



دستورالعمل اجرایی

مدیریت تلفیقی بیماری ویروسی چروکیدگی قهوه ای میوه گوجه فرنگی Integrated management of Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV) disease



دفتر پیش آگاهی و کنترل عوامل خسارتزا

کژال کریمی - طیبه کشاورز - ولی اله رضایی، مردادماه ۱۴۰۲

مصوب: کمیته تصویب دستورالعمل های فنی - اجرایی

دستورالعمل شماره: ۴۰۲۰۵۱۸۴

بخش اول: مقدمه

اهمیت و ضرورت

ویروس چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی (*Tomato brown rugose fruit virus* (ToBRFV) یکی از ویروس‌های نوظهور در چند سال اخیر در گوجه‌فرنگی و فلفل است، که به عنوان یک تهدید جدی برای کشت گوجه‌فرنگی و فلفل به‌شمار می‌آید (Luria et al., 2017; Salem et al., 2016; Jewehan et al., 2022). در صورت آلودگی، محصولات گوجه‌فرنگی و فلفل خسارت بسیار بالایی را متحمل می‌شوند. استفاده از اندام تکثیری آلوده و عدم رعایت ضوابط بهداشت گیاهی می‌تواند به استقرار، همه‌گیری و انتشار سریع ویروس در گلخانه‌ها و فضای باز منجر شود. اندام‌های تکثیری آلوده مانند بذر و نشاء از عوامل پرخطر ورود و انتشار این ویروس در مناطق جدید و غیر آلوده هستند. خطرات بالقوه مرتبط با این ویروس در ورود به یک منطقه جدید، عمدتاً مربوط به توانایی بقای بالای ویروس و شیوع شدید آن از طریق انتقال مکانیکی توسط کارگران، ابزار و تجهیزات در حین کار با گیاهان آلوده می‌باشد. دلیل دیگر اهمیت این ویروس، شکست مقاومت گیاهان گوجه‌فرنگی و فلفل حامل ژن‌های مقاومت *Tm-2²* و *L 1,3,4* است. این ویروس از سال ۲۰۱۹ در لیست هشدار و اقدامات اضطراری اتحادیه اروپا (EPPO) قرار گرفته است.

گیاهان میزبان

ویروس چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی قادر به ایجاد آلودگی به روش مایه زنی مکانیکی در ۴۰ گونه گیاهی متعلق به چهار تیره تاج خروس (*Amaranthaceae*، خرزهره (*Apocynaceae*، کاسنیان (*Asteraceae* و بادنجانیان (*Solanaceae* است (Chanda et al., 2021).

گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum*) و فلفل (*Capsicum* sp.) تنها میزبان‌های طبیعی شناخته شده برای این گونه ویروسی می‌باشند (Salem et al., 2016; Luria et al., 2017).

گونه‌های *Oxalis corniculata*، *Malva parviflora*، *Erigeron canadensis*، *Corchorus olitorius*، *Solanum nigrum*، *Solanum elaeagnifolium*، *Portulaca oleracea* و *Traxacum officinale* به عنوان میزبان‌های وحشی طبیعی این ویروس می‌باشند.

گونه‌های گیاهی *Chenopodium giganteum*، *Chenopodium album*، *Catharanthus roseus*، *Gomphrena*، *Glebionis coronaris*، *Emilia soncifolia*، *Datura stramonium*، *Chenopodium quinosa*، *Nicotiana glutinosa*، *Nicotiana debneyi*، *Nicotiana clevelandii*، *Nicotiana benthamiana*، *lobosa*، *Phasalis*، *Petunia hybrida*، *Nicotiana tabacum*، *Nicotiana rustica*، *Nicotiana occidentalis*، *Solanum chmielewskii*، *Solanum chinense*، *Solanum cheesmaniae*، *Solanum arcanus pubescens*، *Solanum huaylasense*، *Solanum habrochaites*، *Solanum galapagense*، *Solanum coreliomulleri*، *Solanum juglandifolium*، *Solanum neorichii*، *Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*، *Solanum rostratum*، *pimpinellifolium* و *Solanum sitiens* میزبان‌های آزمایشگاهی این ویروس هستند.

مناطق انتشار

ویروس چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه‌فرنگی اولین بار در سال ۲۰۱۵ میلادی روی گوجه فرنگی در اردن گزارش و سپس در مدت زمانی کوتاهی از ۳۵ کشور در قاره آسیا، اروپا، آفریقا و آمریکا گزارش شد. در سال ۲۰۱۸ از آمریکا (کالیفرنیا و آریزونا)، فلسطین و آلمان و در سال ۲۰۱۹ از مکزیک، چین، ترکیه، ایتالیا، انگلستان، یونان، اسپانیا، هلند، مصر، لهستان، قبرس، جمهوری چک، در سال ۲۰۲۰ از فرانسه، در سال ۲۰۲۱ از بلژیک، مالت، مجارستان، بلغارستان، نروژ، اتریش، استونی، اسلونی، سوئیس، پرتغال، ازبکستان، عربستان سعودی و ایران گزارش گردید. آلودگی در هر دو محصول گوجه فرنگی و فلفل از بسیاری از این کشورها گزارش شده است.

عامل بیماری

عامل این بیماری ویروس *Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)* از جنس توباموویروس بوده و دارای ویژگی‌های ساختاری و ملکولی معمولی توباموویروس‌ها است. این ویروس دارای پیکره میله‌ای خمش ناپذیر به طول ۳۰۰ نانومتر و قطر ۱۷ نانومتر است. ژنوم ویروس RNA تک رشته‌ای به اندازه ۶۳۹۳ نوکلئوتید می‌باشد که در چهار قاب خواندنی باز (ORFs) مرتب شده‌اند که در یک پوشش استوانه‌ای چروکیده قرار دارند. در حال حاضر ده توالی ژنومی شامل دو توالی از اردن، یک توالی از فلسطین، دو توالی از آلمان، یک توالی از ایتالیا، یک توالی از انگلستان و یک توالی از مکزیک در پایگاه داده‌ای Genbank در دسترس است که همگی آنها شباهت ۹۹/۵ درصد در سطح نوکلئوتیدی با یکدیگر دارند که نشانگر شیوع سریع یک ایزوله مشابه در سراسر جهان است.



شکل ۱- پیکره‌های ویروس روگوز گوجه فرنگی ToBRFV

بخش دوم: زیست شناسی، علائم و روش‌های شناسایی

زیست شناسی و انتشار ویروس

ویروس ToBRFV همانند سایر گونه‌ها و جنس‌های توباموویریده، بسیار پایدار بوده و قدرت ماندگاری بالایی دارد. قابلیت انتقال از طریق بذر، نشاء و انتقال مکانیکی آسان از طریق تماس (دست کارگران، لباس کارگران، ابزار آلوده، تماس مستقیم گیاه با گیاه) دارد. بیشتر توباموویروس‌ها درصد بسیار کمی از انتقال از بذر به گیاهچه را نشان می‌دهند، به این دلیل که ویروس‌های چسبیده به پوشش بذر در طول جوانه زنی و زمانی که پوشش بذر از گیاهچه جدا می‌شود به ندرت منتقل می‌شوند. آلودگی ممکن است از طریق زخم‌های کوچک منتقل شود و سپس وارد جنین شود. آزمایش‌های محدودی روی انتقال ویروس از بذر به گیاهچه برای این ویروس انجام شده است. تحقیقات نشان داده است که میزان انتقال ویروس از بذر به گیاهچه از ۰/۰۸ تا ۲/۸ درصد متغیر است. حتی با وجود میزان بسیار پایین انتقال از بذر به گیاهچه، سهم یک گیاهچه آلوده در اپیدمی قابل توجه می‌باشد.

در محل تولید نشاء، توباموویروس موجود روی پوسته بذر ممکن است در صورت زخمی شدن به ریشه‌ها منتقل شود و به محض آلودگی، ویروس تکثیر شده و از طریق آوندهای آبکش آلودگی گسترش یابد. این ویروس در گلخانه به آسانی گسترش پیدا می‌کند. ویروس در کل گیاه میزبان به صورت سیستمیک منتشر و کل بافت‌های میزبان را درگیر می‌کند و بنابراین گیاه آلوده می‌تواند منبع آلودگی برای سایر گیاهان باشد. هر چند ناقل حشره‌ای اختصاصی برای این ویروس شناسایی نشده است با اینحال محققین نشان داده‌اند که این ویروس می‌تواند از طریق زنبورهای گرده افشان (*Bombus terrestris*) حمل و موجب انتقال مکانیکی ویروس به گیاهان سالم گوجه فرنگی در دوره گرده افشانی و متعاقباً باعث گسترش ویروس در گلخانه‌های گوجه فرنگی شوند. این زنبورها به طور معمول برای انجام گرده افشانی در گلخانه‌های گوجه فرنگی به کار می‌روند که این خود می‌تواند یکی از عوامل مهم انتشار این ویروس باشد.

بیماری به سرعت و حتی با تماس‌های مکانیکی از طریق دست‌آلوده، ابزار آلات کشاورزی از جمله چاقو و قیچی، تجهیزاتی از جمله طناب‌های نگهدارنده بوته‌ها، سینی‌های نشاء، بستر آلوده، وسایل بسته بندی، بذر و احتمالاً گرده (از طریق گرده افشانی با زنبور) گسترش پیدا می‌کند. مطالعات نشان داده است که این ویروس می‌تواند حداقل دو ساعت روی پوست و دستکش و حداقل به مدت ۴ هفته در شیره خشک شده روی سطوح گلخانه (شیشه، آلومینیوم، فولاد، پلاستیک سخت و ورقه پلی اتیلن) زنده بماند. بقای کمتر (بعد از یک هفته) روی بتن مشاهده شده است.

علائم خسارت

ویروس روگوز گوجه فرنگی دارای طیف وسیعی از علائم روی گیاه گوجه فرنگی بسته به زمان آلودگی، رقم میزبان، مرحله رشدی میزبان و شرایط محیطی به صورت خفیف، شدید یا حتی بدون علائم می‌باشد. به طور کلی علائم روی میوه‌ها به صورت بی رنگی یا تغییر رنگ میوه، لکه‌های سیاه یا قهوه‌ای روی میوه، بدشکلی پوست میوه، فرم غیر طبیعی میوه و کاهش اندازه میوه ایجاد می‌شود. در گل‌ها به صورت پژمردگی گل و در برگ‌ها به صورت نقوش غیر عادی، از قبیل موزاییک، تاشدگی یا پیچیدگی برگ و در ساقه به صورت ظهور نکروز یا زخم

می باشد. ظهور علائم برگ‌های ابتدا روی برگ انتهایی گیاه و شاخه‌های جانبی ظاهر می‌شود. بر روی برگ‌ها متداول‌ترین علائم، موزائیک همراه با تاول‌های سبز تیره در برگ‌های رشد یافته قدیمی می‌باشد. برگ‌های جوان نزدیک به راس گیاه علائم لکه‌های زرد رنگ و بدشکلی برگ‌ها را نشان می‌دهند. برخی جدایه‌های این ویروس بدشکلی شدید برگ و سپس پژمرده شدن آنها و به دنبال آن زرد شدن و مرگ گیاه را سبب می‌شود. نکروز موضعی ساقه، همچنین نکروز و قهوه‌ای شدن دم میوه و غلاف گل نیز در جدایه‌های چین و آمریکا گزارش شده است. گاهی گل‌ها نیز علائم پژمردگی نشان می‌دهند. معمول‌ترین علائم بر روی میوه‌ها با تغییر رنگ زرد یا سبز (Discoloration)، بدشکلی و لکه‌های قهوه‌ای متمایل به سیاه (نکروتیک) و کاهش تعداد میوه روی هر شاخه، رسیدن ناهماهنگ میوه‌های جوان (به طوریکه میوه‌ها در بعضی قسمت‌ها قرمز و در قسمت‌های دیگر سبز رنگ هستند) ظاهر می‌شوند. شدت روگوز یا چروکیدگی قهوه‌ای همراه با تغییر رنگ به سبز یا زرد و بدشکلی بستگی به رقم میزبان، زمان آلودگی و شرایط محیطی دارد.

آلودگی طبیعی روی فلفل با علائم میوه‌هایی با سطوح تاولی و موج دار گزارش شده است. در یک آزمایش زیر پلاستیک، آلودگی مکانیکی گیاهان فلفل منجر به بدشکلی و موزائیک زرد رنگ همراه با لکه‌های سبز یا قرمز روی میوه‌ها گردید.

علائم این ویروس مشابه سایر توباموویروس‌ها مانند TMV و ToMV می‌باشد. اما علائم (به ویژه در میوه) ممکن است بسیار شدیدتر باشد. میوه‌هایی که علائم بیماری را نشان دهند، بازار پسندی لازم را نداشته و ارزش اقتصادی ندارند.



شکل ۲- علائم بیماری روگوز (موزائیک) روی برگ‌های گوجه فرنگی



شکل ۳- ایجاد لکه‌های قهوه‌ای و نکروتیک روی کاسبرگ میوه گوجه فرنگی آلوده به ویروس ToBRFV



شکل ۴- علائم بیماری روگوز روی میوه گوجه فرنگی آلوده به ToBRFV



شکل ۵- علائم تبییک روگوز همراه با لکه های زرد رنگ روی میوه فلفل آلوده به ToBRFV

تشخیص و شناسایی

- ۱- پایش و بررسی گیاهان در گلخانه و در صورت مشاهده هر یک از علائمی که در بالا گفته شد، گیاه مشکوک جهت تشخیص نهایی به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردد.
- ۲- با توجه به این که در مواردی روگوز گوجه فرنگی در گیاه بدون علائم می‌باشد لذا تشخیص دقیق و قابل اطمینان این بیماری تنها با انجام تست های آزمایشگاهی امکان پذیر است که آزمون واکنش زنجیره‌ای پلی مرارز از طریق نسخه برداری معکوس (RT-PCR) ارجحیت دارد.
- ۳- پرایمرها و پروب‌های متنوعی نیز برای شناسایی این ویروس با استفاده از روش های مولکولی RT-PCR و Real time PCR طراحی و سنتز شده‌اند که قابل دسترس می باشد.
- ۴- روش های شناسایی مختلفی برای تشخیص ویروس ToBRFV در بذر و بافت گیاهی وجود دارد. در تست های بیولوژیکی از گیاه محک *Nicotiana tabacum* برای شناسایی این ویروس در عصاره بذر استفاده می شود اما این روش بین این ویروس و سایر ویروس های جنس توباموویروس نظیر TMV و ToMV تمایزی قائل نمی شود. در روش الیزا، با وجود اینکه کیت های تجاری برای تشخیص این ویروس شامل LOEWE- ToBRFV ، Prime Diognistic- ToMV و AGDIA-TMV ، اما فاقد اختصاصیت بوده و نمی توان از آن ها برای تمایز ToBRFV از گونه های نزدیک به آن نظیر TMV و ToMV استفاده کرد. دلیل این امر حفاظت شدگی بالای پروتئین پوششی در توباموویروس ها بوده که منجر به واکنش متقابل آنتی بادی (antibody cross-reactivity) بین گونه های این جنس می شود. بنابراین در صورت مثبت بودن آزمایش، تست های تاییدی مانند تست مولکولی RT-PCR لازم است.

بخش سوم: دستورالعمل اجرایی کنترل

روش های پایش و ردیابی

پایش مستمر و ردیابی مشاهده‌ای در گلخانه‌ها الزامی است. پایش مستمر امکان تشخیص زودهنگام بیماری و جلوگیری از گسترش بیشتر ویروس در گلخانه را فراهم می‌آورد. نمونه برداری از بوته های مشکوک به آلودگی و انجام آزمون RT-PCR توصیه می‌شود.

نمونه برداری

جمع آوری نمونه های گیاهی، به منظور انجام بررسیهای آزمایشگاهی در جهت تشخیص یا حصول اطمینان بیشتر از وضعیت آلودگی/عدم آلودگی بوته ها انجام می شود. نمونه های جمع آوری شده می تواند برگ و یا میوه باشند. توصیه می شود در هنگام نمونه برداری علاوه بر نمونه های با علائم مشکوک، نمونه های بدون علائم نیز جمع آوری شوند. در زیر موارد مهمی که باید در هنگام نمونه برداری مد نظر قرار گیرد آمده است:

برگ: نمونه های برگ باید از رشد کافی برخوردار باشند، به طوری که برگ از لحاظ اندازه به حد طبیعی یک برگ بالغ رسیده باشد. توصیه می شود از تمام قسمتهای بوته نمونه گیری انجام شود و در گلخانه های دارای علائم، از بوته های دارای علائم، به تعداد سه برگ عمدتاً از برگهای بالایی بوته برداشته شوند. نمونه

های برگ‌ها را در داخل پاکتهای نایلونی که درب آنها بسته می‌شود، قرارداده و پس از خارج کردن هوای داخل آن درب آن بسته شود. اطلاعات مربوطه روی پاکت درج شود یا به همراه آن ارسال شود. نمونه‌های برگ‌ها تا زمان انتقال به آزمایشگاه بر روی یخ نگهداری شود.

میوه: توصیه می‌شود نمونه برداری از میوه مشکوک به تنهایی صورت نگیرد، بلکه به همراه یک نمونه جداگانه از برگ‌های مربوط به همان بوته باشد.

توصیه می‌شود نمونه‌ها به هیچ وجه در معرض نور آفتاب قرار نگیرند و در شرایط خنک، مثال روی یخ داخل یخدان نگهداری شوند و از یخ زدن نمونه‌ها نیز جلوگیری شود. نمونه‌ها در اسرع وقت به آزمایشگاه منتقل شوند. در ثبت اطلاعات مربوط به نمونه‌ها توجه به موارد زیر ضروری است:

- نام و مشخصات جمع آوری کننده
- تاریخ جمع آوری
- شماره ی نمونه
- اندام نمونه برداری شده
- گونه و رقم گیاه نمونه برداری شده
- تعداد یا درصد بوته‌های آلوده
- مختصات جغرافیایی محل نمونه
- سطح زیر کشت
- آدرس کامل محل جمع آوری
- نام و مشخصات کشاورز

اقدامات قرنطینه‌ای

برای جلوگیری از انتقال بیماری بایستی از نقل و انتقال بذور و نشاء آلوده جلوگیری به عمل آید. واردات بذر و اندام‌های تکثیری گیاهی بایستی از کشورهای غیر آلوده و یا مناطق عاری از بیماری که توسط کشور مبدأ تأیید شده باشد صورت پذیرد. استفاده از بذور و نشاء سالم و گواهی شده از مهمترین اقدامات پیشگیری کننده از ورود بیماری به منطقه غیر آلوده است. بدیهی است بدون رعایت این موارد، بیماری ویروسی چروکیدگی قهوه‌ای میوه گوجه فرنگی در یک منطقه مستقر و به سرعت گسترش خواهد یافت.

روش‌های کنترل زراعی، مکانیکی و بهداشت گیاهی

همانند سایر ویروس‌های گیاهی ترکیب شیمیایی و یا ضد ویروسی ویژه‌ای که بتواند برای تیمار گیاهان آلوده استفاده شود وجود ندارد. تنها اقدامی که می‌توان در جهت مدیریت این بیماری انجام داد روش‌های پیشگیرانه از قبیل قرنطینه، استفاده از مواد تکثیری اولیه از قبیل بذر و نشاء عاری از آلودگی، معدوم کردن گیاهان آلوده و یا بقایای گیاهی آلوده و رعایت بهداشت به منظور جلوگیری از استقرار آلودگی اولیه و یا گسترش ثانویه آلودگی می‌باشد.

- استفاده از بذور و نشاء عاری از آلودگی

آلودگی اولیه عمدتاً از طریق بذر و نشاء آلوده صورت می‌گیرد. بنابراین اقدامات ذیل می‌تواند به شکستن چرخه آلودگی کمک کند:

- استفاده از بذور گواهی شده و اجباری شدن انجام تست های سلامت بذور
- نظارت بر مراکز تولید نشاء و تهیه نشاء از منابع مطمئن.

- رعایت مسائل بهداشت گیاهی

- محدود کردن رفت و آمد در گلخانه ها و مزارع، به جز کارگران مربوطه که بایستی مقررات بهداشتی را به طور کامل رعایت کنند.
- پرهیز از سورت نمودن و بسته بندی میوه های گوجه فرنگی در نزدیکی مکان های تولید گوجه فرنگی
- بازرسی دقیق و مستمر واحد تولیدی از نظر علائم آلودگی از زمان شروع چرخه کاشت تا برداشت
- شستشوی مرتب دست ها و ضد عفونی وسایل کار در گلخانه و مزارع
- کنترل جابجایی تجهیزات و کارگران بین مزارع و گلخانه ها.
- استفاده از دستکش های یکبار مصرف در گلخانه ها و تعویض آنها در زمان حرکت بین دو گلخانه یا مزرعه
- استفاده از البسه یکبار مصرف در هر بار مراجعه به گلخانه یا مزرعه و امحاء البسه پس از خروج از گلخانه یا مزرعه
- حذف بوته های مشکوک به بیماری (ابتدا تمام بوته را وارد یک کیسه پلاستیکی نموده و پس از کندن بوته، آنرا در کیسه پلاستیکی قرار داده و از گلخانه یا مزرعه خارج شود) و بلافاصله اقدام به امحاء و سوزاندن آنها شود.
- تناوب با یک گیاه غیر میزبان از جمله کدوئیان برای از بین بردن چرخه آلودگی ناشی از بقایای گیاهی آلوده

ریشه کنی

در صورت شناسایی زود هنگام بیماری در یک منطقه، روش ریشه کنی باید مد نظر قرار گیرد. راهکارهای موفقیت آمیز ریشه کنی بیماری در بسیاری از کشورهای اروپایی و ایالات متحده امریکا اجرا گردیده است. ریشه کنی برای محصولات گلخانه‌ای امکان پذیر است و شامل حذف و امحاء بقایای محصول، بسترهای آلی، طناب-های حائل، مالچ ها و غیره می باشد. سپس انجام آفتابدهی Soil-solarization برای ضد عفونی کامل قابل توصیه است. پس از آن تناوب با یک گیاه غیر میزبان از جمله کدوئیان برای از بین بردن چرخه آلودگی ناشی از باقی مانده ها نیز توصیه می شود.

مقاومت میزبان

در حال حاضر همه منابع مختلف مقاومت موجود در گوجه فرنگی و فلفل، در برابر این ویروس بی اثر بوده اند. لذا تا کنون رقم مقاوم به این ویروس گزارش نشده است.

بخش سوم: منابع

- بی نام. ۱۴۰۰. دستورالعمل ردیابی و نمونه برداری بیماری ویروسی چروکیدگی (روگوز) قهوه‌ای میوه گوجه فرنگی (Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)، سازمان حفظ نباتات، معاونت قرنطینه، دفتر پایش و تحلیل خطر (قابل دریافت از سایت سازمان حفظ نباتات. (PPO.ir).
- بی نام. ۱۴۰۱. راهنمای شناسایی و ردیابی بیماری ویروسی چروکیدگی (روگوز) قهوه‌ای میوه گوجه فرنگی و اقدامات بهداشتی در گلخانه‌ها و مزارع گوجه فرنگی و فلفل (Tomato brown rugose fruit virus (ToBRFV)، سازمان حفظ نباتات با همکاری موسسه تحقیقات گیاهپزشکی (قابل دریافت از سایت سازمان حفظ نباتات. (PPO.ir).
- صالح زاده، م. ف. افشاریفر، ع. ر. ف. دهقانپور فراشاه، س. و رضایی، م. ۱۴۰۱. اولین گزارش از وقوع ویروس موزاییک خفیف فلفل در آلودگی مخلوط با ویروس روگوز قهوه‌ای گوجه فرنگی روی فلفل در استان اصفهان. فصلنامه بیماریهای گیاهی، دوره: ۵۷، شماره ۳.
- CABI. 2020. Tomato brown rugose fruit virus (Tomato brown rugose fruit virus). Available in: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.88757522>.
- Camacho-Beltrán, E., Perez-Villarreal, A., Leyva-Lopez, N.A., Rodriguez- Negrete, E.A., Canceros- Ojeda, E.A., and MendezLozano, J.M. 2019. Occurrence of Tomato brown rugose fruit virus Infecting Tomato Crops in Mexico. Disease Notes. Available in: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1974-PDN>
- EPPO. 2020. Data sheets on pests recommended for regulation Tomato brown rugose fruit virus, Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 50 (3), 529–534.
- EPPO. 2020. Pest Risk Analysis for Tomato brown rugose fruit virus (Tobamovirus), 20- 26052.
- EPPO. 2020. Tomato brown rugose fruit virus (TOBRFV). EPPO global datasheet. Available in: <https://gd.eppo.int/taxon/TOBRFV/datasheet>.
- EPPO. 2021. Tomato brown rugose fruit virus. PM 7/146 (1). Bulletin OEPP/EPPO Bulletin, 51(1), 178–197.
- Esmailzadeh, F. and Koolivand, D. 2022. Occurrence of tomato brown rugose fruit virus in tomato in Iran. SpringerLink. Journal of plant pathology, 104, 457. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s42161-021-01009-7>.
- Ghorbani, A., Rostami, M., Seifi, S. and Izadpanah, K. 2021. First report of Tomato brown rugose fruit virus in greenhouse tomato in Iran. New Disease Reports 44(2): e12040.
- Levitzky, N., Smith, E., Lachman, O., Luria, N., Mizrahi, Y., Bakelman, H., Sela, N., Laskar, O., Milrot, E., and Dombrovsky, A. 2019. The bumblebee *Bombus terrestris* carries a primary inoculum of Tomato brown rugose fruit virus contributing to disease spread in tomatoes. Plos One 14 (1).
- Ling, K. S., Tian, T., Gurung, S., Salati, R., and Gilliard, A. 2019. First report of Tomato brown rugose fruit virus infecting greenhouse tomato in the United States. Disease Notes. Available in: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-18-1959-PDN>
- Luria, N., Smith, E., Reingold, V., Bekelman, I., Lapidot, M., Levin, I., Elad, N., Tam, Y., Sela, N., Abu-Ras, A., Ezra, N., Haberman, A., Yitzhak, L., Lachman, O., and Dombrovsky, A. 2017. A New Israeli tobamovirus isolate infects tomato plants harboring Tm2 (2) resistance genes. Plos One 12 (1).
- Panno, S., Caruso, G., and Davino, S. 2019. First Report of Tomato Brown Rugose Fruit Virus on Tomato Crops in Italy. Disease Notes. Available in: <https://doi.org/10.1094/PDIS-12-18-2254-PDN>.
- Salem, N., Mansour, A., Ciuffo, M., Falk, B., and Turina, M. 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordon. Archives of Virology 161:503-506.