Mid-Atlantic and Southern U.S.* Available online: www.savingourseeds.org.
17. OLADOKUN, J. O.; HALABI, M. H.; BARUA, P.; NATH, P. D. 2019, *Tomato brown rugose fruit disease: current distribution, knowledge and future prospects. Plant Pathology*, Vol. 68, No. 9, pp:1579-1586.
18. ONG, S. N.; TAHERI, S.; OTHMAN, R. Y.; TEO, C. H. 2020, *Viral disease of tomato crops (Solanum lycopesicum L.): An overview. Plant Disease*, Vol. 127, pp: 725–739.
19. PANNO, S.; CARUSO, A. G.; BARONE, S.; LOBOSCO, G.; RANGEL, E. A.; Davino, S. 2020, *Spread of Tomato brown rugose fruit virus in Sicily and evaluation of the spatiotemporal dispersion in experimental conditions. Agronomy*, Vol. 10, No. 6, pp: 834.
20. PICKERSGILL, B. 1977, *Taxonomy and the Origin and Evolution of Cultivated Plants in the New World. Nature*, Vol. 268, pp: 591–595.
21. SALEM, N. M.; MANSOUR, A.; CIUFFO, M.; FALK, B. W.; TURINA, M. 2016, *A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Archives of Virology*, Vol. 161, pp: 503–506.
22. SALEM, N. M.; JEWEHAN, A.; ARANDA, M. A. ; FOX, A. 2023, *Tomato brown rugose fruit virus Pandemic. Annual Review of Phytopathology*, Vol. 61, pp: 137.
23. SAMARAH, N.; SULAIMAN, A.; SALEM, N. M.; TURINA, M. 2021, *Disinfection treatments eliminated tomato brown rugose fruit virus in tomato seeds. European Journal of Plant Pathology*, Online: https://doi.org/10.1007/s10658-020-02151-1.
24. SAMUEL, G. 2008, *The movement of tobacco mosaic virus within the plant. Ann. Appl. Biol.* Vol. 21, pp: 90–111.
25. SCHOLTHOF, K. B.; ADKINS, S.; CZOSNECK, H.; PALUKAITIS, P.; JACQUOT, E.; HOHN, T.; HOHN, B.; SAUNDERS, K., CANDRESSE, T. and AHLQUIST, P. 2011, *Top 10 plant viruses in molecular plant pathology. Molecular Plant Pathology*, Vol. 12, pp: 938–954.
26. SKELTON, A.; VAN GEMERT, J.; FOWKES, A.; FREW, L.; ALRAISS, K.; HODGSON, R.; CRESSEY, J.; BARNHOORN, R.; MACARTHUR, R.; STIJGER, I. 2023, *Detection of tomato brown rugose fruit virus is influenced by infection at different growth stages and sampling from different plant parts. Plant Pathology*, Vol. 72, pp: 1491–1504.
27. ZHAO, X.; XU, Y.; XU, X.; ZHOU, H.; SHI, J.; YANG, C.; ZHOU, X.; YANG, X. 2025, *Comprehensive Sampling and Detection Strategies for the Field Surveillance of Tomato Brown Rugose Fruit Virus. Agronomy*, Vol. 15, pp: 318. https://doi.org/10.3390/agronomy15020318.