



## معرفی بیماری قرنطینه‌ای چروکیدگی قهوه ای میوه گوجه‌فرنگی (روگوز) گلخانه‌ای

محمود هوشیار فرد

استادیار بخش گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی گیلان

پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mhoushiarfard@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۷

### چکیده

گوجه‌فرنگی و فلفل گلخانه‌ای در معرض آلودگی‌های ویروسی قرار دارند. طی یک دهه گذشته ویروس‌های جدید یا ویروس‌هایی که پس از یک دوره زمانی دوباره مشاهده گردیدند، باعث ایجاد آلودگی شدید در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی و فلفل شده‌اند. ویروس چروکیدگی قهوه ای میوه گوجه‌فرنگی (روگوز) جزو مواردی است که در چند سال اخیر بدلیل عدم کنترل و دقت در قرنطینه خارجی وارد کشور گردید و در بسیاری از استان‌ها نیز گزارش شده است. گوجه‌فرنگی و فلفل میزبان‌های مهم و اقتصادی این ویروس هستند. لکه‌های زرد، قهوه‌ای یا سیاه و چروکیدگی‌های شدید روی میوه‌های گوجه‌فرنگی ظاهر می‌شوند. روی فلفل، آلودگی ویروسی منجر به چروکیدگی و ظاهر شدن لکه‌های زرد روی برگ‌ها همراه با توقف رشد بوته‌های جوان و نقاط کوچک زرد تا قهوه‌ای و لکه‌های قهوه‌ای و بافت مرده روی میوه‌ها می‌شود. این ویروس می‌تواند با بذر و نشاء آلوده و به آسانی از طریق تماس منتقل گردد. مدیریت بیماری بر اساس تلفیقی از چند روش شامل اقدامات بهداشتی (استفاده از بذر و نشاء سالم)، رعایت تناوب زراعی، ریشه‌کنی بوته‌های آلوده، ضدعفونی بذر، ضدعفونی شیمیایی گلخانه‌های آلوده و نیز جلوگیری از ورود بذر آلوده به کشور با کنترل مبادی ورودی و اتخاذ قوانین سخت‌گیرانه امکان‌پذیر است. اخیراً، ارقام گوجه‌فرنگی مقاوم به ویروس بنام HERZ تولید و معرفی شده‌اند.

**واژگان کلیدی:** گوجه‌فرنگی، ویروس روگوز قهوه‌ای، گلخانه

## متن مقاله

## بیان مساله

گوجه‌فرنگی گلخانه ای با سطح بارور بیش از ۲۱۵۰ هکتار و تولید حدود ۳۶۰ هزار تن و فلفل دلمه‌ای با سطح بارور بیش از ۱۹۸۰ هکتار و تولید حدود ۲۷۰ هزار تن در کشور از مهم‌ترین سبزیجات گلخانه‌ای و دارای ارزش صادراتی می‌باشند (آمارنامه کشاورزی محصولات باغبانی و گلخانه ای، ۱۴۰۱). آلودگی‌های ویروسی از عوامل مهم کاهش کمی و کیفی محصولات کشاورزی در مزارع و گلخانه‌ها در دنیا و ایران هستند. ویروس "چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی" موسوم به "روگوز قهوه‌ای گوجه‌فرنگی" نوعی ویروس بسیار مهاجم، نوظهور و جدید می‌باشد که به سرعت در حال گسترش است. این ویروس می‌تواند تا ۱۰۰ درصد محصول را در یک واحد گلخانه‌ای تولیدگوجه‌فرنگی، انواع فلفل آلوده کند و کیفیت و بازاریابی محصول را برای بازارهای داخل و صادرات کاهش دهد (آونی و همکاران، ۲۰۲۱). ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی فقط گوجه‌فرنگی و فلفل و احتمالاً خویشاوندان آن‌ها را آلوده می‌کند. به طوری که، بادمجان نیز به عنوان میزبان جدید ویروس در سال ۲۰۱۷ گزارش شده است (سازمان حفظ نباتات اروپا و مدیترانه، ۲۰۱۹). آلودگی طبیعی علف‌های هرز سلمک برگ‌گزنه‌ای (*Chenopodium murale*) و تاجریزی (*Solanum nigrum*) به ویروس گزارش شده است (سازمان حفظ نباتات اروپا و مدیترانه، ۲۰۲۰). سرعت انتقال و انتشار این ویروس بسیار سریع است، چون می‌تواند به راحتی از طریق بذر، نشاء و خاک آلوده، تماس دست، لباس کارگران و یا ابزار باغبانی (قیچی هرس) با بوته‌های آلوده به بوته‌های سالم، منتقل شود (سالم و همکاران، ۲۰۲۲، داوینو، ۲۰۲۰). خطر انتقال آلودگی ویروس از بذر گوجه‌فرنگی به نشاءها کم و

بین ۰/۰۸ تا ۲/۸ درصد گزارش شده است (داوینو و همکاران، ۲۰۲۰، سالم و همکاران، ۲۰۲۲). اولین شیوع گسترده بیماری از فلسطین اشغالی گزارش شد (مایان و همکاران، ۲۰۱۴، لوریا و همکاران، ۲۰۱۷) ولی در سال ۲۰۱۵، ویروس روی گوجه‌فرنگی گلخانه-ای در اردن شناسایی و توصیف شد (سالم و همکاران، ۲۰۱۶). اکنون، ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه-فرنگی در حداقل ۳۵ کشور در سراسر اروپا (سازمان حفظ نباتات اروپا و مدیترانه، ۲۰۲۱)، ایتالیا (پانو و همکاران، ۲۰۱۹)، آمریکا (لینگ و همکاران، ۲۰۱۹، دی و همکاران، ۲۰۲۱)، آفریقا (مصر، آمر و محمود، ۲۰۲۰) و خاورمیانه از جمله ایران، چین (یان، ۲۰۱۹، زانگ، ۲۰۲۲)، اردن (سالم و همکاران، ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰)، عربستان (صبرا و همکاران، ۲۰۲۱ و ۲۰۲۲)، سوریه (حسن و همکاران، ۲۰۲۲)، فلسطین (الکوانی و همکاران، ۲۰۱۹) و لبنان (ابوکابا و همکاران، ۲۰۲۱) روی گوجه‌فرنگی و فلفل گزارش شده است. استان‌های تهران، اصفهان، بوشهر، فارس، هرمزگان، یزد، البرز، قزوین، مرکزی، زنجان، اردبیل و آذربایجان شرقی آلوده هستند (سماوی و همکاران، ۱۴۰۱، صالح زاده و همکاران، ۱۴۰۰، اسماعیل زاده و کولیوند، ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲، بنانج و کشاورز، ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱، قربانی و همکاران، ۱۴۰۱). وقوع بیماری ویروسی چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه-فرنگی در گلخانه‌های فلفل دلمه‌ای در استان‌های اصفهان و هرمزگان گزارش شده است

## ب-علائم بیماری

این ویروس می‌تواند بیش از ۴۰ گونه گیاهی متعلق به چهار خانواده شامل تاج خروس، خرزهره، کاسنی و بادمجانیان را آلوده کند، اما فقط گوجه‌فرنگی و فلفل میزبان‌های طبیعی و اقتصادی ویروس هستند (لوریا و همکاران، ۲۰۱۷، سالم و همکاران، ۲۰۱۶ و ۲۰۲۰).

**ب-۱- علائم روی گوجه‌فرنگی**

بوته گوجه‌فرنگی در تمام مراحل رشد از مرحله جوانه‌زنی تا گلدهی و میوه‌دهی آلوده می‌شود. البته ممکن است که، بوته‌های آلوده در برخی موارد بدون علائم باشند. علائم بیماری بصورت پژمردگی و زردی برگ‌ها، چروکیدگی و حالت تاول مانند (تاول‌های سبز تیره) سطح برگ‌ها، موزائیک (لکه‌های رنگ پریده در میان رنگ سبز برگ)، تغییر شکل برگ‌ها (باریک شدن و گاهی برگ شاخه‌ای شکل شدن برگ‌ها) و لکه‌های بافت مرده روی دم‌برگ، سوختگی و بافت مردگی شاخه‌ها، کاهش تعداد گل‌ها، پژمردگی و خشک شدن گل‌ها، قهوه‌ای شدن و چروکیدگی کاسبرگ‌های میوه‌های آلوده (کاسه گل) و نهایتاً خشکیدگی بوته‌های آلوده، ظاهر می‌شوند (شکل‌های ۱-۳).



شکل ۲- الف) لکه‌های قهوه‌ای و بافت مرده روی شاخه-ها، کاسبرگ‌ها (تصویر از داوینو، ایتالیا، ۲۰۱۸) و میوه‌های جوان گوجه‌فرنگی، ب) لکه‌های بافت مرده و قهوه‌ای رنگ روی میوه نارس و شکل غیر طبیعی میوه آلوده (تصویر از گودینز، امریکا، ۲۰۱۹)، ج) نواحی قهوه‌ای چروکیده پوست میوه، د) لکه‌های زرد و حالت مرمی شدن پوست میوه (تصاویر از دامبروفسکی و داوینو، ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹)، و) تغییر رنگ پوست، چروکیدگی و کوچک شدن اندازه میوه‌ها یا آلوده به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی



شکل ۱- الف) علائم تاولی شدن برگ‌ها (تاول‌های سبز تیره در برگ‌های رشد یافته قدیمی)، ب) موزائیک شدید، ج و د) شکل غیرطبیعی برگ‌های گوجه‌فرنگی آلوده به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی (تصاویر از داوینو، ایتالیا، ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹).



شکل ۳- الف) خشک شدن ب) پژمردگی و زردی بوته‌های آلوده به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی (تصاویر از شولز-دوبلین، آلمان، ۲۰۱۸ و گودینز، امریکا، ۲۰۱۹)



شکل ۶- رسیدگی نامنظم و رنگ نگرفتن کامل میوه فلفل دلمه‌ای آلوده به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی (فیدان، ۲۰۲۰)



شکل ۴- رسیدگی نامنظم و رنگ نگرفتن کامل میوه گوجه‌فرنگی آلوده به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی (تصویر از پیکارد، اسرائیل، ۲۰۱۹)

### ج- انتقال و کنترل بیماری

انتقال ویروس روگوز قهوه‌ای گوجه‌فرنگی عمدتاً مکانیکی است (سالم و همکاران، ۲۰۲۲)، اما می‌تواند از طریق بذر، نشاء یا میوه‌های آلوده از یک منطقه به منطقه یا از یک کشور به کشور دیگر منتقل گردد (فدراسیون بین‌المللی بذر، ۲۰۲۰، کلاپ و همکاران، ۲۰۲۰). ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی به روش مکانیکی (توسط کارگران گلخانه) و ابزار و وسایلی که با بوته‌های آلوده تماس پیدا می‌کنند، به بوته‌های سالم منتقل و در گلخانه گسترش پیدا می‌کند (دامبروفسکی و اسمیت، ۲۰۱۷، اولادکان و همکاران، ۲۰۱۹). ویروس بسیار پایدار و توانایی آلوده‌کنندگی آن زیاد است. انتقال مکانیکی این ویروس بالا و نگران‌کننده است. زیرا، تماس کارگران با بوته‌های گوجه‌فرنگی و فلفل هنگام پیوند، هرس برگ و شاخه و برداشت محصول بیشتر است. همچنین، تماس ریشه‌های بوته‌های آلوده با ریشه‌های سالم باعث انتقال ویروس و آلوده شدن بوته‌های سالم می‌گردد. دوام ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی بسیار طولانی است و می‌تواند ماه‌ها و سال‌ها در بقایای آلوده، خاک یا روی سطوح چوبی آلوده در گلخانه (تا ۲۰ سال)، زنده بماند. همچنین، ویروس می‌تواند با خاک آلوده و آب آبیاری منتقل شود (برنامه اقدام پایدار برای حذف آلودگی ویروس روگوز قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی، ۲۰۲۱). بنابراین،

### ب- ۲- علائم روی فلفل

علائم آلودگی به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی در فلفل دلمه‌ای شامل تاولی و موج دار شدن سطح میوه، بی‌رنگی یا رنگ نگرفتن کامل میوه فلفل دلمه‌ای، ایجاد لکه‌های سیاه رنگ یا قهوه‌ای روی میوه، کاهش اندازه میوه، پژمردگی گل، چین‌خوردگی و پیچیدگی برگ و بافت‌مردگی ساقه دیده می‌شوند (شکل ۵). بوته‌های جوان فلفل رشد کم داشته و گاهی در آن‌ها بافت‌مردگی و قهوه‌ای شدن ساقه دیده می‌شود (ابوکابا و همکاران، ۲۰۲۲، یان و همکاران، ۲۰۱۹). حساسیت فلفل دلمه‌ای به ویروس بیشتر از سایر ارقام است.



شکل ۵- علائم آلودگی فلفل‌های دلمه‌ای و قلمی به ویروس چروکیدگی قهوه‌ای گوجه‌فرنگی. الف) میوه‌های خال‌دار قرمز و زرد فلفل دلمه‌ای (الکوانی، فلسطین، ۲۰۱۶)، ب و ج) زردی و لکه‌های بافت مرده قهوه‌ای میوه (تصویر از فیدان، ۲۰۱۰)

ضد عفونی کنند (اسمیت و دامبروفسکی، ۲۰۱۹). کارگران از دستکش‌های یکبار مصرف در محدوده‌های گلخانه برای هرس یا چیدن محصول استفاده نمایند. استفاده از لباس و کفش مجزا برای هر واحد الزامی می‌باشد. همچنین، قبل از حرکت از یک واحد به به واحد دیگر، پوشیدن لباس و کفش جدید (یا استفاده از کاور) ضروری است (مرکز بین المللی کشاورزی و علوم زیستی، ۲۰۲۰، ویناندت، ۲۰۲۰، مک گرات، ۲۰۲۳).

۴- در صورتی که بیش از ۵۰ درصد بوته‌ها در یک گلخانه کشت خاکی آلوده شده باشند، باید کل محصول را ریشه کن و فضا و سازه گلخانه نیز پاکسازی و ضد عفونی شود. سپس، بستر کشت (خاک) با استفاده از روش آفتابدهی ضد عفونی گردد (در این روش، پلاستیک شفاف و نازک روی سطح خاک مرطوب پهن می‌شود و در اثر تابش آفتاب دمای زیرپوشش پلاستیک افزایش می‌یابد). در صورت انجام اقدامات بالا، تولید مجدد گوجه‌فرنگی و فلفل بعد از یکسال در آن گلخانه مجاز خواهد بود. همچنین، در صورت مشاهده آلودگی در گلخانه‌های آب کشت (کشت بدون خاک)، باید بستر کشت (پیت موس، پرلیت، کوکوپیت، پشم سنگ و ...) معدوم و سیستم آبیاری (مخزن آب، لوله، قطره چکان‌ها) ضد عفونی شود. سپس، می‌توان کشت و تولید مجدد گوجه‌فرنگی را در گلخانه دو ماه بعد یا پس از کاشت محصولاتی مانند کدوئیان، شروع کرد. در این رابطه، عدم کشت گوجه‌فرنگی و فلفل در گلخانه‌های آلوده حداقل به مدت یک سال (یا کشت کدوئیان) توصیه شده است (بی نام، ۲۰۲۱، برنامه اقدام پایدار برای حذف آلودگی و پیروسی روگوز قهوه ای میوه گوجه-فرنگی).

سلامت خاک و بهداشت آب از طریق ضد عفونی خاک و سیستم‌های آبیاری قبل از استفاده از آنها بسیار مهم است. گزارش‌هایی از انتشار ویروس توسط زنبورهای گرده افشان مخملی (زنبور بامبل) در فضاهای گلخانه وجود دارد (لیویتسکی و همکاران، ۲۰۱۹). با این حال، تاکنون گزارشی از انتقال ویروس توسط شته‌ها، برگ‌خوارها یا سفیدبالک‌ها (مگس‌های سفید) ارائه نشده است (اولادکان و همکاران، ۲۰۱۹).

#### د- توصیه‌های ترویجی

(سازمان حفظ نباتات اروپا و مدیترانه، ۲۰۲۰ و ۲۰۲۱، آئین نامه اجرایی کمیسیون اتحادیه اروپا، ۲۰۲۰، سالم و همکاران، ۲۰۲۲):

۱- خرید بذر یا نشاء سالم (غیرآلوده) گوجه‌فرنگی و فلفل از فروشندگان بذر و مراکز تولید نشاء معتبر (تایید شده) قدم اول برای پیشگیری از آلودگی ویروس است.

۲- ضد عفونی بذر گوجه‌فرنگی و فلفل با اسید کلریدریک ۲ درصد به مدت ۳۰ دقیقه و یا خیساندن بذرها در محلول تری سدیم فسفات ۱۰ درصد به مدت ۲/۵ ساعت (تعویض محلول هر نیم ساعت) یا محلول ۱۵ درصد بمدت ۲۰ دقیقه و سپس آبکشی و خشک کردن بذرها که باعث حذف کامل آلودگی بذرهای آلوده به ویروس می‌گردد (ساماراه و همکاران، ۲۰۲۱).

۳- رعایت اصول بهداشت گلخانه، دومین قدم برای پیشگیری از بیماری است. لذا، بایستی کارگران گلخانه، دست‌ها را مرتباً با آب گرم و صابون (حداقل به مدت یک دقیقه) شستشو دهند (برای جلوگیری از آلودگی مجدد از شیر خودکار استفاده شود) و ابزار و وسایل مورد استفاده را پس از هر بار استفاده توسط مایع سفیدکننده خانگی (وایتکس، رقیق سازی با آب به نسبت ۱:۱۰) یا سایر مواد پاک کننده و کلردار،

۱/۵ متر) ظرف مدت حداکثر دو هفته از ظهور آلودگی به ویروس و سوزاندن (یا دفن عمیق) آن‌ها در خارج از گلخانه، خودداری از پخش بوته‌های آلوده در محیط بیرون گلخانه یا انباشتن آن‌ها، خیساندن سینی‌های پلاستیکی نشاء در آب داغ ۹۰ درجه سانتی‌گراد به مدت پنج دقیقه.

۷- ممنوعیت آوردن گوجه‌فرنگی و فرآورده‌های گوجه‌فرنگی از منزل و سیگار (چرا که میزبان اصلی این ویروس، تنباکو است) به داخل گلخانه.

۸- آشنا کردن کارگران با علائم ویروس، بازدید مستمر و گزارش فوری آلودگی در گلخانه به مراجع ذی‌ربط.

۹- اخیراً، مجموعه‌ای از انواع ارقام گوجه‌فرنگی بسیار مقاوم به ویروس تحت عنوان HREZ شامل large plum (roma), beef, baby plum (grape/snack), cherry, cocktail و گوجه‌فرنگی روی تاک (TOV/Cluster) سازگار با سیستم‌های مختلف کشت و شرایط رشدی متنوع، معرفی شده‌اند.

۵- ضدعفونی گلخانه و عملیات پاکسازی کامل گلخانه بلافاصله پس از پایان هر دوره کشت شروع و بایستی تا پایان مرحله برداشت محصول، چندین بار تکرار شود. توصیه می‌گردد قبل از ضدعفونی شیمیایی گلخانه، پاکسازی کامل گلخانه از بقایای کشت (جمع-آوری و سوزاندن آن‌ها) انجام گیرد. سپس به منظور کاهش انتشار ویروس در محیط گلخانه باید قبل از شروع دوره کشت، سازه و سطوح داخلی گلخانه، هواکش‌ها و سیستم‌های گرمایشی و سرمایشی، مه-پاش و تجهیزات متحرک گلخانه (میزهای متحرک، شید متحرک، بالابر گلخانه‌ای) با پاک‌کننده‌های شیمیایی حاوی کلر مانند مایع سفیدکننده وایتکس (هیپوکلریت سدیم ۵/۲۵ درصد)، محلول کلراکس (هیپوکلریت سدیم ۷/۵ درصد) غلظت ۱۰ درصد یا سایر ترکیبات تجاری مانند ویروسید (حاوی آمونیاک، الکل ایزوپروپانول و گلو تار آلدئید) غلظت نیم درصد و ایرکس غلظت سه درصد، شستشو و ضدعفونی شوند (چاندا و همکاران، ۲۰۲۱، سامراه و همکاران، ۲۰۲۱، داوینو و همکاران، ۲۰۲۰).

**توجه:** محلول‌های الکلی مانند اتانول و ایزوپروپانول برای ضدعفونی ابزار، وسایل و تجهیزات گلخانه موثر نیستند.

۶- جمع‌آوری سینی‌های آلوده نشاء، و ریشه‌کنی بوته آلوده و چند بوته ظاهراً سالم در اطراف آن (تا شعاع



## منابع

بی نام (آمارنامه کشاورزی، محصولات باغبانی و گلخانه ای). ۱۴۰۱. مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی.

بنانچ، ک.، و کشاورز، ط. ۱۴۰۱. ویروس چروکیدگی قهوه ای میوه گوجه فرنگی. نشر آموزش (موسسه آموزش و ترویج کشاورزی). ۶ صفحه (بروشور).

سماوی، س.، امیری مزرائی، م.، شرف منصوری، ع.، باقری، ع.، عسکری سیاهویی، م.، شهرتی، ف.، و محمدی راد، ا. ۱۴۰۱. اولین گزارش از ویروس چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه فرنگی در گلخانه‌های گوجه فرنگی استان هرمزگان. بیست و چهارمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۱۵-۱۲ شهریور، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور.

صالح زاده، م.، افشاریفر، ع.، دهقانپور فراشاه، س.، و رضایی، م. ۱۴۰۰. اولین گزارش از وقوع ویروس موزائیک خفیف فلفل در آلودگی مخلوط با ویروس روگوز قهوه ای گوجه فرنگی روی فلفل در استان اصفهان. نشریه بیماریهای گیاهی. دوره ۵۷، ۳: ۲۶۷-۲۶۳.

**Abou Kubaa, R., Choueiri, E., Heinoun, K., Cillo, F. and Saponari, M. 2021.** First report of tomato brown rugose fruit virus infecting sweet pepper in Syria and Lebanon. *Journal of Plant Pathology*. Disease note <https://doi.org/10.1007/s42161-021-00987-y>.

**Alkowni, R., Alabdallah, O. and Fadda, Z. 2019.** Molecular identification of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Palestine. *Journal of Plant Pathology*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s42161-019-00240-7>.

**Amer, M. and Mahmoud, S. 2020.** First report of *Tomato brown rugose fruit virus* on tomato in Egypt. *New Disease Reports*, 41, 24.

**Anonymous. 2021.** Plan of action for eliminating persistent ToBRFV infected growing location. 2021. [https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/GN\\_nl/2022/10/25/plan\\_van\\_aanpak\\_voor\\_elimineren\\_persistent\\_tobrfv\\_op\\_besmette\\_teeltlocatie.pdf](https://agfstorage.blob.core.windows.net/misc/GN_nl/2022/10/25/plan_van_aanpak_voor_elimineren_persistent_tobrfv_op_besmette_teeltlocatie.pdf). Plan van aanpak V.21 (oktober 2022). 1-7.

**Avni, B., Gelbart, D., Sufirin-Ringwald, T., Zinger, A., Chen, L. and Machbash, Z. 2021.** Tomato genetic resistance to tobamoviruses is compromised. *Acta Horticulture*. 1316: 89-98.

**CABI. 2020.** Tomato brown rugose fruit virus (Tomato brown rugose fruit virus). *Crop Protection Compendium*. (<https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.88757522>).

**Chanda, B., Shamimuzzaman, M., Gilliard, A. and Ling, K.S. 2021a.** Effectiveness of disinfectants against the spread of tobamoviruses: *Tomato brown rugose fruit virus* and *Cucumber green mottle mosaic virus*. *Virology Journal*, 18, 7.

**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*. 9: 1615.

**Dey, K.K., Velez-Climent M., Soria, P., Batuman, O., Mavrodieva, V., Wei, G., Zhou, J., Adkins, S. and McVay, J. 2021.** First report of *Tomato brown rugose fruit virus* infecting tomato in Florida, USA. *New disease reports*. Vol. 44, Issue1.

**Dombrovsky A., Smith, E. 2017.** Seed transmission of tobamoviruses: aspects of global disease distribution. In: J.C. Jimenez-Lopez (Ed.) *Advances in seed biology*. London, UK: IntechOpen, 233–260.

**EU (European union commission implementing regulation). 2020a.** Interceptions of commodities imported into the EU or Switzerland with harmful organism(s). Notified during the month of February 2020. EUROPHYT - European Union Notification System for Plant Health Interceptions, (February), 1–55. Retrieved from [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph\\_biosec\\_europhyt-interceptions-2020-02.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph_biosec_europhyt-interceptions-2020-02.pdf)

**EU (European union commission implementing regulation). 2020b.** Interceptions of commodities imported into the EU or Switzerland with harmful organism(s). Notified during the month of January 2020. EUROPHYT - European Union Notification System for Plant Health Interceptions, (January), 1–63. Retrieved from [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph\\_biosec\\_europhyt-interceptions-2020-01.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/plant/docs/ph_biosec_europhyt-interceptions-2020-01.pdf)

**EPPO. 2019.** European and Mediterranean Plant Protection Organization. (<https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV>).

**EPPO. 2020.** Tomato brown rugose fruit virus. *EPPO Bulletin*. 50: 529–534.

**EPPO. 2021.** PM 7/146 (1) tomato brown rugose fruit virus. *EPPO Bulletin*. 51: 178–197.

**EPPO. 2022.** *Tomato brown rugose fruit virus*. Available at: EPPO datasheets on pests recommended for regulation. Paris, France: EPPO, <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/documents>.

**Esmailzadeh, F. and Koolivand, D. 2021.** Occurrence of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Iran. *J. Plant Pathol.* <https://doi.org/10.1007/s42161-021-01009-7>.

**Esmailzadeh, F. and Koolivand, D. 2022.** First report of tomato brown rugose fruit virus infecting bell pepper in Iran. *Journal of Plant Pathology*. Vol. 104, 893.

**Fidan, H. 2020.** Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV): Current situation and future prospects. *Mediterranean Agricultural Sciences*. 33(1): 43-49.

**Ghorbani, A., Rostami, M., Seifi, S. and Izadpanah, K. 2021.** First report of Tomato brown rugose fruit virus in greenhouse tomato in Iran. *New Dis Rep.* <https://doi.org/10.1002/ndr2.12040>

**Hasan, Z.M., Salem, N.M., Ismail, I.D., Akel, I. and Ahmad, A.Y. 2022.** First report of tomato brown rugose fruit virus on tomato in Syria. *Plant Disease*. 106(2): 772. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-21-1356-PDN>.

**ISF (International Seed Federation). 2020.** Detection of infectious tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) in tomato and pepper seeds. ([https://worldseed.org/wp-content/uploads/2020/03/ToMato-ToBRFV\\_2020.03.pdf](https://worldseed.org/wp-content/uploads/2020/03/ToMato-ToBRFV_2020.03.pdf) 2).





**Klap, C., Luria, N., Smith, E., Bakelman, E., Belausov, E. and Laskar, O. 2020a.** The potential risk of plant-virus disease initiation by infected tomatoes. *Plants*. 9: 623.

**Levitzky, N., Smith, E., Lachman, O., Luria, N., Mizrahi, Y. and Bakelam, H. 2019.** The bumblebee *Bombus terrestris* carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoes. *PLoS One*, 14, e0210871.

**Ling, K.-S., Tian, T., Gurung, S., Salati, R. and Gillard, A. 2019.** First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting greenhouse tomato in the United States. *Plant Disease*. 103:1439.

**Luria, N., Smith, E., Reingold, V., Bekelman, I., Lapidot, M. and Levin, I. 2017.** A new Israeli tobamovirus isolate infects tomato plants harboring *Tm-2<sup>2</sup>* resistance genes. *PLoS One*, 12, e01704.

**McGrath, M.T. 2023.** Tomato seed and plants potentially contaminated with tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV). (<https://www.vegetables.cornell.edu/crops/tomatoes/tomato-brown-rugose-fruit-virus>).

**Oladokun, J.O., Halabi, M.H., Barua, P. and Nath, P.D. 2019.** Tomato brown rugose fruit disease: current distribution, knowledge and future prospects. *Plant Pathology*. 68: 1579–1586.

**Panno, S, Caruso, A.G. and Davino, S. 2019a.** Diseases Notes: First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Tomato Crops in Italy. *Plant Disease*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2254-PDN>

**Sabra , A., Al Saleh, M.A., Alshahwan, I.M. and Amer, M.A. 2021.** First report of tomato brown rugose fruit virus infecting tomato crop in Saudi Arabia. *Plant Disease*. 106(4):1310-1311. (<https://doi.org/10.1094/PDIS-05-21-1065-PDN>).

**Sabra, A., Amer, M.A., Hussain, K., Zakri, A., Al-Shahwan, I.M. and Al-Saleh, M.A. 2022.** Occurrence and distribution of tomato brown rugose fruit virus infecting tomato crop in Saudi Arabia. *Plants*. 11(22): 3157. (<https://doi.org/10.3390/plants11223157>).

**Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B.W. and Turina, M. 2016.** A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. *Advanced Virology*. 161(2): 503–506.

**Salem, N.M., Sulaiman, A., Samarah, N., Turina, M. and Vallino, M. 2022.** Localization and mechanical transmission of tomato brown rugose fruit virus in tomato seeds. *Plant Disease*. 106: 275–281.

**Samarah, N., Sulaiman, A., Salem, N.M. and Turina, M. 2021.** Disinfection treatments eliminated tomato brown rugose fruit virus in tomato seeds. *European Journal of Plant Pathology*. 159:153–162.

**Smith, E. and Dombrovsky, A. 2019.** Aspects in *Tobamovirus* management in intensive agriculture. In: S. Topolovec-Pintarić (Ed.) *Plant diseases – current threats and management trends*. London: IntechOpen, 1-18. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.87101>.

**Wyenandt, A. 2020.** Understanding and Controlling Tomato Brown Rugose Fruit Virus. *Plant & Pest Advisory*. Rutgers Cooperative Extension. New Jersey Agricultural Experiment Station. (<https://plant-pest-advisory.rutgers.edu/understanding-tomato-brown-rugose-fruit-virus/>)



**Yan, Z.Y., Ma, H.Y., Han, S.L., Geng, C., Tian, Y.P. and Li, X.D. 2019.** First report of tomato brown rugose fruit virus infecting tomato in China. *Plant Disease*. 103, Article 2973.

**Zhang, Sh., Griffiths, J.S., Marchand, G., Bernards, M.A. and Wang A. 2022.** Tomato brown rugose fruit virus: An emerging and rapidly spreading plant RNA virus that threatens tomato production worldwide. *Molecular Plant Pathology*. 23(9):1262-1277