

## الفصل الثامن

### الفيروسات التي تصيب محصول البندورة/الطماطم

عقل منصور<sup>1</sup>، جابر ابراهيم فجلة<sup>2</sup>، أمين عامر حاج قاسم<sup>3</sup>، عايدة نسور<sup>1</sup>،  
طلال الزدجالي<sup>4</sup> وحسني يونس<sup>5</sup>

- (1) كلية الزراعة، الجامعة الأردنية، عمان، الأردن؛ (2) كلية الزراعة، جامعة الإسكندرية، مصر؛  
(3) كلية الزراعة، جامعة حلب، سورية؛ (4) مركز البحوث الزراعية، مسقط، سلطنة عمان؛  
(5) كلية زراعة، سابا باشا، جامعة الإسكندرية، مصر.

#### المحتويات

1. المقدمة
2. الفيروسات والفيروسات التي تصيب البندورة/الطماطم في المنطقة العربية
  - 1.2. الفيروسات المهمة إقتصادياً
    - 1.1.2. فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم
    - 2.1.2. فيروس موزاييك البندورة/الطماطم
    - 3.1.2. فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم
    - 4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم
  - 2.2. فيروسات أخرى
    - 1.2.2. فيروس موزاييك الخيار
    - 2.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y
    - 3.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس X
    - 4.2.2. فيروس موزاييك الفصاة/الجت/البرسيم الحجازي
    - 5.2.2. فيروس النقرم الشجيري للبندورة/الطماطم
    - 6.2.2. فيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم
3. استنتاجات عامة
4. المراجع

#### 1. المقدمة

تتنمي البندورة/الطماطم (*Lycopersicon esculentum* Mill.) إلى الفصيلة البانجانانية (Solanaceae)، وتعتبر من المحاصيل الإقتصادية الهامة في الدول العربية كونها تدخل في غذاء الإنسان العربي اليومي من خلال اضافتها إلى أنواع الطبخ المختلفة أو تناول ثمارها طازجة مع السلطات. كما أن جزءاً كبيراً من الإنتاج يذهب إلى مصانع التعليب لتصنيع معجون البندورة/الطماطم والعصائر المختلفة وغيرها. بلغت المساحة المزروعة بالبندورة/الطماطم في البلدان العربية لعام 2006 حوالي 376 ألف هكتار أنتجت ما مجموعه حوالي 760,13 ألف طن (جدول 1).

**جدول 1.** مساحة وإنتاجية محصول البندورة/الطماطم في بعض البلدان العربية حسب الإحصائيات المتوفرة لدى منظمة الأغذية والزراعة (الفاو) لعام 2006.

البلد	المساحة المزروعة (1000 هكتار)	الكمية المنتجة (1000 طن)
الجزائر	31.01	796.16
مصر	195.00	7600.00
الأردن	11.27	545.57
الكويت	0.66	55.75
لبنان	3.70	277.00
ليبيا	10.12	212.81
المغرب	20.80	1245.00
سلطنة عمان	0.89	40.44
المملكة العربية السعودية	17.30	495.57
السودان	34.45	484.00
سورية	14.60	945.50
تونس	21.20	850.00
اليمن	15.61	211.73
مجموع الدول العربية	376.62	13759.54
العالم	4597.22	125543.48
نسبة ما تزرعه الدول العربية مقارنة بالعالم	8.19	10.96

## 2. الفيروسات والفيروسات التي تصيب البندورة/الطماطم في المنطقة العربية

تتعرض البندورة/الطماطم للإصابة بالعديد من الأمراض الفيروسية سجل منها في المنطقة العربية، حسب المعلومات المتاحة 18 فيروس بالإضافة إلى فيروس النقرم القمي للبندورة/الطماطم (جدول 2).

### 1.2. الفيروسات المهمة إقتصادياً

#### 1.1.2. فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم

*Tomato yellow leaf curl virus* (TYLCV)، جنس *Begomovirus*، فصيلة *Geminiviridae*

الصفات العامة - سجل هذا الفيروس لأول مرة على البندورة/الطماطم عام 1964 في فلسطين المحتلة (Cohen & Harpaz, 1964). جسيمات الفيروس تظهر بشكل توأمي (21 × 28 نانومتراً) (زايد وآخرون، 2006). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ربيبي منقوص

الأكسجين أحادي السلسلة (ssDNA)، دائري الشكل، يبلغ حجمه الكلي 5.5 ألف قاعدة أزوتية ومكون من قطعتين، الأولى يبلغ حجمها 2.78 ألف قاعدة أزوتية والقطعة الثانية 2.7 ألف قاعدة أزوتية.

أمكن تنقية الفيروس باستخدام وسطين للاستخلاص للمقارنة هما سترات الصوديوم وفوسفات الصوديوم والترويق بالكلوروفورم متبوعاً بترسيب الفيروس بالبولي إيثيلين جليكول (وزن جزيئي 6000) ودورتين من الطرد المركزي المفروق. وقد أعطت الطريقة التي استخدم فيها سترات الصوديوم كوسط للإستخلاص حاصلاً عالياً نسبياً من الفيروس مقارنة بالطريقة التي استخدم فيها فوسفات الصوديوم (Fegla et al., 1997). كما أمكن تنقية الفيروس أيضاً باستخدام الكلوروفورم للترويق والبولي إيثيلين جليكول للترسيب متبوعاً بالتنقية النهائية في محلول السكروز متدرج الكثافة (Sawalha et al., 1999).

**الأعراض والمدى العوائلي** - تكون أعراض هذا الفيروس شديدة عادة على نباتات البندورة/الطماطم، حيث تتقرم النباتات المصابة وتتجدد الأوراق ويشوبها اصفرار واضح (شكل 1)، مع إجهاض للأزهار، ونقص شديد في الإنتاج وصغر حجم الثمار وقد يحدث تكبير في نضج ثمار النباتات المصابة (Fegla et al., 1997) (شكل 1). وتظهر أعراض شديدة أيضاً على نباتات الداتورة (*Datura stramonium* L.)، بينما تكاد تظهر على نبات التبغ (Mansour & Al-Musa, 1992)، أما على نباتات الفاصولياء فتظهر الإصابة على شكل تبقعات مع إلتهاف للأوراق.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي ضيق، حيث يصيب نباتات من 3-9 فصائل (Harrison, 1985). وقد وجد أن العزلة الأردنية من الفيروس تصيب عدد محدود من العوائل محصور في الفصيلة الباذنجانية، حيث تظهر الأعراض شديدة على نباتات الطماطم/البندورة والداتورة، ولكن الإصابة تكون بدون أعراض على نباتات التبغ (Mansour & Al-Musa, 1992). ويصيب فيروس TYLCV تجريبياً نباتات من الفصيلة الخبازية (Malvaceae) مثل الخبيزة (*Malva parviflora* L.)، واليامياء (*Abelmoschus esculenus* (L.) Moench) وكذلك نباتات من الفصيلة البقولية (Fabaceae) مثل الفاصولياء، وأنواع من الفصيلة المركبة (Compositae) (Cohen & Nitzany, 1966)؛ (Ioannou et al., 1987؛ Moghal et al., 1993a) وكذلك الرمامية (Chenopodiaceae) والصلبية (Brassicaceae) (Fegla et al., 1997). وقد عزل الفيروس من نباتات الداتورة والفلفل/الفليفلة المصابة طبيعياً في مصر (Shalaby et al., 1997؛ Zaher et al., 1997) ومن نباتات الفلفل/الفليفلة في السودان (Elshafie et al., 2005).

## جدول 2. الفيروسات والفيروسات المسجلة على البندورة/الطماطم في البلدان العربية.

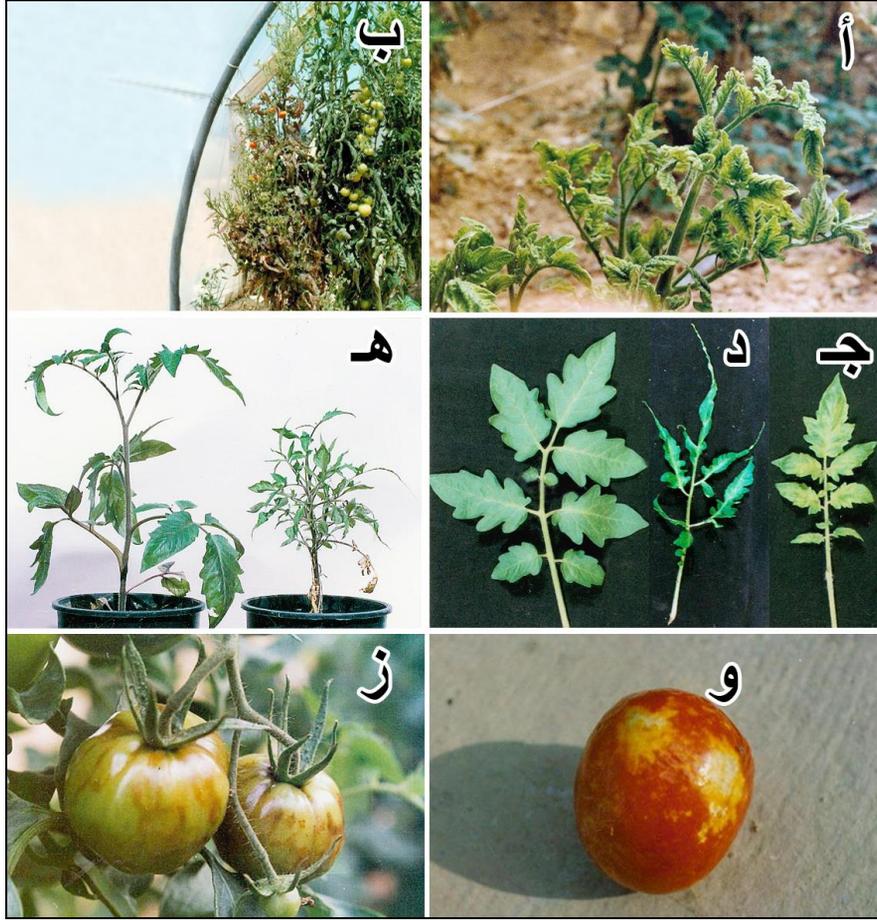
الاسم العربي	الاسم العلمي	الاسم المختصر	الجنس	الفصيلة/العائلة
<b>فيروسات مهمة إقتصادياً</b>				
فيروس موزايك الفصاة/الجت/ البرسيم الحجازي	<i>Alfalfa mosaic virus</i>	AMV	<i>Alfavirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
فيروس موزايك الخيار	<i>Cucumber mosaic virus</i>	CMV	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
فيروس البطاطا/البطاطس X	<i>Potato virus X</i>	PVX	<i>Potexvirus</i>	<i>Flexiviridae</i>
فيروس البطاطا/البطاطس Y	<i>Potato virus Y</i>	PVY	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس اسبرمي البندورة/الطماطم	<i>Tomato aspermy virus</i>	TAV	<i>Cucumovirus</i>	<i>Bromoviridae</i>
فيروس التقزم الشجيري للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato bushy stunt virus</i>	TBSV	<i>Tombusvirus</i>	<i>Tombusviridae</i>
فيروس موزايك البنندورة/الطماطم	<i>Tomato mosaic virus</i>	ToMV	<i>Tobamovirus</i>	غير محددة
فيروس التبقع الحلقي للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato ringspot virus</i>	ToRV	<i>Nepovirus</i>	<i>Comoviridae</i>
فيروس الذبول المتبقع للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato spotted wilt virus</i>	TSWV	<i>Tospovirus</i>	<i>Bunyaviridae</i>
فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato yellow leaf curl virus</i>	TYLCV	<i>Begomovirus</i>	<i>Geminiviridae</i>
<b>فيروسات وفيروسات أقل أهمية</b>				
فيروس الحلقة السوداء للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato black ring virus</i>	TBRV	<i>Nepovirus</i>	<i>Comoviridae</i>
فيروس تحفر التبغ	<i>Tobacco etch virus</i>	TEV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس خشخشة التبغ	<i>Tobacco rattle virus</i>	TRV	<i>Tobravirus</i>	<i>Togaviridae</i>
فيروس شحوب البنندورة/الطماطم	<i>Tomato chlorosis virus</i>	ToCV	<i>Crinivirus</i>	<i>Closteroviridae</i>
فيروس الشحوب المعدي للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato infectious chlorosis virus</i>	TICV	<i>Crinivirus</i>	<i>Closteroviridae</i>
فيروس النفاق أوراق البطاطا/البطاطس	<i>Potato leaf roll virus</i>	PLRV	<i>Polerovirus</i>	<i>Luteoviridae</i>
فيروس تبرقش عرق الفلفل	<i>Pepper veinal mottle virus</i>	PVMV	<i>Potyvirus</i>	<i>Potyviridae</i>
فيروس موزايك التبغ	<i>Tobacco mosaic virus</i>	TMV	<i>Tobamovirus</i>	غير محددة
فيروس التقزم القمي للبنندورة/الطماطم	<i>Tomato apical stunt viroid</i>	TASVd	<i>Pospiviroid</i>	<i>Pospiviroidae</i>

**طرائق الانتقال** - لا ينتقل الفيروس ميكانيكياً (زايد وآخرون، 2007؛ Fegla et al., 1997) ينتقل هذا الفيروس في الطبيعة بواسطة الذبابة البيضاء (*Bemisia tabaci* Genn.) بالطريقة المتأثرة/الباقية، وتحتفظ الحشرة بقدرتها على نقل الفيروس حتى بعد عملية الإنسلاخ، لكن الفيروس لا يتكاثر داخل الحشرة ولا ينتقل إلى الأجيال التالية من خلال البيض ولا يحتاج إلى فيروس مساعد في الانتقال (Nitzany, 1975؛ Pico et al., 1996). وقد وجد أن حشرة ذبابة

بيضاء واحدة قادرة على نقل الفيروس بنسبة 16% وتزداد هذه النسبة بزيادة أعداد الحشرات المستخدمة لتصل إلى 80% عند استخدام 15 حشرة ذبابة بيضاء لكل نبات. وكانت أقل فترة تغذية لإكتساب الفيروس من النبات المصاب وكذلك نقله إلى النبات السليم هي 10 دقائق، وتزداد كفاءة الإكتساب وكذلك النقل تدريجياً بزيادة فترات التغذية لتصل 70-73% في حالة التغذية للإكتساب أو النقل لفترة 24 ساعة. كما وجد أن للفيروس فترة حضانة في الناقل تصل إلى 20 ساعة (Fegla *et al.*, 1997). وأظهرت دراسة أخرى أن أقل فترة تغذية لإكتساب الفيروس من النبات المصاب هي حوالي 60 دقيقة وأقل فترة تغذية لنقل الفيروس لنباتات سليمة هي حوالي 30 دقيقة. وتستطيع الذبابة البيضاء أن تحتفظ بالقدرة على نقل الفيروس لفترة 20-24 يوماً (Mansour & Al-Musa, 1992)، كما ينتقل هذا الفيروس أيضاً بالتطعيم ولا ينتقل عن طريق بذور نباتات البندورة/الطماطم المصابة (Fegla *et al.*, 1997؛ Nakhla *et al.*, 1978).

**التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية -** سجل هذا الفيروس في كل من لبنان (Makkouk *et al.*, 1979)، مصر (Mazyad *et al.*, 1979؛ Nour-Eldin *et al.*, 1969)، الأردن (Mink, 1976؛ Al-Musa, 1982؛ Makkouk, 1978)، العراق (Khattat *et al.*, 1997)، تونس (Pico *et al.*, 1996؛ Fekih-Hassan *et al.*, 2003)، السودان (مختار وآخرون، 2007)؛ ليبيا (Yassin & Nour, 1965؛ Elshafie *et al.*, 2005)، سلطنة عمان (Al-Zidjali, 1997؛ Moghal *et al.*, 1993a, 1993b, 1993c)، الإمارات العربية المتحدة (Al-Azbi & Al-Dehli, 2005؛ Al-Bagham & Salim, 1997)، اليمن (ناشر وآخرون، 2007)؛ (Ba-Angood & Mogahed, 1997)، المملكة العربية السعودية (Al-Abdulmohsin, 1997)، والمغرب (Monci *et al.*, 2000؛ Peterschmitt *et al.*, 1999).

يعتبر فيروس TYLCV من أهم الأمراض التي تصيب البندورة/الطماطم في الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983) وفي باقي بلدان المنطقة العربية نظراً لانتشاره الواسع ولم يقتصر الأمر على زراعات الحقل المفتوح والتي وصلت نسبة الإصابة بها في مصر إلى 75% عام 1973 (Zaher, 1973) وارتفعت حتى أدت إلى فقد شبه كلي لمحصول البندورة/الطماطم في محافظة الفيوم عام 1989 (جابر فجلة، معلومات غير منشورة) وفي لبنان إلى 85-90% (Makkouk *et al.*, 1979) وفي المملكة العربية السعودية إلى 100% (Mazyad *et al.*, 1979) وفي الأردن إلى 93-100% في العروة الخريفية (Al-Musa, 1982)، بل تعداها إلى زراعات البيوت المحمية حيث تراوحت نسبة إصابة البندورة/الطماطم فيها في مصر خلال مرحلة التزهير وعقد الثمار من 79 إلى 100% حسب الموسم والمنطقة والصنف المزرع. وقد توقفت بعض الشركات عن الإنتاج بسبب الخسائر الكبيرة التي تحملتها خلال موسم 1992/1993 (Younes, 1995).



**شكل 1.** تجعد واصفرار أوراق نبات طماطم/بندورة ناتج عن الإصابة بفيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم (TYLCV) (أ)؛ تقزم شديد وصغر حجم ثمار البندورة/الطماطم تحت ظروف البيت البلاستيكي وتكبيرها في النضج مقارنة بثمار النباتات الأخرى نتيجة الإصابة بفيروس TYLCV (ب)؛ أعراض موزاييك شديدة (ج) وعرض ورقة السرخس/الخنشار (د) ناتج عن الإصابة بفيروس موزاييك البندورة/الطماطم (ToMV) (الشاهد على اليسار)؛ نبات طماطم/بندورة متقزم عليه أعراض ورقة السرخس/الخنشار (الشاهد على اليسار) (هـ)، أعراض بقع صفراء (و) وبقع مبيطة بنية غير منتظمة (ز) على ثمار البندورة/الطماطم ناتجة عن الإصابة بفيروس ToMV.

تسبب الإصابة بالفيروس خفضاً في عدد الأزهار والثمار وكذلك الوزن الرطب للثمار إذا ما قورنت بالنباتات السليمة ويزداد الخفض كلما كانت الإصابة مبكرة. فقد كانت نسبة الخفض في الوزن الرطب للثمار 93.1، 82.8 و 32.7% في النباتات التي أعديت بعد 5، 21 و 60 يوم من الشتل، على التوالي (Younes, 1995). كما وجد في الأردن أن هذا الفيروس سبب خسارة في

الإنتاج وصلت إلى 63% عند إعداء النباتات بعد 10 أسابيع من الزراعة (Al-Musa, 1982). وقد سجلت خسارة كبيرة في الإنتاج بلغت 96% في النباتات غير المغطاة وغير المعاملة كيميائياً عند مقارنتها بالنباتات المغطاة (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c). وفي ليبيا سبب الفيروس خفصاً كبيراً في إنتاج البندورة/الطماطم بلغ 57% (زايد وآخرون، 2006، 2007).

**طرائق الكشف** - يعطي هذا الفيروس أعراض تشوهات وأصفرار جهازية على نباتات البندورة/الطماطم، وأصفرار ما بين العروق على نباتات الداتورة، أعراض التقاف الأوراق وأصفرار عروق نباتات التبغ وكذلك اصفرار أوراق الفاصولياء.

يمكن الكشف عن الفيروس باستخدام اختبار الاليزا واختبار الارتباط المناعي النقطي والمجهر الإلكتروني المناعي (زايد وآخرون، 2007؛ Fegla *et al.*, 1997) وبصمة النسيج النباتي المناعي وكذلك باختبار التفاعل المتسلسل للبوليميراز (Monci *et al.*, 2000؛ Sawalha *et al.*, 1999؛ Peterschmitt *et al.*, 1999؛ Nakhla *et al.*, 1992, 1993؛ Youssef, 1998). وقد وجد أن الاختبار الأخير ليس قادراً فقط على كشف الفيروس في جميع أجزاء النبات المصاب، بل تعدى ذلك للكشف عن الفيروس في عصارة النبات المخففة حتى 10<sup>-6</sup>، بالإضافة إلى لكشف عن وجود الفيروس في حشرة الذبابة البيضاء الناقلة للفيروس (Sawalha *et al.*, 1999).

**الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره** - ينصح للحد من انتشار هذا الفيروس استخدام الأصناف المتحملة (Mansour & Kasrawi, 1997). في سلطنة عمان وجد أن صنف Sunglobe كان أكثر الأصناف تحملاً للإصابة بالفيروس (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c)، وقد وجدت بعض الأصناف المقاومة للفيروس في كل من مصر (Hassan *et al.*, 1982) والسودان (Geneif, 1984). كما ينصح باستخدام شتول خالية من الفيروس والتي تقلل من الإصابة خاصة في المراحل المبكرة من نمو النبات (Al-Musa *et al.*, 1982؛ El-Aidy & Sidaros, 1997). وقد أدى ذلك إلى زيادة في المحصول الناتج بنسبة تتراوح من 58-92% تبعاً لصنف البندورة/الطماطم (El-Aidy & Sidaros, 1997).

وقد أظهرت دراسات أجريت في مصر والأردن وجود بعض الأصناف البرية من البندورة/الطماطم المقاومة للفيروس يمكن استخدامها في برامج التربية كمصدر للمقاومة (Kasrawi *et al.*, 1988؛ El-Hammady *et al.*, 1976). يفضل تغطية الشتول/الشتلات الخالية من الفيروس في الحقل بالأغطية الواقية من الحشرة الناقلة للفيروس لمدة 8-9 أسابيع لأن ذلك يعطي نباتات خالية من الإصابة وذات إنتاج مرتفع (Moghal *et al.*, 1993b, 1993c) واستخدام المصائد اللاصقة الصفراء في البيوت البلاستيكية لأنها تساعد في التقليل من أعداد حشرة الذبابة

البيضاء وبالتالي الحد من انتشار الفيروس. كما أن استخدام الملش العاكس يساعد في التقليل من أعداد الحشرة الناقلة للفيروس. ويمكن العمل على تأخير الإصابة بواسطة العمليات الزراعية المختلفة مثل الزراعة المتداخلة (البندورة/الطماطم مع الخيار)، الري بالتثقيط وتغيير موعد الزراعة (Al-Younes, 1995؛ Musa, 1986) الناقلة غير فعالة في الحد من انتشار الفيروس (Sharaf & Makkouk & Laterrot, 1983)؛ ولا شك بأن استخدام المكافحة المتكاملة هي الطريقة المثلى للحد من أضرار الإصابة بهذا الفيروس (Ahmed et al., 2001؛ Al-Musa et al., 1987؛ Mazyad et al., 1994؛ Makkouk & Laterrot, 1983). كما وجد البعض أن رش نباتات البندورة/الطماطم بمستخلص الخلة (*Ammi visnaga*) ومحلول الخميرة (*Saccharomyces cerevisiae*) أدى إلى خفض ملحوظ في نسبة الإصابة بالفيروس وتحسين معدل نمو النباتات والمحصول الناتج عنها مقارنة بنباتات المقارنة (El-Dougoudou et al., 2001).

### 2.1.2. فيروس موزايك البندورة/الطماطم

#### (*Tobamovirus*، جنس *ToMV*) *Tomato mosaic virus*

**الصفات العامة :** سجل هذا الفيروس لأول مرة في الولايات المتحدة الأمريكية عام 1909 على نباتات البندورة/الطماطم. جسيمات الفيروس عسوية صلابة يبلغ طولها حوالي 300 نانومتراً وقطرها حوالي 18 نانومتراً (El-Afifi et al., 2004؛ Sadik et al., 2000؛ Younes, 1995). يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي وحيد السلسلة حجمه 6,384 قاعدة أزوتية ويمثل حوالي 5% من وزن الفيروس (Hollings & Huttinga, 1976)، ويتكون الغطاء البروتيني من نوع واحد من البروتين والوزن الجزيئي لوحده 17 كيلو دالتون (El-Afifi et al., 2004). هناك العديد من السلالات لهذا الفيروس والتي تتشابه مع بعضها في مكونات الغطاء من الأحماض الأمينية والخواص المصلية. والطريقة التي صنفت بها هذه السلالات هي قدرتها على إحداث أعراض في أنواع معينة من النباتات التابعة لجنس *Lycopersicon* ومن بعض هذه السلالات: سلالات تسبب أعراض تبرقش أصفر (*Tomato aucuba mosaic strain*)، سلالات تسبب تشوه الأوراق ونموات زائدة على السطح السفلي للأوراق، سلالات تسبب موزايك أصفر مثل سلالة *Dahlemense* التي تسبب نفس أعراض فيروس موزايك التبغ على نباتات التبغ، سلالات أعراض البقع الحلقية الصفراء (*Yellow ringspot strain*)، سلالات تورد البندورة/الطماطم والتي تسبب تشوه وتقرم النباتات مشابه لما تسببه هرمونات مبيدات الأعشاب.

يمكن تنقية الفيروس بطريقة الإستخلاص في محلول منظم فوسفاتي درجة حموضته 7.4، ومن ثم الترويق باستخدام البيوتانول ثم الترسيب بالطرد المركزي المفرق أو الترسيب

بالبولي اثيلين جليكول والتعرض لدورة واحدة أو اثنين من الطرد المركزي المفرق (Sadik *et al.*, 2000؛ Fegla *et al.*, 2000) أو بنفس الخطوات السابقة متبوعاً بالطرد المركزي في محلول سكروز متدرج الكثافة (Sadik *et al.*, 2000؛ Gooding & Hebert, 1967).

**الأعراض والمدى العائلي** - تتأثر أعراض المرض بعوامل عديدة منها: الظروف الجوية، سلالة الفيروس، عمر النبات أثناء العدوى، وحساسية الأصناف (Sutic *et al.*, 1999). وبناءً على ذلك يمكن تلخيص الأعراض على الشكل التالي: (1) موزاييك شديد مع تشوه ضعيف للأوراق، وتعتبر من الأعراض الشائعة في البندورة/الطماطم المزروعة داخل البيوت الزجاجية في الصيف، أما في الشتاء عندما تكون شدة الإضاءة قليلة والنهار قصيراً ودرجة الحرارة لا تتجاوز 20 °س تكون النباتات متقزمة بشدة والأوراق متشوهة تشبه أوراق السرخس/الخنشار (Fern-leaf) (شكل 1) إلا أن التبرقش يكون خفيفاً، وتكون النباتات أقل حيوية ويقل إنتاجها؛ (2) موزاييك أو بقع صفراء واضحة وكذلك بقع بنية ممتدة غير منتظمة قد تظهر أيضاً على الثمار (شكل 1)؛ (3) تقرحات على سوق النباتات، وحوامل الأوراق، والأوراق والثمار وتعتبر من أكثر الأعراض خطورة. ويكون التقرح أكثر خطورة خاصة إذا كان النبات مصاباً بأكثر من فيروس في آن واحد حيث يؤدي ذلك في النهاية إلى موت النبات. وتوجد عزلات من فيروس موزاييك البندورة/الطماطم تسبب نفس الأعراض على الفلفل وأنواع مختلفة من التبغ.

يصيب هذا الفيروس عدداً كبيراً من النباتات التابعة لفصائل عديدة أهمها الفصيلة الباذنجانية، ومن أهم المحاصيل الاقتصادية في هذه الفصيلة البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة. إضافة إلى نباتات الفصائل التالية: الغاسولية/البركانية (Aizoaceae)، القطيفية (Amaranthaceae)، الرمامية/السرمقية (Chenopodiaceae) والخنزيرية (Scrophulariaceae) (Hollings & Huttinga, 1976).

**التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية** - سجل هذا الفيروس في عدد من الدول العربية مثل مصر (Mazyad *et al.*, 1969)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002)، الأردن (AI-Musa & Mansour, 1983)، السودان (Elshafie *et al.*, 2005)، لبنان (Makkouk, 1976)، تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Abdul Sattar & Haithami, 1986؛ Brunt *et al.*, 1990؛ Walkey, 1992)، وسورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

لهذا الفيروس تأثير شديد على عقد الثمار حيث إنه يسبب سقوط الأزهار أو فشل العقد وبالتالي قلة الإنتاج. ويعتبر هذا الفيروس أكثر فيروسات البندورة/الطماطم انتشاراً على البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة في السودان (Elshafie *et al.*, 2005).

**طرائق الانتقال** - يعتبر هذا الفيروس من أكثر الفيروسات انتشاراً بين النباتات وبسبب ثباته فإنه يقدر على البقاء لعدد من السنوات في حالة فعالة، فهو ينتقل بالتلقيح الميكانيكي بسهولة إلى مجموعة كبيرة من النباتات العشبية، كما ينتقل على سطح البذور أو داخل الغلاف وليس في داخل الجنين (Nakhla et al., 1978). وتختلف نسبة البذور الملوثة باختلاف النبات وقد تصل إلى 94% في البندورة/الطماطم (Sutic et al., 1999). لا ينتقل هذا الفيروس في الطبيعة بواسطة الحشرات بل ينتقل عن طريق زراعة شتلات مصابة أو عن طريق تربة ملوثة بالفيروس من محصول سابق مصاب (Broadbent, 1965).

**طرائق الكشف** - يعطي الفيروس أعراض بقع موضعية شاحبة على *Chenopodium amaranticolor* Reyn & Coste وبقع موضعية مية على كل من الداتورة (*Datura stramonium* L.) و(*Nicotiana glutinosa* L.) والتبغ (*Nicotiana tabacum* L.) صنف White Burley بدون إنتشار جهازي وأعراض موزاييك على البندورة/الطماطم، قد يصاحبه عرض الورقة الخيطية أو ورقة السرخس/الخنشار وموزاييك على التبغ صنف Turkish (Younes, 1995). ويمكن الكشف عن هذا الفيروس بالاختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة باستخدام أمصال مضادة متعددة الكلون مثل اختبار الترسيب والانتشار الثنائي في هلام الأجار (Kleczkowski, 1961)، الاليزا، اختبار الارتباط المناعي النقطي وبصمة النسيج النباتي المناعي (يونس وآخرون، 2003؛ Fegla et al., 2001؛ Younes, 1995). وقد أمكن تعظيم حساسية اختبار الارتباط المناعي النقطي للكشف عن هذا الفيروس 10 مرات عن طريق الاختيار المناسب لمنظم الاستخلاص ومحلل الطمس المستخدم (Fegla et al., 2000). كما يمكن الكشف عنه أيضاً بالتقانات الحيوية الجزيئية كالتفاعل المتسلسل للبوليميراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Castello et al., 1995؛ Sadik et al., 2000؛ Shoman & Othman, 2004).

**الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره** - ينصح بشكل عام في الحد من انتشار هذا الفيروس في الحقول المكشوفة، باستخدام بذور طماطم/بندورة خالية من الفيروس، وكذلك بعزل حقول البندورة/الطماطم عن مصادر الإصابة بالفيروس والتأكد من ان أرض الحقل لم تزرع في السنة السابقة بمحاصيل التبغ أو البندورة/الطماطم أو أي من المحاصيل الحساسة لفيروس موزاييك البندورة/الطماطم. أما في البيوت الزجاجية والبلاستيكية فيجب على العمال إرتداء صدرات نظيفة ومعقمة تستبدل يومياً، وتوعيتهم بأن هذا الفيروس قد ينتشر عن طريق أحذيتهم وملابسهم وأيديهم وبالتالي أهمية تعقيمها وتنظيفها بصورة مستمرة، وبضرورة الامتناع عن التدخين أثناء العمل ويجب غسل أيديهم قبل ملامسة النباتات حيث تكون السجائر مصدراً للفيروس. ومن وسائل

الوقاية من هذا الفيروس تعقيم البذور الملوثة ومعاملتها بمحلول فوسفاتي ثلاثي الصوديوم أو محلول هيدروكسيد الصوديوم لمدة 20 دقيقة أو بمعاملة البذور لمدة 24 ساعة عند درجة حرارة 82-85 °س. بالإضافة إلى تعقيم تربة البيوت الزجاجية ببخار الماء الساخن أو بالتعقيم الشمسي. ويمكن القاح نباتات البندورة/الطماطم بسلاسلات ضعيفة من الفيروس (Rast, 1972, 1975) للوقاية من الإصابة بالسلاسلات الشديدة. ويعد إنتاج أصناف مقاومة أو متحملة من البندورة/الطماطم من أفضل طرائق الوقاية بشكل عام وللفيروسات بشكل خاص. وقد أثبتت الدراسات أن إنتاج أصناف طماطم/بندورة مقاومة لفيروس ToMV ممكن وأن المقاومة المكتسبة وراثياً تبقى فاعلة لفترة طويلة من الزمن (Pelham, 1972).

### 3.1.2. فيروس الذبول المتبقع للبندورة/الطماطم

(*Bunyaviridae* فصيلة *Tospovirus*، جنس *TSWV*) *Tomato spotted wilt virus*

الصفات العامة - سجل الفيروس لأول مرة عام 1930 في استراليا على نباتات طماطم/بندورة عليها أعراض تبقع وذبول (Samuel et al., 1930). ومن مرادفاته: فيروس الورقة البرونزية للبندورة/الطماطم (Smith, 1972)، فيروس ورقة داليا البلوطي، فيروس التبقع الحلقي الأصفر للداليا (Brunt, 1959)، فيروس التبقع الحلقي للفلو السوداني (Klesser, 1966)، فيروس التبقع الأصفر للأناناس (Smith, 1972).

جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد، قطرها حوالي 85 نانومتراً (Abdelkader et al., 2004؛ Black et al., 1963)، ومحاطة بغشاء. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي احادي السلسلة (Best, 1968)، يحتوي على 20% مركبات دهنية، 7% كربوهيدرات بالإضافة إلى البروتين والحمض النووي (Best & Palk, 1964).

لوحظ العديد من السلالات التي تختلف في شدة الأعراض التي تسببها إلا أن أكثرها ثباتاً هي سلالات TB (tip blight)، N (necrotic)، VM (very mild)، M (mild)، R (ringspot)، (Ie, 1970) والسلالات A، B، C1، C2، D، E (Best, 1968).

يمكن تنقية الفيروس بطحن أجزاء النبات المصاب بمحلول منظم فوسفات البوتاسيوم متعادل الحموضة، وفصل الفيروس بتعريض محلول الإستخلاص للطردي المركزي الخفيف ثم طرد مركزي عالي السرعة والتي يتبعها تعليق الراسب بمحلول منظم يحوي على كبريتيت الصوديوم، يلي ذلك دورة واحدة من الطرد المركزي المفروق متبوع بالطرد المركزي في محلول سكرورز متدرج الكثافة (Black et al., 1963).

**الأعراض والمدى العوائلي** - يسبب فيروس TSWV مجموعة من الأعراض على النباتات التي يصيبها، وتشمل التبقع الأصفر، البقع الميتة، تقزم مختلف أجزاء النبات المصاب، ظهور نموات وزوائد على السطح السفلي للأوراق. ومن أشهر أعراض الإصابة على البندورة/الطماطم هو الذبول البرونزي وقد يغطي الورقة بأكملها (Abdelkader *et al.*, 2004). كما ويسبب تشوه أزهار الداليا والزينيا. يعتقد بأن التباين الكبير في الأعراض ينشأ غالباً عن الإصابة المختلطة بعدة سلالات للفيروس.

يتسم الفيروس بمدى عوائلي واسع حيث يصيب مجموعة كبيرة من النباتات تصل إلى 500 نوعاً تنتمي إلى 27 فصيلة من ذوات الفلقتين و 7 فصائل من ذوات الفلقة الواحدة (Ie, 1970). ويسبب أضرار مختلفة، حسب نوع النبات المصاب وعمره، والظروف البيئية (Best, 1968). يعتبر هذا الفيروس مهم على البندورة/الطماطم والتبغ في العديد من المناطق (Samuel *et al.*, 1930). بالإضافة إلى البندورة/الطماطم والتبغ، يسبب هذا الفيروس أمراض خطيرة على البطاطا/البطاطس، الباذنجان، والفلفل (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة؛ Kurstak, 1981). كما يصيب بعض النباتات المعمرة مثل البابايا/الباباط، والنباتات الحولية (Francki & Hatta, 1981). وتعتبر البندورة/الطماطم، الفلفل، البطاطس/البطاطا، والباذنجان من العوائل الرئيسية لهذا الفيروس، والعوائل الأخرى الحساسة هي الخس، الفاصولياء، البازيلياء، الفول، اللوبياء، والتبغ (Abdelkader *et al.*, 2004). ويسبب الفيروس خسائر كبيرة في الإنتاج. وقد أمكن عزل الفيروس من بعض الأزهار مثل البيجونيا، الداليا، البيتونيا، الزينيا بالإضافة إلى الأعشاب مثل الداتورة.

**طرائق الانتقال** - ينتقل الفيروس بالالقاح الميكانيكي ولكن هذه الطريقة تحتاج لعناية كون الفيروس غير ثابت في الطبيعة، لذلك يستخدم عند نقله محلول منظم متعادل الحموضة يحتوي على مادة مختزلة مثل كبريتيت الصوديوم، ومادة خادشة مثل السيلان. كما وجد بأن تعريض النبات إلى فترة ظلام قبل القلاح تزيد من حساسية النبات للعدوى (Best, 1968).

ينتقل هذا الفيروس في الطبيعة بواسطة حشرات التريس، ومن أهم أنواعها *Thrips tabaci* L. (Abdelkader *et al.*, 2004)، *T. setosus* Moulton، *T. parvi Karny*، *Frankliniella schultzei* (Trybom)، *Scirtothrips dorsalis* Hood (Kurstak, 1981). ليس بمقدرة الحشرات البالغة اكتساب الفيروس من النباتات المصابة، بل اليرقات هي التي تكتسب الفيروس، وتنتقل العدوى إلى النباتات السليمة. تبلغ الفترة اللازمة لإكتساب الفيروس 15 دقيقة، بالنسبة للنوع *T. tabaci*، وفترة الحضانة من 14-18 يوم، وفترة بقاء الحشرة قابلة للإعداد بالفيروس من 22-30 يوم بعد اكتساب الفيروس وقد تمتد هذه الفترة لكامل عمر الحشرة. لا ينتقل الفيروس بواسطة البذور أو حبوب اللقاح (Linford, 1932؛ Smith, 1932).

التوزع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - لقد تم تسجيل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في تونس (Ben Moussa et al., 2000)، مصر (Abdelkader et al., 2004)، المغرب (Jebbour & Abaha, 2002)، لبنان (Abou-Jawdah et al., 2006a) والأردن (Anfoka et al., 2006).

**طرائق الكشف** - يمكن الكشف عن الفيروس عن طريق الأعراض التي تظهر على نباتات الزينيا، والبيتونيا، حيث تظهر على الأوراق الملقحة بقع موضعية دائرية ذات حواف بنية محمرة وبدون انتشار جهازي للفيروس. تم إنتاج أمصال مضادة للفيروس (Feldman & Boninsegna, 1968) على الرغم من الصعوبات التي تواجه عملية التنقية لهذا الفيروس. كما تم الكشف عن الفيروس بواسطة الاليزا والارتباط المناعي النقطي (Abdelkader et al., 2004) والتفاعل المتسلسل للبوليمراز مع النسخ العكسي (RT-PCR) (Abdelkader et al., 2004؛ Abdelsalam et al., 2005؛ Anfoka et al., 2006).

**الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره** - إن المدى العوائلي الواسع للفيروس يجعل عملية مكافحة مهمة صعبة إذا انتشر المرض في منطقة كبيرة، ومع ذلك فيمكن الحد من انتشاره عن طريق مكافحة حشرة التريس الناقلة للفيروس بالمبيدات الحشرية، والتخلص من النباتات المصابة في الحقل وحرقتها، وكذلك من الأعشاب المصابة أو التي يمكن أن تصاب بهذا الفيروس.

#### 4.1.2. فيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم

##### *Tomato ringspot virus (ToRV)*، جنس *Nepovirus*، فصيلة *Comoviridae*

**الصفات العامة** - سجل هذا الفيروس لأول مرة عام 1936 على نباتات التبغ في الولايات المتحدة الأمريكية (Price, 1936). من أهم مرادفاته: فيروس اصفرار براعم وموزاييك الدراق/الخوخ (Cadman & Lister, 1961)، فيروس اصفرار عروق العنب/الكرمة (Gooding et al., 1967)، فيروس الخط البني للوزيات/الحلويات (Mircetich & Hoy, 1981) وفيروس تنقر ساق اللوزيات/الحلويات (Barrat et al., 1968). جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، قطرها 28 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي احادي السلسلة ومكون من قطعتين، القطعة الأولى ذات وزن جزيئي  $2.8 \times 10^6$  والقطعة الثانية ذات وزن جزيئي  $1.2 - 2.4 \times 10^6$  (Rott, 1991؛ Murrant, 1981). هناك العديد من السلالات لهذا الفيروس مثل سلالة التبغ، سلالة اصفرار براعم وتبرقش الخوخ/الدراق، سلالة اصفرار عروق العنب/الكرمة.

يمكن تنقية الفيروس بالإستخلاص في محلول منظم البورات. ثم التخلص من الشوائب عن طريق الترشيح بقطعة من الموسلين ثم إضافة 2% من Triton X-100 وتحريكه لمدة ساعتين عند درجة حرارة 4 °س ومن ثم الترسيب والفصل بالطرد المركزي المفروق، متبوعاً بالطرد المركزي في أنابيب السكرور المتدرج التركيز (AI-Nsour et al., 2002).

**الأعراض والمدى العائلي -** الأعراض العامة لهذا الفيروس تتمثل في ظهور تقزم للنبات مع انخفاض تدريجي في قوة النباتات وظهور تبغعات دائرية في الأوراق وصغر حجم الثمار وتشوهها. وتختلف الأعراض حسب العائل فمثلاً في البندورة/الطماطم يعطي الفيروس أعراض تبرقش على النباتات وعلى التبغ بقعاً موضعية ميتة أما على نبات البيتونيا فيظهر بقعا موضعية ميتة وموتاً للقامة النامية.

يتسم هذا الفيروس بمدى عائلي واسع لكونه ينتقل بالنيماطودا، حيث يصيب العديد من المحاصيل والأشجار المعمرة وبعض الأعشاب. وتعتبر البندورة/الطماطم والتبغ والبيتونيا من الفصيلة الباذنجانية من أهم العوائل، بالإضافة إلى الباذنجان والفلفل/الفليفلة. وأهم الأشجار المعمرة التي يصيبها هذا الفيروس هي الدراق/الخوخ (*Prunus persica* L.) (Barrat et al., 1968)، المشمش (*Armeniaca vulgaris* L.)، البرقوق/الخوخ (*Prunus domestica* L.)، اللوز (*Prunus avium* L.)، الكرز (Powell et al., 1990)، التوت الأرضي والفراولة (*Rosenberger et al.*, 1983)، العنب (*Uyemoto*, 1970)، التفاح (*Forer et al.*, 1984)، الجوري (Moury et al., 2000). أما أهم الأعشاب التي تصاب بهذا الفيروس فهي *Oxalis corniculata* L. ، *Trifolium pretense* L. ، *Stellaria media* (L.) Vill. (Scott & Barnitt, 1991؛ Gonsalves, 1979؛ AI-Nsour et al., 2002) وتعتبر هذه الأعشاب مستودعاً للفيروس.

**طرائق الإنتقال -** ينتقل هذا الفيروس بالإلحاق الميكانيكي، كما وينتشر في الطبيعة بواسطة الديدان الثعبانية التابعة لجنس *Xiphinema americanum* Cobb. حيث تكتسب النيماطودا الفيروس من النباتات المصابة وتنقله للنباتات السليمة خلال ساعة واحدة (AI-Nsour et al., 2002)؛ (Teliz et al., 1966)، كما ينتقل هذا الفيروس في بذور الأعشاب (Goff & Corbett, 1977)؛ (Smith, 1970) حيث يصل نسبة انتقاله في بذور الفراولة حوالي 55% وفي بذور القطن حوالي 78% كما ينتقل بواسطة بذور أعشاب *Taraxacum officinale* Dandelion

(Mountain *et al.*, 1983) وكذلك ينتقل بواسطة بذور التوت (*Rubus idaeus* L.) وبذور التبغ (Smith, 1970).

التوزيع الجغرافي والأهمية الاقتصادية في المنطقة العربية - سجل هذا الفيروس في كل من تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، الأردن (Al-Nsour *et al.*, 2002؛ Salem *et al.*, 2006) ومصر (Ouf *et al.* 1991).

**طرائق الكشف** - يعطي الفيروس أعراض بقع موضعية صفراء وتقرح القمة النامية على *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn و *C. quinoa* Willd. كما يعطي بقع موضعية ميتة وصفراء وتبرقش على نباتات الخيار، بقع موضعية صفراء على نباتات الفاصولياء، بقع موضعية ميتة بنية اللون مع موت للقمة على نباتات اللوبياء، وتبرقش لنباتات البندورة وكذلك بقع موضعية ميتة على التبغ، وبقع موضعية ميتة وموت للقمة النامية على نبات البيتونيا. أمكن إنتاج أمصال مضادة لهذا الفيروس، وتم الكشف عنه بإستخدام اختبار اليزا وكذلك بإستخدام طرائق الترسيب والإنتشار الثنائي في هلام الأجار (Al-Nsour *et al.*, 2002؛ Hoy & Mircetich, 1984؛ Powell, 1987)، كما تم الكشف عنه بإستخدام بصمة النسيج النباتي المناعي والميكروسكوب الإلكتروني المناعي (Roberts & Brown, 1980)، والتفاعل المتسلسل للبوليمراز (Al-Nsour *et al.*, 2002).

**الوقاية من الفيروس والحد من انتشاره** - ينصح في الوقاية والحد من انتشار هذا الفيروس بمكافحة النيماتودا الناقلة وذلك بتعقيم التربة، وبالتخلص من الأعشاب داخل البساتين المزروعة، واستخدام نباتات سليمة خالية من الفيروس، وقلع النباتات المصابة وحرقها.

## 2.2. فيروسات أخرى

### 1.2.2. فيروس موزاييك الخيار

**Cucumber mosaic virus (CMV)**، جنس *Cucumovirus*، فصيلة *Bromoviridae*

هذا الفيروس واسع الانتشار على بعض نباتات الفصيلة الباذنجانية مثل البندورة/الطماطم والفلفل/الفليفلة فقد سجل على البندورة/الطماطم والفلفل في مصر (فجلة وآخرون، 2003؛ Abou Foul, 1989؛ Younes, 1995) والسودان (Elshafie *et al.*, 2005) وعلى البندورة/الطماطم في الأردن (Al-Musa & Mansour, 1983)، اليمن (Walkey *et al.*, 1990)،

سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002) وسورية (حاج قاسم وآخرون، 2004 معلومات غير منشورة).

يسبب هذا الفيروس على البندورة/الطماطم مرضاً يعرف باسم ورقة السرخس/الخنشار (fern leaf) حيث تتميز باختزال واضح في النصل غالباً ما يكون شديداً بدرجة لا يتبقى معها إلا العرق الوسطى فقط، وبالتالي تظهر الورقة بشكل خيط أو مجموعة من الخيوط. بالإضافة إلى الأوراق الخيطية النامية من البرعم الطرفي، وقد تتكون أوراق أخرى خيطية على النموات الناتجة من آباط الأوراق. وعامة فإن مثل هذه الأعراض لا تكون مقتصرة على الإصابة بهذا الفيروس بمفرده ولكنها تتسبب عن الإصابة أيضاً ببعض سلالات فيروس موزايك التبغ. ولهذا الفيروس مدى عوائي واسع. تسبب الإصابة بهذا الفيروس خسائر فادحة في المحصول خاصة إذا كانت الظروف مواتية لظهور أعراض الورقة السرخسية. وقد أمكن تنقية عزلة البندورة/الطماطم لفيروس CMV، وأظهرت دراسات المجهر الإلكتروني أن جسيمات الفيروس متساوية الأبعاد، قطرها 30 نانومتراً.

وأمكن أيضاً تحضير مصل مضاد لهذه العزلة والكشف عنها ببعض الاختبارات السيرولوجية مثل الاليزا واختبار الارتباط المناعي النقطي، وكان اختبار الاليزا أكثر حساسية حيث أمكن الكشف عن الفيروس في عصير النباتات المصابة حتى تخفيف 1: 1.5 x 10<sup>3</sup>، بينما طريقة الارتباط المناعي النقطي أمكنها الكشف عنه في عصير النباتات المصابة حتى تخفيف 1: 500 (فجلة وآخرون، 2003؛ Younes, 1995). هذا وتستخدم التقانات الحيوية الجزيئية أيضاً في الكشف عن CMV.

ويمكن الحد من انتشاره عن طريق استخدام شتلات سليمة في الزراعة وكذلك الأصناف المقاومة وعدم زراعة البندورة/الطماطم بجوار حقول القرعيات. وللاطلاع على تفاصيل أكثر حول هذا الفيروس يمكن للقارئ مراجعة الفصل السابع من هذا الكتاب.

### 2.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس Y

#### *Potato virus Y (PVY)* جنس *Potyvirus*، فصيلة *Potyviridae*

سجل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في عدد من الدول مثل مصر (Nakhla *et al.*, 1978)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، السودان (Elshafie *et al.*, 2005) واليمن (Walkey *et al.*, 1990).

قد يتواجد هذا الفيروس بكثرة على البندورة/الطماطم وتؤدي الإصابة به إلى ظهور شحوب بطول عروق الورقة ويقع مية تتباين في أحجامها على النصل بين العروق. تسبب السلالات الضعيفة من الفيروس شحوب للعروق وموزاييك ضعيف على الأوراق، ولا يظهر على الأوراق التالية التي تتكون في أواخر الموسم وبالتالي تكون أعراض المرض أقل وضوحاً. أما السلالات الشديدة فتسبب تماوت في الأوراق القمية وبالتالي لا تعطي النباتات ثماراً بانتظام وتحتوي هذه الثمار على بقع مية منخفضة وبنية اللون (Sutic *et al.*, 1999). ينتقل فيروس PVY المعزول من البندورة/الطماطم بسهولة بالإلقاء الميكانيكي وكذلك بالتطعيم، كما ينتقل بمنّ الدراق/الخوخ الأخضر ولا ينتقل عن طريق بذور نباتات البندورة/الطماطم المصابة (Nakhla *et al.*, 1978). ويمكن الحد من انتشاره عن طريق استخدام شتلات سليمة ويفضل عدم زراعة البندورة/الطماطم، إن أمكن، بجوار حقول البطاطا/البطاطس.

### 3.2.2. فيروس البطاطا/البطاطس X

#### (*Potato virus X* (PVX)، جنس *Potexvirus*، فصيلة *Flexiviridae*)

سجل وجوده على البندورة/الطماطم في تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Walkey, 1992)، العراق (شاكور وآخرون، 2007) والجزائر (Nechadi *et al.*, 2002). قد يتواجد بكثرة على البندورة/الطماطم وتؤدي الإصابة به إلى ظهور أعراض موزاييك ضعيف وخفض بسيط في نمو نباتات البندورة/الطماطم ويكون PVX أكثر ضرراً للبندورة/الطماطم عند تواجده مع ToMV حيث تؤدي الإصابة المزدوجة بهما إلى تقزم وتورد للنباتات وضعف في الأزهار وهذا يخفض كثيراً من الإنتاج. ينتقل الفيروس ميكانيكياً بعصارة النبات المصاب والتلامس لذا يجب إتخاذ الإجراءات المناسبة لمنع إنتشاره في حقول البندورة/الطماطم والفلفل، كما يجب عدم زراعة البندورة/الطماطم بجوار الفلفل في نفس الحقل.

### 4.2.2. فيروس موزاييك الفصة/الجت/البرسيم الحجازي

#### (*Alfalfa mosaic virus* (AMV)، جنس *Alfavirus*، فصيلة *Bromoviridae*)

سجل هذا الفيروس على البندورة/الطماطم في كل من تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000)، اليمن (Walkey *et al.*, 1990)، سلطنة عمان (Moghal *et al.*, 1993a)، الجزائر (Nechadi *et al.*, 2002) والعراق (شاكور وآخرون، 2007). إن الإصابة بهذا الفيروس تكون أقل

انتشاراً على البندورة/الطماطم منها على الفلفل. تتباين الأعراض على البندورة/الطماطم من موزاييك ضعيف وتبرقش الأوراق إلى تماوت شديد.

ينتقل الفيروس عن طريق المن بطريقة غير باقية/غير مثابرة (Fath-Allah, 1999) وله مدى عوائل واسع.

وللحد من انتشاره يجب استخدام الشتلات السليمة وعدم زراعة البندورة/الطماطم، إن أمكن، بجوار حقول البرسيم الحجازي/الجت أو المحاصيل الأخرى القابلة للإصابة به.

### 5.2.2. فيروس التقزم الشجيري للطماطم/البندورة

*Tomato bushy stunt virus (TBSV)*، جنس *Tombusvirus*، فصيلة *Tombusviridae*

سجل هذا الفيروس لأول مرة عام 1935 على نباتات طماطم/بندورة مصابة في إنجلترا (Smith, 1935). كما تم عزل الفيروس من كل من تونس والمغرب (Cherif & Spire, 1983)؛ (Fischer & Luckhart, 1977). جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد ويبلغ قطرها حوالي 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من حمض نووي ريبوي أحادي السلسلة وزنه الجزيئي حوالي 1.5 مليون دالتون ويشكل 16-17% من وزن جسيم الفيروس. يدخل في تركيب الغطاء البروتيني أربعة أنواع من البروتين، حيث يبلغ الوزن الجزيئي لأكبرها حوالي 40 ألف دالتون ولأصغرها 28 ألف دالتون (Martelli, 1981). ومن أهم سلالاته المعروفة: السلالات العادية، وسلالة البيتونيا وسلالة القرنفل وسلالة الخرشوف/الأرضي شوكي وسلالة الكرز. وهذه السلالات تختلف عزلاتها في الأعراض المرضية التي تسببها على بعض النباتات.

يمكن تنقية الفيروس بطرائق مختلفة منها الإستخلاص بمنظم فوسفاتي درجة حموضته 7.4 والمحتوي على 1% من ثيوغلايكوليت الصوديوم والترويق بالبيوتانول ومن ثم تركيز وتنقية الفيروس باستخدام الطرد المركزي المفرق والانتشار في مجال كهربائي (Hollings, 1962).

تظهر أعراض الإصابة بالفيروس بشكل تقزم ونمو شجيري وتبرقش لنباتات البندورة/الطماطم، وتكون الأوراق صغيرة الحجم وملتفة للأسفل. والأوراق الحديثة تكون خيطية ويوجد في نهاية الأوراق تقعات ميتة. الأوراق السفلية للنباتات المصابة تكون مصفرة مع تلون بنفسي (Sutic et al., 1999).

يتسم هذا الفيروس بمدى عوائل واسع، يشمل الأعشاب والنباتات المعمرة، حيث أمكن نقل الفيروس تجريبياً إلى 126 نوعاً من النباتات والتي تنتمي إلى أجناس وفصائل عديدة (Schmelzer, 1977)، إلا أن غالبيتها لاتصاب جهازياً. أما في الطبيعة فيصيب عدداً محدداً من نباتات ذات الفلقتين كالبندورة/الطماطم، البطاطا، الباذنجان، والزينيا. معظم هذه النباتات تتحمل الإصابة بالفيروس ولكن لا تظهر عليها أعراض.

ينتقل فيروس TBSV بسهولة بالالاقاح الميكانيكي ولا يوجد هنالك حشرات أو عنكب تنقله. أشارت دراسات سابقة (Lovisolo *et al.*, 1965) إلى احتمالية انتقال الفيروس بالتربة وإحتمال أن يكون لأحد فطريات التربة قدرة على نقله. ومن جانب آخر أكد Campbell (1968) على عدم نقل الفيروس بواسطة فطر *Olipidium brassicae* (Woronin). وجد الفيروس في حبوب اللقاح لنباتات البندورة/الطماطم ولكنه لا ينتقل بواسطة البذور (Smith, 1972).

يمكن الكشف عن الفيروس بالوسائل الحيوية حيث يعطي بقع موضعية وموزاييك جهازية على *Gomphrena globosa* L.، *Chenopodium amaranticolor* Coste & Reyn، *Nicotiana glutinosa* L. (Smith, 1935). وكذلك بالاختبارات المصلية المختلفة، منها طرق الترسيب والإنتشار الثنائي في الآجار والإليزا والمجهر الإلكتروني المناعي وباستخدام اختبار التفاعل المتسلسل للبوليمراز (Kurstak, 1981).

يمكن الحد من انتشار هذا الفيروس عن طريق التخلص من النباتات المصابة وتعقيم التربة واتباع الدورات الزراعية لمدة 4 سنوات واستخدام الأصناف المقاومة من البندورة/الطماطم، وزراعة نباتات وأشجار سليمة خالية من الإصابة.

## 6.2.2. فيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم

*Tomato aspermy virus* (TAV، جنس *Cucumovirus*، عائلة *Bromoviridae*)

سجل هذا الفيروس لأول مرة في إنجلترا عام 1949 على نباتات الكريزانتيم/الأرولا (Blencowe & Caldwell, 1949). كما سجل في كل من تونس (Ben Moussa *et al.*, 2000) والأردن (Batarseh, 1985).

جسيمات الفيروس كروية متساوية الأبعاد قطرها 30 نانومتراً. يتكون مجين الفيروس من الحمض النووي الريبي أحادي السلسلة (Hollings & Stone, 1971). يبلغ حجم المجين الكلي حوالي 8,698 ألف قاعدة، ويتكون المجين من ثلاثة قطع من الحمض النووي الريبي: الأولى (RNA-1) يبلغ حجمها 3.41 ألف قاعدة، القطعة الثانية (RNA-2) يبلغ حجمها 3.074 ألف قاعدة، والقطعة الثالثة (RNA-3) يبلغ حجمها 2.214 ألف قاعدة. أمكن عزل ثلاثة سلالات من الفيروس بالاعتماد على شكل التبقعات التي تظهر على *Nicotiana glutinosa* (Smith, 1972).

يمكن تنقية الفيروس عن طريق الترويق باستخدام خليط من البيوتانول والكلوروفورم ثم ترسيب الفيروس وفصله بالطرد المركزي المفرق.

يسبب هذا الفيروس موت القمم النامية لنباتات البندورة مما يؤدي إلى ظهور تقرعات ثانوية على الساق وبالتالي يؤدي إلى ما يسمى بظاهرة النمو الشجيري. تكون الأوراق وحوامل

الأوراق خيطية وملتفة للأسفل مع ظهور زوائد على السطح السفلي للأوراق. أما بالنسبة للثمار فغالباً تكون صغيرة وخالية من البذور (Blencowe & Caldwell, 1949؛ Sutic *et al.*, 1999). يعتبر الكريزانثم والبندورة/الطماطم من أهم العوائل الطبيعية للفيروس، بالإضافة لذلك فهو يصيب الفلفل/الفليفلة والزينيا (Sutic *et al.*, 1999). يصيب الفيروس حوالي 100 عائل يتبع 24 فصيلة من ذوات الفلقة وذوات الفلقتين (Hollings & Stone, 1971). ينتقل هذا الفيروس بواسطة عدة أنواع من المنّ بالطريقة غير الباقية/غير المثابرة منها من الدراق الأخضر (*Myzus persicae* Sulzer)، ومنّ الفول (*Aphis fabae* Scopoli) (Schmelzer, 1977). كذلك ينتقل بالالقاح الميكانيكي والتطعيم. ولا ينتقل بواسطة بذور البندورة/الطماطم ولكنه ينتقل بواسطة بذور *Stellaria media* L.

يمكن الكشف عن الفيروس بالوسائل الحيوية حيث تعطي الإصابة به بالإلحاق الميكانيكي بقع موضعية شاحبة ودائرية، تبرقش وتشوه للأوراق على نباتات *Nicotiana glutinosa* L. وكذلك يعطي تبرقش شديد، تقزم، وتشوه على *N. clevelandii* A.Gray و *N. tabacum* L. أما على الخيار فيعطي بقع موضعية صغيرة ميتة على الأوراق، وعلى البندورة/الطماطم يسبب تبرقش للأوراق وتقزم أما على نباتات *C. quinoa* و *C. amaranticolor* فيعطي عدد كبير من البقع الموضعية الميتة.

أمكن إنتاج أمصال مضادة عديدة لهذا الفيروس تستخدم للكشف عنه بالإختبارات المصلية/السيرولوجية المختلفة مثل الترسيب والإنتشار الثنائي في هلام الآجار والإليزا، وكذلك الطرائق الجزيئية مثل التفاعل المتسلسل للبوليمراز. للوقاية من الفيروس والحد من انتشاره يجب مكافحة حشرات المن بالمبيدات الحشرية، واستخدام نباتات خالية من الإصابة، وكذلك التخلص من الفيروس في الأنسجة المصابة بإستخدام المعاملة الحرارية 36 °س لمدة 21-32 يوم.

### 3.2. فيروسات وفيرويدات أقل أهمية

تم تسجيل عدد من الفيروسات الأخرى التي تصيب محصول البندورة/الطماطم في بعض الدول العربية. ففي تونس تم تسجيل TRV، PVMV، TEV (Ben Moussa *et al.*, 2000) وفيرويد التقزم القمي للبندورة/الطماطم (TASVd) (Verhoeven *et al.*, 2006)، وفي اليمن تم تسجيل فيروسي PVMV و PRLV (Walkey, 1992)، وفيروس TICV في الأردن (Anfoka & Abhary, 2007)، وفي لبنان تم تسجيل فيروس شحوب البندورة/الطماطم (ToCV) (Abou-Jawdah *et al.*, 2006b)، كما سجل فيروس TMV في العراق (شاكور وآخرون، 2007)

والسودان (Elshafie *et al.*, 2005)، وفيروس TEV في سورية (حاج قاسم وآخرون، 2004، معلومات غير منشورة).

### 3. استنتاجات عامة

لقد حازت البندورة/الطماطم على اهتمام الباحثين العرب نظراً لما يشكله هذا المحصول من أهمية اقتصادية كبيرة. وقد تم تعريف حوالي 15 فيروساً في البلدان العربية معظمها ذات قيمة اقتصادية عالية سواء على البندورة/الطماطم أو على المحاصيل الأخرى كالبطاطا والمحاصيل العلفية وأشجار الفاكهة أو أفراد أخرى من نفس العائلة كالفلفل والبانجان. ويمكن القول أن فيروس تجعد الأوراق الأصفر للبندورة/الطماطم والذي ينتقل بالذبابة البيضاء هو من أهم هذه الفيروسات على الإطلاق بل من أهم العوامل المحددة لإنتاج البندورة/الطماطم في البلدان العربية. كما أن هناك فيروسات أخرى ذات نواقل حشرية كالذبول المتبع للبندورة/الطماطم والذي ينتقل بواسطة حشرة التربس وفيروس اسبيرمي البندورة/الطماطم والذي تنقله حشرة المن. وتوجد مجموعة أخرى من فيروسات البندورة/الطماطم تنتقل بالنيما تودا مثل فيروس الحلقة السوداء للبندورة/الطماطم وفيروس التبقع الحلقي للبندورة/الطماطم. كما توجد مجموعة ثالثة ناقلها غير محدد أو معروف لكنها تنتقل ميكانيكياً وبسهولة مثل فيروس موزيك البندورة/الطماطم والتقرم الشجيري للبندورة/الطماطم. كما أنها تصاب بعدد آخر كبير من الفيروسات الأخرى التي تعتبر البندورة/الطماطم بالنسبة لها كعوائل بديلة وقد يكون بعض هذه الفيروسات مثل فيروس PVY أو فيروس موزايك الخيار أكثر انتشاراً على البندورة/الطماطم في مناطق معينة من بعض فيروسات البندورة/الطماطم نفسها.

وكما هو في جميع البحوث المتعلقة بالأمراض الفيروسية فإن معظم الدراسات التي تم إنجازها في معظم البلدان العربية هي دراسات مسحية اهتمت بتعريف وتحديد الفيروسات التي تصيب البندورة/الطماطم. وقد اهتمت بعض البحوث مؤخراً على استخدام الطرائق الحديثة مثل التقانات الحيوية الجزيئية للكشف عن الفيروس وكذلك دراسة التتابع النيوكليوتيدي لأجزاء أو كل مجين الفيروس. أما الدراسات الأخرى كتقدير الخسائر الناجمة عن الإصابة الفيروسية أو وبائية هذه الأمراض فقد كانت محدودة جداً، علاوة على أن إدارة الأمراض الفيروسية لم تأخذ حيزاً كافياً في مجال البحوث على الرغم مما تم انجازه بالنسبة لمرض التجعد الأصفر لأوراق البندورة/الطماطم. وعلى العموم لا بد من تشجيع الباحثين العرب للعمل بهذه المجالات البحثية مع ملاحظة الإهتمام بالتشريعات المتعلقة بالمشاتل والحصول على شتلات سليمة خالية من الإصابة الفيروسية لما تشكله الشتلات المصابة من خطر كبير كمصدر عدوى مبكر للشتلات الأخرى السليمة في الحقل.

## 4. المراجع

- زايد، محمد علي، جبر عبد الله خليل ومحمد عبد المجيد شقرون. 2006. التسجيل الأول لفيروس اصفرار وتجدد أوراق البندورة/الطماطم على محصول البندورة/الطماطم في ليبيا. مجلة وقاية النبات العربية، 24: 134-135.
- زايد، محمد علي، جبر عبد الله خليل ومحمد عبد المجيد شقرون. 2007. حصر وتعريف فيروس اصفرار وتجدد أوراق البندورة/الطماطم في المنطقة العربية. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 65.
- شاكر، رنا جلال، مثنى عكيدي المعاضيدي وركيب عاكف العاني. 2007. الكشف عن بعض الفيروسات المسببة لأمراض تنخر ثمار البندورة/الطماطم وتقدير نسبة انتشارها في العراق. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 65.
- فجلة، جابر ابراهيم، ابراهيم عبد السلام السمره وحسني على يونس. 2003. المدى العوائل، النقل الحشري، التنقية والاختبارات السيرولوجية لعزلة من فيروس موزاييك الخيار معزولة من دفيئات بندورة/الطماطم في شمال مصر. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.
- مختار، سناء، أحمد هاشم وميشيل بيترشميت. 2007. دراسة فيروس تجدد أوراق البندورة/الطماطم في السودان. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66.
- ناشر، عبد الله، علي أدريس وجوديث ل. براون. 2007. مرض تجدد أوراق البندورة/الطماطم مصحوباً بفيروس توأمي شبيه بفيروس تجدد أوراق البندورة/الطماطم من منطقة الجزيرة في السودان، وفيروسات توأمية لم تسجل من قبل على اللوبياء والفلفل من اليمن. مجلة وقاية النبات العربية، 25: 66.
- يونس، حسني علي، جابر ابراهيم فجلة و ابراهيم عبد السلام السمره. 2003. دراسات على بعض عزلات فيروس موزاييك البندورة/الطماطم. مجلة وقاية النبات العربية، 21: 145.
- Abdelkader, H.S., G.M. Allam, T.A. Moustafa and M.H. El-Hammady. 2004. Characterization and molecular detection of tomato spotted wilt virus (Tospovirus) infecting tomato in Egypt. Egyptian Journal of Virology, 1: 103-120.
- Abdelsalam, E.T., H.M. Habib, H.S. Abdelkader and M.M. Al-Khazindar. 2005. Molecular Cloning and Expression of Nucleoprotein gene (NPs) of tomato spotted wilt virus in *E.coli*. International Journal of Virology, 1: 5.
- Abdul Sattar, M.H. and M.N. Haithami. 1986. Diseases of major crops in Democratic Yemen and their economic importance. FAO Plant Protection Bulletin, 34: 73-76.
- Abou Foul, K.S.I. 1989. Studies on some viruses affecting pepper plants in northern Egypt. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 184 pp.
- Abou-Jawdah, Y., C. El Mohtar, H. Sobh and M. K. Nakhla. 2006a. First report of *Tomato spotted wilt virus* on tomatoes in Lebanon. Plant Disease, 90: 376.
- Abou-Jawdah, Y., C. El Mohtar, H. Atamian and H. Sobh. 2006b. First report of *Tomato chlorosis virus* in Lebanon. Plant Disease, 90: 378.
- Ahmed, N.E, H. O. Kanan, Y. Sugimoto, Y. Q. Ma and S. Inanaga. 2001. Effect of Imidacloprid on Incidence of *Tomato yellow leaf curl virus*. Plant Disease, 85: 84-87.
- Al-Abdulmohsin, A.M. 1997. Saudi Arabia. Pages 55-56. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.
- Al-Azbi, F. and N. Al-Dehli. 2005. Integrated pest management in United Arab Emirates. In: Proceedings of the First Symposium on Integrated Pest Management in the UAE (Al-Ein).
- Al-Bagham, S.H. and A. Salim. 1997. United Arab Emirates. Pages 81-83. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.
- Al-Musa, A. 1982. Incidence, economic importance and control of tomato yellow leaf curl virus in Jordan. Plant Disease, 66: 561-563.

- Al-Musa, A. 1986. Tomato yellow leaf curl virus in Jordan: epidemiology and control. *Dirasat*, XIII: 199-208.
- Al-Musa, A. and A. Mansour. 1983. Plant viruses affecting tomato in Jordan, identification and prevalence. *Phytopathologische Zeitschrift*, 106: 186-190.
- Al-Musa, A., N. Sharad and S. Qasem. 1982. Low cost and effective methods for production of tomato transplants free from tomato yellow leaf curl virus. *Dirasat*, 9 : 27-32.
- Al-Musa, A., I.K. Nazer and N. Sharaf. 1987. Effect of combined agricultural treatments on whitefly population and incidence of yellow leaf curl virus. *Dirasat*, 14 : 127-134.
- Al-Nsour, A., A. Mansour and L. Al-Banna. 2002. Tomato ringspot nepovirus of stone fruits in Jordan. Ph.D. Thesis, University of Jordan. 118 pp.
- Al-Zidjali, T.S. 1997. Sultanate of Oman. Pages 45-54. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.
- Anfoka, G. H. and M.K. Abhary. 2007. Occurrence of *Tomato infectious chlorosis virus* (TICV) in Jordan. *EPPO/OEPP Bulletin*, 37: 186-190.
- Anfoka, G.H., M. Abhary and M.R. Stevens. 2006. Occurrence of *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) in Jordan. *EPPO/OEPP Bulletin*, 36: 517-522.
- Ba-Angood, S.A. and A.A. Mogahed. 1997. Republic of Yemen. Pages 85-91. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.
- Barrat, J.G., S.M. Mircetich and H.W. Fogle. 1968. Stem pitting of peach. *Plant Disease Reporter*, 52: 91-94.
- Batarseh, S.F. 1985. Plant viruses affecting pepper in Jordan. M.Sc. thesis, University of Jordan Amman, Jordan.
- Ben Moussa, A, M. Makni and M. Marrakchi. 2000. Identification of the Principal viruses infecting tomato crop in Tunisia. *Bulletin OEPP*, 30: 293-296
- Best, R.J. 1968. Tomato spotted wilt virus. In: *Advances in Virus Research*. K.M. Smith and M.A. Lauffer (eds). Academic Press New York, 13: 65-145
- Best, R.J. and B.A. Palk. 1964. Electron microscopy of a strain E of tomato spotted wilt virus and comments on its probable biosynthesis. *Virology*, 23: 445-460.
- Black, L.M., M.K. Brakke and A.E. Vatter. 1963. Purification and electron microscopy of tomato spotted wilt virus. *Virology*, 20: 120-130.
- Blencowe, J.W. and J. Caldwell. 1949. Aspermy, a new virus disease of the tomato. *Annals of Applied Biology*, 36: 320-322.
- Broadbent, I. 1965. The epidemiology of tomato mosaic. XI. Seed-transmission of TMV. *Annals of Applied Biology*, 56: 177-205.
- Brunt, A. A. 1959. Leaf enations in *Dahlia variabilis* Desf. induced by tomato spotted wilt virus. *Nature*, 183: 627-628.
- Brunt, A., K. Crabtree and A. Gibbs. 1990. *Viruses of Tropical Plants*. CAB International. 707 pp.
- Cadman, C.H. and R.M. Lister. 1961. Relationship between tomato ringspot and peach yellow bud viruses. *Phytopathology*, 51: 29-31.
- Campell, R.N. 1968. Transmission of tomato bushy stunt unsuccessful with *Olpidium*. *Plant Disease Reporter*, 52: 379-380.
- Castello, J.D., P.M. Wargo, V. Jacobi, G.D. Bachand, D. Tobi and M.A.M. Rogers. 1995. Tomato mosaic virus infection of red spruce on Whiteface Mt., New York: prevalence and potential impact. *Canadian Journal of Forest Research*, 25: 1340-1345.
- Cherif, C. and D. Spire. 1983. Identification of Tomato bushy stunt virus on tomato, pepper and eggplant in Tunisia: some characteristics of the Tunisian strain. *Agronomie*, 3: 701-706.
- Cohen, S. and F.E. Nitzany. 1966. Transmission and host range of the tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathology*, 56: 1127-1131.

- Cohen, S. and I. Harpaz. 1964. Periodic, rather than continual acquisition of a new tomato virus by its vector, the tobacco whitefly (*Bemisia tabaci* Gennadius). *Entomologica Experimentalis Applicata*, 7: 155-166.
- El-Afifi, S.I., A.S. Sadik, M.H. Abdel-Ghaffar and A.M. El-Borollosy. 2004. Molecular characterization of an Egyptian isolate of tomato mosaic Tobamovirus. *Annals of Agricultural Science*, 49: 467-483.
- El-Aidy, F. and S.A. Sidaros. 1997. Effect of insect protected tomato seedlings on TYLCV spread, growth and yield of late summer tomato in Egypt. Pages 69-78. In: Proceeding of the 8<sup>th</sup> Congress of Phytopathology, Giza, Cairo, Egypt.
- El-DougDoug, K.A., R.M. Taha and M.A. Khedr. 2001. Application of some natural substances to control yellow leaf curl disease in tomato plants. *Egyptian Journal of Biotechnology*, 9: 80-93.
- El-Hammady, M., M.S. Said and S.S. Mustafa. 1976. Studies on tomato yellow leaf curl disease. 1. Susceptibility of different tomato species, varieties and hybrids to artificial infection under some different conditions. Mansoura University. *Journal of Agriculture Sciences*, 1: 385-404.
- Elshafie, E., G. Daffalla, K. Gebre and G. Marchoux. 2005. Mosaic-inducing viruses and virus like- agents infecting tomato and pepper in Sudan. *International Journal of Virology*, 1: 28.
- Fath-Allah, M.M.M. 1999. Plant virus and virus-like diseases: mosaic and dwarf diseases of alfalfa. PhD. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 202 pp.
- Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman, H.A. Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2001. Comparative studies for detection of tomato mosaic Tobamovirus (ToMV), cucumber mosaic Cucumovirus (CMV) and potato Y Potyvirus (PVY). *Journal of the Advances in Agricultural Research*, 6: 239-254.
- 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. Proceeding of the 1<sup>st</sup> Scientific Conference of Agricultural Sciences, Faculty of Agriculture, Assiut University, Assiut, 1: 549-568
- Fegla, G.I., I.A. El-Samra, K.A. Noaman, H.A. Younes and M.H. Abd El-Aziz. 2000. Optimization of dot immunobinding assay (DIA) for detection of tomato mosaic virus (ToMV). *Advances of Agricultural Research*, 5: 1495-1506.
- Fekih-Hassan, I., F. Gorsane, F. Djilani, H. Fakhfakh, M. Nakhla, D. Maxwell and M. Marrakchi. 2003. Detection of *Tomato yellow leaf curl Sardinia virus* in Tunisia. *EPPO/OEPP Bulletin*, 33: 347-350
- Feldman, J.M. and J.A. Boninsegna. 1968. Antiserum for tomato spotted wilt virus. *Nature*, 219: 183-184.
- Fischer, H.U and B.E.L. Luckhart, 1977. Identification and comparison of two isolates of tomato bushy stunt virus from pepper and tomato in Morocco. *Phytopathology*, 67: 1352-1355.
- Forer, L., C.A. Powell and R.F. Stouffer. 1984. Transmission of tomato ringspot virus to apple rootstock cuttings and to cherry and peach seedlings by *Xiphinema rivesi*. *Plant Disease*, 68: 1052-1054.
- Francki, R.I.B. and T. Hatta. 1981. Tomato spotted wilt virus. Pages 492-512. In: *Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis*. Elsevier/North-Holland and Biomedical Press.
- Geneif, A.A. 1984. Breeding for resistance to tomato leaf curl virus in tomatoes in the Sudan. *Acta Horticulturae* 143: 469-484.
- Georggi, L.L. 1988. Transmission of tomato ringspot virus by *Xiphinema americanum* and *X. rivesi* from New York apple orchards. *Journal of Nematology*, 20: 304-308.
- Goff, L.M. and M.K. Corbett. 1977. Association of tomato ringspot virus with a chlorotic leaf streak of *Cymbidium* orchids. *Phytopathology*, 67: 1096-1100.
- Gonsalves, D. 1979. Detection of tomato ringspot virus in grapevines: A comparison of *Chenopodium quinoa* and enzyme linked immunosorbent assay (ELISA). *Plant Disease Reporter*, 63: 962-965.

- Gooding, G.V., W.B. Hewitt and L. Cory. 1967. Etiology of the grapevine yellow-vein disease. *Phytopathology*, 57: 236.
- Gooding, G.V.Jr. and T.T. Herbert. 1967. A simple technique for purification of tobacco mosaic virus in large quantities. *Phytopathology*, 57: 1285.
- Harrison, B.D. 1985. Advances in geminivirus research. *Annual Review of Phytopathology*, 23: 55-82.
- Hassan, A.A., H.M. Mazyad, S.E. Moustafa and M.K. Nathla. 1982. Assessment of tomato yellow leaf virus resistance in the genus *Lycopersicon*. *Egyptian Journal of Horticulture*, 9: 103-116.
- Hollings, M. 1962. Studies of *Pelargonium* leaf curl virus. I. Host range, transmission and properties *in vitro*. *Annals of Applied Biology*, 50: 189-202.
- Hollings, M. and H. Huttinga. 1976. Tomato mosaic virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses, No. 156.
- Hollings, M. and O.M. Stone. 1971. Tomato aspermy virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 79.
- Hoy, J.W. and S.M. Mircetich. 1984. Prune brownline disease: susceptibility of prune rootstocks and tomato ringspot virus detection. *Phytopathology*, 74: 272-276.
- Ie, T.S. 1970. Tomato spotted wilt virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses, No. 39.
- Ioannou, N., A. Kyriakou and A. Hadjinicolis. 1987. Host range and natural reservoirs of tomato yellow leaf curl virus. Agriculture Research Institute, Ministry of Agriculture and Natural Resources, 1-6.
- Jebbour, F. and L. Abaha. 2002. Situation de la maladie des feuilles jaunes en cuillère de la tomate (TYLCV) au Maroc. *EPPO/OEPP Bulletin*, 32: 17-19.
- Kasrawi, M.A., M.A. Suwwan and A. Mansour. 1988. Sources of resistance to tomato-yellow-leaf-curl-virus (TYLCV) in *Lycopersicon* species. *Euphytica*, 37: 61-64.
- Khattat, A.R., Q.K. Zwain, A.K. Kasim and A.A. Khefaji. 1997. Iraq. Pages 27-32. In: Management of the whitefly-virus complex. N. Ioannou (ed.). FAO Plant Production and Protection Paper 143, Rome, Italy.
- Kleczkowski, A. 1961. Serological behaviour of tobacco mosaic virus and its protein fragments. *Immunology*, 4: 130-141.
- Klesser, P.J. 1966. Groundnut ringspot virus- a new sap transmissible virus of *Arachis hypogaea* and *A. monticola*; tomato spotted wilt virus on *Archis hypogaea*. *South African Journal of Agricultural Science*, 9: 711-717.
- Kurstak, E. 1981. Handbook of Plant Virus Infections Comparative Diagnosis. Elsevier/North-Holland Biomedical Press, New York-Oxford. 943 pp.
- Linford, M.B. 1932. Transmission of tomato spotted wilt virus by thrips. *Phytopathology*, 22: 301.
- Lovisolo, O., O. Bode and J. Volk. 1965. Preliminary studies on the soil transmission of *Petunia* asteroid mosaic virus (*Petunia* strain of tomato bushy stunt virus). *Phytopathologische Zeitschrift*, 53: 323-342.
- Makkouk, K. M., S. Shehab and S. Majdalani. 1979. Tomato yellow leaf curl: Incidence, yield losses and transmission in Lebanon. *Phytopathologische Zeitschrift*, 96: 263-266.
- Makkouk, K.M. 1976. Reaction of tomato cultivars to tobacco mosaic and tomato yellow leaf curl viruses in Lebanon. *Polyoprivredna Znanstvena Smotra (Zagreb)*, 39: 121-126.
- Makkouk, K.M. 1978. A study on tomato viruses in the Jordan Valley with special emphasis on tomato yellow leaf curl virus. *Plant Disease*, 62: 259-268.
- Makkouk, K.M. and H. Laterrot. 1983. Epidemiology and control of tomato yellow leaf curl virus. Pages 315-321. In: Plant virus epidemiology: the spread and control of insect-borne viruses. R.T. Plumb and J.M. Thresh (eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.
- Mansour, A and A. Al-Musa. 1992. Tomato yellow leaf curl virus: host range and virus-vector relationships. *Plant Pathology*, 41: 122-125.
- Mansour, A.N. and M.A. Kasrawi. 1997. Evaluation of tolerant and susceptible tomato cultivars to TYLCV infection. *Dirasat*, 24: 125-159.

- Martelli, G.P. 1981. Tombusviruses. Pages 61-90. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Elsevier/North-Holland Biomedical Press.
- Mazyad, H.M., F. Omar, K. Al-Taher and M. Salha. 1979 Observations on the epidemiology of tomato yellow leaf curl disease on tomato plants. *Plant Disease Reporter*, 63: 695-698.
- Mazyad, H.M., K.R. Stino, A.A. Radwan and F. Nour El-Din. 1969. Identification of two strains of tobacco (tomato) mosaic virus in U.A.R. *Agricultural Research Review*, 47: 55-65.
- Mazyad, H.M., D. Peters and D. Maxwell. 1994. Tomato yellow leaf curl virus in Egypt : epidemiological and management aspects. 1st International Symposium on Geminiviruses. Almeria, Spain.
- Mink, G.I. 1976. Plant virus diseases in Jordan. Research Report, Faculty of Agriculture, University of Jordan, Amman. Jordan. 35 pp.
- Mircetich, S.M. and J.W. Hoy. 1981. Brownline of prune trees, a disease associated tomato ringspot virus infection of Myrobalan and peach rootstocks. *Phytopathology*, 71: 30-35.
- Moghal, S., P. Shivanathan, A. Mani, A.D. Al-Zadjali, T.S. Al-Zadjali and Y.M. Al-Raeesy. 1993a. Status of Pests and Diseases in Oman: Series 1: Plant Diseases in the Batinah. Mazoon Printing Press, Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. 6/93/22. 150 pp.
- Moghal, S., T.S. Al-Zadjali and A.D. Al-Zadjali. 1993b. Effect of insect proof net and transplanting dates on leaf curl virus in tomato varieties. Pages 248-251. Annual Report of Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. OMAN/AGRI/RES/RPT/93.
- Moghal, S., T.S. Al-Zadjali and A.D. Al-Zadjali. 1993c. Influence of coverage periods on yellow leaf curl virus, growth and yield of tomato. Pages 252-254. Annual Report of Directorate General of Agricultural Research, Rumais, Sultanate of Oman. Document No. OMAN/AGRI/RES/RPT/93.
- Monci, F., J. Navas-Castillo, J.L. Cenis, A. Lacasa, A. Benazoun, E. Moriones. 2000. Spread of *Tomato yellow leaf curl virus* Sar from the Mediterranean Basin: presence in the Canary Islands and Morocco. *Plant Disease*, 84: 490.
- Mountain, M.L., C.A. Powell, L.B. Forer and R.F. Stouffer. 1983. Transmission of tomato ringspot virus from dandelion via seed and dagger nematodes. *Plant Disease*, 67: 867-868.
- Moury, B., L. Cardin, J.P. Onesto, T. Candresse and A. Poupet. 2000. Enzyme-linked immunosorbent assay testing of shoots grown *in Vitro* and the use of immunocapture-reverse transcription-polymerase chain reaction improve the detection of *Prunus necrotic ringspot virus* in rose. *Phytopathology*, 90: 522-528.
- Murant, A.F. 1981. Nepoviruses. In: Handbook of Plant Virus Infections and Comparative Diagnosis. E. Kurstak (ed.). Elsevier/North Holland Biomedical Press.
- Nakhla, M.K., H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 1993. Molecular characterization of four tomato yellow leaf curl virus isolates from Egypt and development of diagnostic methods. *Phytopathologia Mediterranea*, 32: 163-173.
- 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: Proceeding of the 4<sup>th</sup> Conference of Pest Control, NRC, Cairo, Egypt.
- Nakhla, M.K., M. Rojas, W. McLaughlin, J. Wyman, D.P. Maxwell and H.M. Mazyad. 1992. Molecular characterization of tomato yellow leaf curl virus from Egypt. *Plant Disease*, 76: 538.
- Nechadi, S., F. Benddine, A. Moumen and M. Kheddami. 2002. Etat des maladies virales de la tomate et stratégie de lutte en Algérie. *EPPO/OEPP Bulletin*, 32: 21-24.
- Nitzany, F.E. 1975. Tomato yellow leaf curl virus. *Phytopathologia Mediterranea*, 14: 127-129.
- Nour-Eldin, F., H.M. Mazyad and M.S. Hassan. 1969. Tomato yellow leaf curl virus disease. *Agricultural Research Review (Cairo)*, 47: 49-54.

- Ouf, M.F., H.N. Soliman and H.M. Hassan. 1991. A preliminary study on the spread and local lesion hosts of tomato ringspot virus in Minia Governorate (Egypt). *Assiut Journal of Agricultural Sciences*, 22: 37-51.
- Pelham, J. 1972. Strain-genotype interaction of tobacco mosaic virus in tomato. *Annals of Applied Biology*, 72: 219-228.
- Peterschmitt, M., M. Granier and S. Aboulama. 1999. First report of Tomato yellow leaf curl Geminivirus in Morocco. *Plant Disease*, 83: 1074.
- Pico, B., M. Diez and F. Muez. 1996. Viral diseases causing the greatest economic losses to the tomato crop. II. The tomato yellow leaf curl virus- a review. *Science of Horticulture*, 67: 151-196.
- Pourrahim, R., F. Rakhshandehro, S. Farzadfar and A.R. Golnaraghi. 2004. Natural occurrence of Tomato ringspot virus on grapevines in Iran. *Plant Pathology*, 53: 237.
- Powell, C.A. 1987. Detection of three plant viruses by dot-immunobinding assay. *Phytopathology*, 77: 306-309.
- Powell, C.A., J.L. Longenecker and L.B. Forer. 1990. Incidence of tomato ringspot virus and tobacco ringspot virus in grapevines in Pennsylvania. *Plant Disease*, 74: 702-704.
- Price, W.C. 1936. Virus concentration in relation to acquired immunity from tobacco ringspot. *Phytopathology*, 26: 503-529.
- Rast, A.T.B. 1972. M II-16, an artificial symptomless mutant of tobacco mosaic virus for seedling inoculation of tomato crops. *Netherland Journal of Plant Pathology*, 78: 110-112.
- Rast, A.T.B. 1975. Variability of tobacco mosaic virus in relation to control of tomato mosaic in glasshouse tomato crops by resistance breeding and cross protection. *Agriculture Research Report (Netherland.)*, 834: 1-76.
- Roberts, I.M. and D.J. F.Brown. 1980. Detection of six nepoviruses in their nematode vectors by immunosorbent electron microscopy. *Annals of Applied Biology*, 96: 187-192.
- Rosenberger, D.A., M.B. Harrison and D. Gonsalves. 1983. Incidence of apple union necrosis and decline, tomato ringspot virus and *Xiphimema* vector species in Hudson Valley orchards. *Plant Disease*, 67: 356-360.
- Rott, M.E. 1991. Comparison of the 5' and 3' termini of tomato ringspot virus RNA1 and RNA2: evidence for RNA recombination. *Virology*, 185: 468-472.
- Sadik, A.S., H.E. Soweha, A.A. El-Morsie and M.R. Enan. 2000. Biological, Serological and molecular studies on an Egyptian isolate of tomato mosaic Tobamovirus. Pages 53-75. In: *Proceeding of the 9<sup>th</sup> Congress of Phytopathology*, Giza, Egypt.
- Salem, N., A. Mansour, A. Al-Musa and A. Al-Nsour. 2006. Occurrence of Tomato ringspot virus on grapevines in Jordan. *Phytopathologia Mediterranea*, 45: 161-162.
- Samuel, G., J.G. Bald and H.A. Pittman. 1930. Investigations on 'spotted wilt' of tomatoes in Australia. *Commonwealth of Australia, Council of Scientific and Industrial Research Bulletin*, 44: 8-11.
- Sawalha, H.D., A. Mansour and M. El-Khateeb. 1999. Purification, antiserum production, biological and molecular studies of tomato yellow leaf curl virus. Ph.D. Thesis, University of Jordan. 155 pp.
- Schmelzer, K. 1977. Gemusepflanzen. Pages 1-138. In: *Pflanzliche Virologie*. M. Klinkowski (ed.). Vol. 3: 3<sup>rd</sup> edition, Akademik-Verlag, Berlin.
- Scott, S.W. and O.W. Barnitt. 1991. An isolate of tomato ringspot virus from *Trifolium ambiguum*. *Plant Disease*, 75: 73-77.
- Shalaby, A.A., M.K. Nakhla, M.S. Shafie, H.M. Mazyad and D.P. Maxwell. 1997. Molecular characterization of tomato yellow leaf curl Geminivirus (TYLCV) isolated from pepper collected in Egypt. *Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor*, 35: 819-831.
- Sharaf, N.S. and T.F. Allawy. 1981. Control of *Bemisia tabaci* Genn. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 87: 123-131.
- Shoman, S.A. and B.A. Othman. 2004. Reverse transcription- polymerase chain reaction mediated detection and identification of tobacco mosaic virus – Egyptian strain. *Egyptian Journal of Virology*, 1: 139-147.

- Smith, K.M. 1932. Further experiments with ringspot virus; its identification with spotted wilt of tomato. *Annals of Applied Biology*, 19: 305-330.
- Smith, K.M. 1935. A new virus disease of the tomato. *Annals of Applied Biology*, 22: 731-741.
- Smith, K.M. 1972. *A Textbook of Plant Virus Disease*, (third edition). Longman Press, London.
- Smith, R.S. 1970. Tomato ringspot virus. *Description of Plant Viruses*, Commonwealth Agricultural Bureaux and association of Applied Biologists. No. 18.
- Sutic, D.D., R.E. Ford and M.T. Tomic. 1999. *Handbook of Plant Virus Diseases*. Boca Raton, Florida: CRC Press, 553 pp.
- Teliz, D., R. G. Grogan and B. F. Lounsbury. 1966. Transmission of tomato ringspot, peach yellow bud mosaic, and grape yellow vein viruses by *Xiphinema americanum*. *Phytopathology*, 56: 658-663.
- Uyemoto, J.K. 1970. Symptomatically distinct strains of tomato ringspot virus isolated from grape and elderberry. *Phytopathology*, 60: 1838-1841.
- Verhoeven, J.Th.J., C.C.C. Jansen and J.W. Roenhorst. 2006. First Report of *Tomato apical stunt viroid* in Tomato in Tunisia. *Plant Diseases*, 90: 528.
- Walkey, D.G.A., A.A. Alhubaishi and M.J.W. Webb. 1990. Plant virus diseases in the Yemen Arab Republic. *Tropical Pest Management*, 36: 195-206
- Walkey, D.G.A. 1992. *Plant virus of Yemen and associated areas*. London, UK: Overseas Development Administration. 168 pp.
- Yassin, A.M. and M.A. Nour. 1965. Tomato leaf curl disease in Sudan and their relation to tobacco leaf curl. *Annals of Applied Biology*, 56: 207-217.
- Younes, H.A. 1995. *Studies on certain virus diseases affecting some vegetable crops under green house conditions*. Ph.D. Thesis, Faculty of Agriculture, Alexandria University, Egypt. 210 pp.
- Youssef, S.A. 1998. *Pathological studies on tomato yellow leaf curl disease*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Ain Shams University, Egypt, 166 pp.
- Zaher, N.A. 1973. *Studies on leaf curl virus disease of tomato*. M.Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Cairo University, Egypt, 115 pp.
- Zaher, N.A., M.S.A. Shafie, A.A. Shalaby and M.K. Nakhla. 1997. Natural occurrence of tomato yellow leaf curl virus (TYLCV) on datura (*Datura stramonium* L.) plants in Egypt. *Egyptian Journal of Applied Sciences*, 12: 31-42.