التحري عن سلالة صقلية لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة TYLCSV-Sic على نبات البندورة ضمن البيوت المحمية في الساحل السوري

م. اوس علي حسن* أ. د. أحمد محمد مهنا**

(الإيداع: 21 نيسان 2021 ، القبول: 4 تموز 2021)

الملخص:

تصاب محاصيل الخضار في البيوت المحمية بطيف واسع من الفيروسات النباتية التابعة للجنس *Begomovirus* ومن أهمها فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) مسبباً خسائر اقتصادية كبيرة. هدف هذا البحث إلى الكشف عن سلالة صقلية لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة Tomato yellow leaf curl Sardinia virus-Sicily (TYLCSV-Sic) عند نبات البندورة *Solanum lycopesicum* L. ضمن البيوت المحمية في محافظتي اللاذقية وطرطوس على الساحل السوري. بّينت نتائج Generic PCR باستخدام زوج البادئات المتعددة AV494/AC1048 بأن 16 من أصل 19 عينة مصابة بأحد الفيروسات التابعة لجنس *Begomovirus*، كما أظهرت النتائج باستخدام زوج البادئات المتعددة TycpV369/TycpC1023 بأن 15 عينة من أصل 19 مصابة بفيروس TYLCV، بينما أكدت نتائج اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل PCR باستخدام زوج البادئات Sa2267/RVC427 أن عينة واحدة من أصل 15 عينة كانت مصابة بسلالة صقلية TYLCSV-Sic، ولم تتفاعل بقية عينات الدراسة مع زوج البادئات ولم تعطِ أي حزمة ما يدل على أنها عينات حاملة لسلالات أخرى قد تكون سلالات جديدة لفيروس TYLCV ما يحتاج للمزيد من الدراسة على المستوى الجزيئي.

الكلمات المفتاحية: سلالة صقلية، فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة، البيوت المحمية، الساحل السوري.

*طالب دكتوراه- قسم وقاية النبات- جامعة دمشق وباحث في مركز بحوث ودراسات المكافحة الحيوية – كلية الزراعة – جامعة دمشق – سورية.

** أستاذ في قسم وقاية النبات – كلية الزراعة – جامعة دمشق- سورية.

Detection of Tomato yellow leaf curl Sardinia virus-Sicily (TYLCSV-Sic) on tomato in greenhouses in the Syrian Coast

Aus Ali Hasan* **Ahmad Mohammad Mouhanna****

(**Received: 21 April 2021, Accepted: 4 July 2021**)

Abstract:

Vegetable crops in greenhouses are susceptible to infection with large number of plant viruses belonging to *Begomovirus* especially Tomato yellow leaf curl virus which cause significant economic losses. This study aimed to detect Sicily strain Tomato yellow leaf curl Sardinia virus-Sicily (TYLCSV-Sic) infecting tomato plants *Solanum lycopesicum* L. in greenhouses in the Syrian coast region. Generic PCR using degenerate primer AV494/AC1048 results showed that 16 of 19 samples were infected with Begomoviruses. Also generic PCR using degenerate primer TycpV369/TycpC1023 revealed that 15 of the 19 samples were infected with Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV). While PCR results using specific primer Sa2267/RVC427 confirmed the presence of TYLCSV-Sic in one of the 19 samples, whereas other samples didn't react with this primer which indicate that it may be new strains of TYLCV, so there is necessity for more microbiological studies to identify all strains of TYLCV in Syria.

Keywords: Sicily strain, Tomato yellow leaf curl virus, Greenhouses, Syrian coast.

* PhD. Student, Department of plant protection- Faculty of Agriculture - Damascus University - Syria and Researcher at Biological Control Study and Research Center- Faculty of Agriculture- Damascus University- Syria.

** Professor, Department of plant protection - Faculty of Agriculture - Damascus University - Syria.

1. المقدمة:

تعد البندورة أحد أهم محاصيل الخضار التي تزرع بشكل واسع من أجل ثمارها التي تؤكل طازجة أو تستخدم في عمليات التصنيع الغذائي، وقد انتشرت زراعتها بشكل واسع في سورية حيث بلغ انتاج البيوت المحمية 573840 طن لعام 2019 تبعاً لإحصائيات وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي (المجموعة الإحصائية السنوية، 2019)، أما عالمياً فتنتشر زراعة البندورة ضمن البيوت المحمية على مدار العام ما جعلها عرضةً لطيف واسع من الآفات منها الفيروسات النباتية والتي تسبب خسائر اقتصادية كبيرة مقارنةً بباقي العوامل الممرضة للنبات (Rybicki و Pietersen، 1999)، حيث تؤثر على كمية ونوعية المنتجات النباتية وتزيد من حساسية النباتات للإصابة بالعوامل الممرضة الأخرى Biotic factors والعوامل غير الحيوية Abiotic factors أيضاً (Mauck وآخرون، 2015).

تعد فيروسات الجنس *Begomovirus* والتي تتبع عائلة *Geminiviridae* أكبر الأجناس الفيروسية النباتية إذ يضم حوالي 424 نوعاً فيروسياً (Zerbini وآخرون، 2017) وأكثرها أهمية من الناحية الاقتصادية خاصة في المناطق المدارية وشبه المدارية، وتتميز بامتلاكها لمدى عوائلي واسع في نباتات ثنائية الفلقة كالبندورة، القطن، الكاسافا، الفليفلة في مختلف مناطق زراعة هذه المحاصيل (Polston و Anderson، 1997).

اكتشف فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) للمرة الأولى في وادي الأردن عام 1930 وسُجِّلت إصابات موثقة في أكثر من 30 بلداً في مختلف قارات العالم (Czosnek وآخرون، 1988)، ويعد حالياً أحد أهم الفيروسات التابعة لهذا الجنس والذي يسبب أعراضاً تتمثل باصفرار عام على النبات المصاب وتقزم وقصر السلاميات وتغير لون وتشوه شكل الأوراق، فشل في عقد الأزهار، انخفاض حجم ونوعية الثمار في النباتات المصابة مسبباً انخفاضاً في الغلة قد يصل حتى 90-100 % (Glick وآخرون، 2009).

عُزل هذا الفيروس في عام 1988 وُصنِّف ضمن الجنس *Begomovirus* من عائلة الفيروسات التوأمية *Geminiviridae* (Czosnek وآخرون، 1988)، إذ أن الغلاف البروتيني المزدوج المميز لهذه العائلة يحيط بالفيروس (Gronenborn، 2007). جينوم الفيروس من الـ ssDNA أحادي السلسلة حلقي مؤلف من 2800 نكليوتيد، وحدد تتابع النكليوتيدات في عام 1991 (Navot وآخرون، 1991) يحتوي الجينوم على منطقة بين جينية Intergenic Region (IR) بطول حوالي 300 نكليوتيد والتي تنظم تضاعف الفيروس ومن 6 إطارات قراءة مفتوحة ORFs والتي تترجم إلى: الغلاف البروتيني (V1 أو CP)، V2، البروتين المرافق للتضاعف (C1 أو Rep)، البروتين المنشط للتضاعف (C2)، البروتين المعزز للنسخ (C3 أو REn) وبروتين (C4) (Gafni، 2003).

سُجّل عدد كبير من سلالات TYLCV في مناطق مختلفة من العالم، تختلف فيما بينها بالأعراض وشدتها على النبات العائل وبتتابع النيكلوتيدات في عدد من المواقع ، سجلت السلالتان TYLCV-IL و TYLCV-Mld في فلسطين المحتلة، وينتشر في المنطقة العربية عدد آخر من سلالات هذا الفيروس مثل السلالة الإسبانية TYLCV-ES وسلالة صقلية TYLCV-Sic والسلالة العمانية TYLCV-om (Anfoka وآخرون، 2008)، وقد لوحظ بأن الإصابة غالباً ما تكون إصابة مختلطة ناتجة عن عدد من سلالات فيروس TYLCV معاً، ما يزيد من حدة الأعراض ويؤدي لمزيد من الخسائر الاقتصادية وذلك من خلال حدوث ارتباطات وراثية Recombination بين سلالات مختلفة لهذا الفيروس (Monci وآخرون، 2002).

تعد سلالة صقلية Tomato yellow leaf curl Sardinia virus-Sicily (TYLCSV-Sic) إحدى أقدم سلالات فيروس TYLCV المعروفة بانتشارها في العديد من دول حوض البحر الأبيض المتوسط حيث سُجلت في كل من إيطاليا (Davino وآخرون، 2006)، وتونس (Chouchane وآخرون، 2007)، وتركيا (Fidan وآخرون، 2019) مسببةً خسائر اقتصادية فادحة (Moriones و Navas-Castillo، 2000).

ينتقل الفيروس بالطريقة المثابرة الدوارة Persistent Circulative Manner بحشرة ذبابة التبغ البيضاء *Bemisia tabaci* والتي تنتمي للعائلة Aleyrodidae التابعة لرتبة نصفية الأجنحة Hemiptera (Wei وآخرون، 2014).

تعد البندورة العائل الرئيسي لهذا الفيروس إضافة لعدد كبير من المحاصيل (Glick وآخرون، 2009).

أُجريَ في منطقة الساحل السوري بين عامي 2014-2016 تحري عن سلالات الفيروس TYLCV فكُشف عن انتشار كل من السلالة المعتدلة TYLCV-Mld والشرسة TYLCV-IL في مناطق الدراسة (Hasan و Mouhanna، 2016). ونظراً لانتشار أعراض أكثر حدّةً على بعض أصناف البندورة في الساحل السوري خلال الأعوام 2017-2018 شبيهة إلى حدٍ ما مع أعراض TYLCV تم التحري عن انتشار سلالات أخرى للفيروس وتم التركيز على ما هو مسجل في منطقة حوض البحر الأبيض المتوسط.

2. **هدف البحث:** الكشف الجزيئي عن وجود سلالة صقلية TYLCSV-Sic في مناطق زراعة البندورة ضمن البيوت المحمية في الساحل السوري.

3. **مواد وطرائق البحث:**

المسح الحقلي وجمع العينات:

أُجريت زيارات حقلية إلى عدد من البيوت المحمية في الساحل السوري خلال الفترة من كانون أول 2017 وحتى تشرين الثاني 2018، جُمع خلالها 19 عينة أوراق من القمم النامية لبعض نباتات البندورة (جدول 1) والتي أظهرت أعراضاً شبيهة بالأعراض النموذجية التي يسببها فيروس TYLCV (شكل1).

جُمعت العينات من النباتات في طوري الإزهار والعقد والتي أظهرت هذه الأعراض. وضعت في الآزوت السائل مباشرةً ثم نُقلت إلى المخبر وحُفظت في المجمدة عند درجة حرارة -90° س لحين الاستعمال.

الشكل رقم (1): عينات بندورة تظهر أعراض الاصابة بفيروس TYLCV:

التفاف حواف أوراق البندورة مع تشوه شكل الأوراق وتقزم الأوراق والنبات.

الجدول رقم (1): مواقع جمع عينات البندورة في الساحل السوري والأعراض التي أظهرتها

رمز العينة	المحافظة	الموقع	الأعراض
To1	اللاذقية	سيانو	التفاف حواف أوراق
To2		العيدية	التفاف حواف واصفرار أوراق
To3		البرجان	تقزم النبات
To4		عرب الملك	التفاف حواف واصفرار أوراق
To5		بسيسين	التفاف حواف أوراق
To6		الزهيريات	تجعد أوراق
To7		بستان الجامع	التفاف حواف أوراق
To8		رأس العين	تقزم النبات
To9		بنجارو	تقزم النبات
To10		الشراشير	تجعد أوراق
To11	طرطوس	بارمايا	تقزم النبات
To12		العنازة	التفاف حواف واصفرار أوراق
To13		الروضة	تقزم النبات
To14		السيسنية	التفاف حواف واصفرار أوراق
To15		متن الساحل	تقزم النبات
To16		حصين البحر	تجعد أوراق
To17		ميعار شاكر	التفاف حواف أوراق
To18		كرتو	التفاف حواف واصفرار أوراق
To19		الجروية	التفاف حواف أوراق

استخلاص الـ DNA:

استُخلص الحمض النووي من هذه العينات حسب طريقة دوديسيل كبريتات صوديوم (SDS) Sodium Dodecyl Sulfateالموصوفة من قبل Gilbertson وآخرون (1991) مع بعض التعديلات المعتمدة من قبل حسن ومهنا (2016) بإضافة بروتيناز K لمحلول الاستخلاص ورفع سرعة التثفيل لترسيب أفضل للحمض النووي (SDS: 50 mM، Tris– HCL: 100 mM (pH= 8)، EDTA: 50 mM، NaCl: 500 mM، β–mercaptoethanol: 10 mM، Potassium Acetate: 10 mM (pH= 4.5)، Proteinase K: 0.1 mg/ml).

اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل Polymerase Chain Reaction(PCR):

أنجز تفاعل الـ PCR ضمن مخبر التقانات الحيوية بكلية الزراعة في جامعة دمشق بحجم كلي 25 µl باستخدام PromegaGoTaq® Green Master Mix 2X، وباستخدام البادئات الموضحة في الجدول رقم (2)، ثم نُفِّذَت تفاعلات البلمرة المتسلسلة باستخدام جهاز Thermocyclertechne Ltd. (UK) TC–5000 كالتالي: 5 دقائق عند حرارة 94°س للفصل الأولي Initial Denaturation. متبوعةً بـ 40 دورة وفق ما يلي (30 ثانية عند حرارة 94°س لفصل سلسلتي الحمض النووي DNA Denaturation، 45 ثانية لارتباط البادئة Annealing والتي اختلفت تبعاً للبادئ (جدول

2)، دقيقة واحدة عند حرارة 72°س للاستطالة Extension) 10 دقائق عند حرارة 72° س للاستطالة النهائية Final Extension. رُحِّلتْ نواتج تضخيم الـ PCR على هلامة من الأغاروز تركيز 1.5%.

الجدول رقم (2): تسلسل البادئات المستخدمة في اختبارات PCR ودرجات حرارة ارتباط البادئات Annealing.

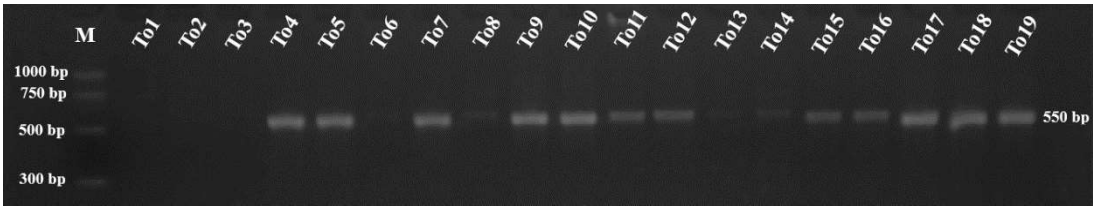
Virus	Primer	Sequence 5'→3'	Ann. Tem. (°C)	Gene	DNA Size (bp)	Reference
Begomovirus	AV494 [a]	GCC**Y**AT**R**TA**Y**AG**R**A AGCC**M**AG	52	CP	550	(Khan وآخرون،200 7)
	AC1048 [a]	GG**R**TT**D**GA**R**GCAT G**H**GTACATG				
TYLCV	TycpV369 [a]	ACGCCCG**Y**CTCGA AGGTTCG	53	CP	650	(Wyatt وBrown ، 1996)
	TycpC1023 [a]	GTACA**W**GCCATAT ACAATAACAAGGC				
TYLCSV-Sic	Sa2267 [b]	TGGAAAGTACCCC ATTCAAGAACATC	52	MP-Rep	946	(Anfoka وآخرون، 2008)
	RVC427 [b]	TGCCTTGGACAAT GGGGACAGCAG				

(**W:** A, T; **D:** A, G, T; **H:** A, C, T; **M:** A, C; **R:** A, G; **Y:** C, T)

b=Specific Primers a=Degenerate Primers

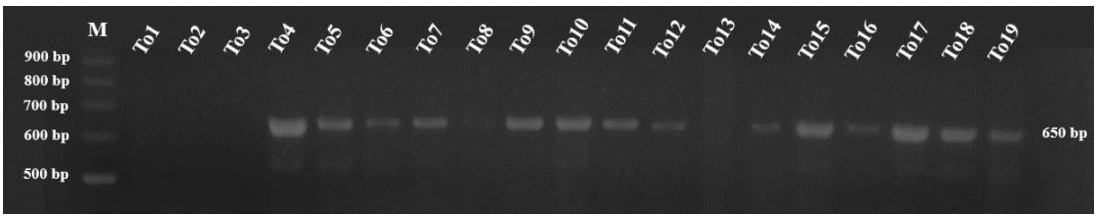
4. النتائج:

أظهرت نتائج الرحلان الكهربائي لنواتج الـ Generic PCR باستخدام زوج البادئات المتعددة AV494/AC1048 المتخصص بالكشف عن منطقة محافظ عليها ضمن مورثة الغلاف البروتيني CP عند جينوم فيروسات جنس *Begomovirus* وجود تفاعل إيجابي وذلك بتضخيم قطعة بوزن جزيئي 550 bp عند كل العينات المدروسة باستثناء العينات (To1، To2، To3) التي لم يظهر فيها أي تفاعل (شكل 2).



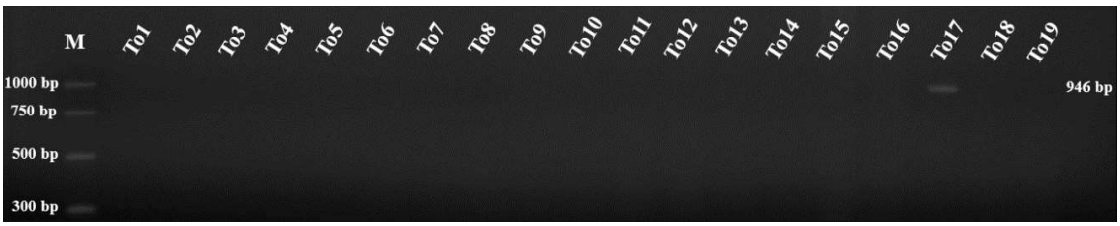
الشكل رقم (2):الرحلان الكهربائي لمنتجات تفاعل البلمرة المتسلسل Generic PCR باستخدام زوج البادئات AV494/AC1048.

وعند إجراء الرحلان الكهربائي لنواتج الـ Generic PCR باستخدام زوج البادئات المتعددة TycpV369/TycpC1023 المتخصصة بالكشف عن فيروس TYLCV ظهر تفاعل إيجابي عند كل من العينات المدروسة باستثناء العينات (To1، To2، To3، To13) وأعطت كل عينة إيجابية حزمة واحدة بوزن جزيئي 650 bp (شكل 3).



الشكل رقم (3): الرحلان الكهربائي لمنتجات تفاعل البلمرة المتسلسل Generic PCR باستخدام البادئات المتعددة TycpV369/TycpC1023.

وباستخدام اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل PCR أظهرت النتائج باستخدام زوج البادئات Sa2267/RVC427 المتخصص بالكشف عن سلالة صقلية TYLCSV-Sic وجود تفاعل ايجابي عند العينة To17 والتي أعطت حزمة واحدة بوزن جزيئي 946bp فيما لم تتفاعل باقي العينات ولم تعط أي حزمة (شكل 4).



الشكل رقم (4): الرحلان الكهربائي لمنتجات تفاعل البلمرة المتسلسل PCR باستخدام زوج البادئات Sa2267/RVC427.

5. مناقشة النتائج:

أجريت الدراسة على 19 عينة لأوراق القمم النامية عند بعض نباتات البندورة التي أخذت من البيوت المحمية في عدة مناطق في الساحل السوري.

أمكن في هذا البحث الكشف عن وجود سلالة صقلية لفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة TYLCSV-Sic على نبات البندورة في الساحل السوري باستخدام طريقة تفاعل البلمرة التسلسلي (PCR).

أظهرت نتائج اختبار Generic PCR باستخدام زوج البادئات المتعددة AV494/AC1048 بأن 16 من أصل 19 عينة مصابة بأحد الفيروسات التابعة لجنس *Begomovirus* ما يؤشر لوجود انتشار وبائي للفيروسات التابعة لهذا الجنس على مستوى الأمراض الفيروسية التي تصيب محصول البندورة في سورية.

كما بينت نتائج اختبار Generic PCR باستخدام زوج البادئات المتعددة TycpV369/TycpC1023 بأن 15 عينة من أصل 19 مصابة بفيروس TYLCV بينما لم تتفاعل العينة To13 مع هذه البادئة على الرغم من أنها أعطت تفاعلاً إيجابياً مع زوج البادئات AV494/AC1048 ما يؤشر لإصابتها بأحد الفيروسات التابعة لجنس *Begomovirus* والتي تصيب نبات البندورة.

أكدت نتائج اختبار تفاعل البلمرة المتسلسل PCR باستخدام زوج البادئات Sa2267/RVC427 أن العينة To17 المأخوذة من منطقة ميعار شاكر بمحافظة طرطوس هي عينة لنبات بندورة مصاب بفيروس TYLCV وحامل لسلالة صقلية TYCSV-Sic. بينما لم تتفاعل باقي عينات الدراسة مع زوج البادئات ولم تعطِ أي حزمة ما يدل على أنها عينات حاملة

لسلالات أخرى قد تكون سلالات جديدة لفيروس TYLCV ما يحتاج للمزيد من الدراسة على المستوى الجزيئي خصوصاً أن دراسات سابقة قام بها Hasan و Mouhanna في عام 2016 بيّنت انتشار كل من السلالتين المعتدلة TYLCV-Mld والشرسة TYLCV-IL لهذا الفيروس في الساحل السوري ولم يسجّل حينها وجود أي من السلالات الأخرى بما فيها سلالة صقلية TYCSV-Sic، وبالتالي تكمن خطورة الكشف عن تواجد هذه السلالة للمرة الأولى في سورية باعتمادها كمؤشر على سرعة انتشار هذا الفيروس بسلالاته المختلفة على الرغم من إجراءات الوقاية والمكافحة المتخذة كمكافحة الناقل الحيوي بالطرق المختلفة الفيزيائية كالمصائد المختلفة أو الكيميائية كالمبيدات المختلفة(Roditakis وآخرون 2009)، خصوصاً في ظل الانتشار الوبائي العابر للقارات للسلالات المختلفة لهذا الفيروس (Mabvakure وآخرون، 2016)، ما يؤكد على اعتبار تربية المحاصيل المقاومة للذبابة البيضاء و/أو الفيروس أهم طرق وقاية المحاصيل من فيروس TYLCV بسلالاته المختلفة (Shen وآخرون 2020).

6. الاستنتاجات:

1- تصيب السلالات المختلفة لفيروس TYLCV عدداً كبيراً من العوائل النباتية في سورية في البيوت المحمية مسببةً خسائر اقتصادية فادحة.

2- تعد هذه المرة الأولى التي يتم فيها تسجيل الإصابة بسلالة صقلية TYLCSV-Sic على نبات البندورة في سورية.

7. التوصيات:

1- إجراء مسح حقلي لمناطق مختلفة من سورية سواء من البيوت المحمية أو من الحقول المكشوفة، إضافة لأخذ عينات من عوائل أخرى محتملة لهذه السلالة (الفليفلة- الفاصولياء-.....) لتحديد مدى انتشار سلالة صقلية TYLCSV-Sic في سورية.

2- متابعة هذه الدراسة من حيث تحديد التتابع النيكلوتيدي لكامل جينوم الفيروسات للعزلة المحلية المدروسة لسلالة صقلية TYLCSV-Sic ليتسنى مقارنتها مع السلالات المنتشرة في الدول المجاورة كلبنان والأردن وفلسطين وغيرها.

3- إجراء دراسات مستقبلاً تهدف للكشف عن جميع سلالات فيروس TYLCV نظراً للانتشار الواسع لسلالاته المختلفة على عدد كبير من المحاصيل الزراعية في سورية.

8. المراجع:

1. حسن، أوس علي ومهنا، أحمد محمد (2016). تقييم عدة طرائق لاستخلاص الـ DNA من نبات الفليفلة *Capsicum annuum* L. للكشف عن فيروسات تابعة لجنس *Begomovirus*. مجلة جامعة البعث، 38:(12) 169-196.

2. المجموعة الإحصائية السنوية (2019). وزارة الزراعة والإصلاح الزراعي في الجمهورية العربية السورية.

8. References:

1. Anfoka, G., Abhary, M., Haj Ahmad, F., (2008). Survey of Tomato yellow leaf curl disease-associated viruses in the Eastern Mediterranean Basin. Journal of Plant Pathology. 90:311-320.

2. Chouchane, S.G., Gorsane, F., Nakhla, M.K., Maxwell, D.P., Marrakchi, M., Fakhfakh, H., (2007). First Report of Tomato yellow leaf curl virus-Is Species Infecting Tomato, Pepper and Bean in Tunisia. Journal of Phytopathology, 155:236-240.

3. Czosnek, H., Ber, R., Antignus, Y., Cohen, S., Navot, N., Zamir, D., (1988). Isolation of the Tomato yellow leaf curl virus –a geminivirus. Phytopathology, 78:508–512.
4. Davino, S., Napoli, C., Davino, M., Accotto, J.P., (2006). Spread of Tomato yellow leaf curl virus in Sicily: partial displacement of another geminivirus originally present. European Journal of Plant Pathology, 114:293–299.
5. Fauquet, C.M., Briddon, R.W., Brown, J.K., Moriones, E., Stanley, J., Zerbini, M., Zhou, X., (2008). *Geminivirus* strain demarcation and nomenclature. Archives of Virology, 153:783–821.
6. Fidan, H., Karacaoglu, M., Koc, G., Caglar, B.K., (2019). Tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) strains and epidemiological role of *Bemisiatabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) biotypes on tomato agroecology in Turkey. Applied Ecology and Environmental Research, 17(4):9131-9144.
7. Gafni, Y., (2003). Tomato yellow leaf curl virus, the intracellular dynamics of a plant DNA virus. Molecular Plant Pathology, 4:9-15.
8. Gilbertson, R., Rojas, M., Russell, D., Maxwell, D., (1991). Use of the asymmetric polymerase chain reaction and DNA sequencing to determine genetic variability of bean golden mosaic *Geminivirus* in the Dominican Republic. Journal of General Virology, 72:2843- 2848.
9. Glick, M., Levy, Y., Gafni, Y., (2009). The Viral Etiology of Tomato yellow leaf curl Disease - A Review. Plant Protection Sciences, 3:81–97.
10. Gronenborn, B., (2007). Tomato yellow leaf curl virus, genome and function of its proteins. In: *Tomato yellow leaf curl virus* disease. Czosnek, H., (Eds.), Springer, The Netherlands, PP:329-342.
11. Hasan, A.A., Mouhanna, A.M., (2016). Detection of Tomato yellow leaf curl virus TYLCV in some vegetable crops in greenhouses and identify its strains in the Syrian Coast. International Journal of ChemTech Research, 9(11):278-286.
12. Khan, A.J., Al-Saady, N.A., Al-Mahruki, S., Al-Oufi, M., Al-Subhi, A.M., (2007). Molecular characterization of *Begomovirus* infecting sweet pepper in Oman. Indian Journal of Biotechnology, 6:45-51.
13. Mabvakure, B., Martin, D.P., Kraberger, S., Cloete, L., Brunschot, S., Geering, A.D.W., Thomas, J.E., Bananej, K., Lett, J., Lefeuvre, P., Varsani, A., Harkins, G.W., (2016). Ongoing geographical spread of Tomato yellow leaf curl virus. Virology, 498:257-264.

14. Mauck, K.E., Smyers, E., De Moraes, C.M., Mescher, M.C., (2015). Virus infection influences host plant interactions with non- vector herbivores and predators. Functional Ecology, 29:662- 673.
15. Monci, F., Sanchez-Campos, S., Navas-Castillo, J., Moriones, E., (2002). A Natural Recombinant between the Geminiviruses Tomato yellow leaf curl Sardinia virus and Tomato yellow leaf curl virus Exhibits a Novel Pathogenic Phenotype and Is Becoming Prevalent in Spanish Populations. Virology, 303:317–326.
16. Moriones, E., Navas-Castillo, J., (2000). Tomato yellow leaf curl virus, an emerging virus complex causing epidemics worldwide. Virus Research, 71:123–134.
17. Navot, N., Pichersky, E., Zeidan, M., Zamir, D., Czosnek, H., (1991). Tomato yellow leaf curl virus: a whitefly-transmitted Geminivirus with a single genomic component. Virology, 185:151–161.
18. Polston, J.E., Anderson, P.K., (1997). The emergence of whitefly-transmitted Geminiviruses in tomato in the Western Hemisphere, Plant Disease, 81:1358–1369.
19. Roditakis, E., Grispou, M., Morou, E., Kristoffersen, J.B., Roditakis, N., Nauen, R., (2009). Current status of insecticide resistance in Q biotype *Bemisia tabaci* populations from Crete. Pest Management Science, 65:313–322.
20. Rybicki, E.P., Pietersen, G., (1999). Plant virus problems in the developing world.Adv. Virus Research, 53:127–175.
21. Shen, X., Yan, Z., Wang, X., Wang, Y., Arens, M., Du, Y., Visser, R.G.F., Kormelink, R., Bai, Y., Wolters, A-MA. (2020). The NLR Protein Encoded by the Resistance Gene Ty-2 Is Triggered by the Replication- Associated Protein Rep/C1 of Tomato yellow leaf curl virus. Frontiers in Plant Science, 11:545306.
22. Wei, J., Zhao, J.J., Zhang, T., Li, F.F., Ghanim, M., Zhou, X.P., Ye, G.Y., Liu, S.S., (2014). Specific Cells in the Primary Salivary Glands of the Whitefly *Bemisia tabaci* Control Retention and Transmission of Begomoviruses, Journal of Virology, 88(22):13460–13468.
23. Wyatt, S.D., Brown, J.K., (1996). Detection of subgroup III geminivirus isolates in leaf extracts by degenerate primers and polymerase chain reaction. Phytopathology, 86:1288-1293.
24. Zerbini, F.M., Briddon, R.W., Idris, A., Martin, D.P., Moriones, E., Navas-Castillo, J., Rivera-Bustamante, R., Roumagnac, P., Varsani, A., (2017). ICTV Virus Taxonomy Profile: *Geminiviridae*. Journal of General Virology. 98:131-133.