

Short article

Evaluating the antiviral efficacy of Fiscion 0.1% SL against *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) in Greenhouse Tomatoes

TABASOM GHOTBI (ORCID 0009-0003-3642-4243)

Plant Virology Department, Iranian Research Plant Protection, Research and Education Center, AREEO, Tehran, Iran

Abstract

Tomato spotted wilt virus (TSWV) is a significant and damaging pathogen in global tomato production. With a broad host range and natural transmission by thrips, TSWV causes severe symptoms, including dark brown lesions and necrotic tissue on fruit. Current management strategies are limited to thrips control and roguing infected plants, highlighting the need for effective antiviral solutions. This study investigated the efficacy of the plant antiviral compound Fiscion 0.1% SL in inhibiting TSWV activity and replication within tomato plants. Trials were conducted under both research and commercial greenhouse conditions in Qazvin and Alborz provinces. A randomized complete block design was employed with five treatments and four replications: Fiscion 0.1% SL at 2.5 L/ha, Fiscion 0.1% SL at 2.0 L/ha, Fiscion 0.1% SL at 1.5 L/ha, Control (water spray only) and absolute control (no spray). The antiviral was applied filially to adult plants in three stages: at bud opening, after flower drop/fruit formation, and 2-3 weeks after the second application. Disease severity and infection percentage were evaluated 14 and 35 days after the final spray. Additionally, viral infection was quantitatively assessed via ELISA using virus-specific antiserum. Data analysis revealed that the 2.0 L/ha dose was the most effective treatment. It demonstrated a 78.44% efficacy in reducing infection rates and a 66.57% reduction in disease severity compared to the control. Based on these results, the application of Fiscion 0.1% SL at a concentration of 2.0 L/ha is recommended for the management of TSWV upon initial symptom observation in greenhouse tomato crops.

Key word: TSWV, Tomato, Physcion 0.1% SL, Virocide, management

مقاله کوتاه

ارزیابی کارایی ترکیب فیسپون ۰/۱ درصد اس ال در کنترل ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی در گیاه

گوجه‌فرنگی

تبسم قطبی

مریی پژوهش، بخش تحقیقات ویروس شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشر، سازمان تحقیقات

آموزش و ترویج کشاورزی، تهران. ایران.

چکیده: ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (*Tomato spotted wilt virus*) از جمله عوامل مهم و خسارت‌زا در تولید گوجه‌فرنگی است. این ویروس دامنه میزبانی وسیعی دارد و در طبیعت توسط حشره تریپس منتقل می‌شود. این ویروس روی میوه گوجه‌فرنگی لکه‌های قهوه‌ای تیره و بافت مرده ایجاد می‌کند. در حال حاضر، تنها راه مدیریت این بیماری، مبارزه با تریپس به عنوان ناقل و حذف گیاهان آلوده به ویروس است. در این تحقیق، اثر ترکیب ضدویروس گیاهی فیسپون ۰/۱ درصد اس ال (Physson 0.1% SL)، بر روی آلودگی گوجه‌فرنگی به TSWV در گلخانه تحقیقاتی و محل کشت گلخانه بهره‌بردار در استان‌های قزوین و البرز بررسی شد. در شرایط کشت گلخانه بهره‌بردار، آزمون در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار و هر تیمار در چهار تکرار شامل: ضدویروس گیاهی فیسپون در سه سطح (۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار)، شاهد با آب پاشی و شاهد بدون آب‌پاشی طراحی و اجرا شد. ترکیب ضدویروس در گیاه بالغ طی سه مرحله، هم‌زمان با بازشدن جوانه‌ها، بعد از ریزش گل‌ها و تشکیل میوه و دو تا سه هفته پس از سم‌پاشی نوبت دوم محلول‌پاشی شد. ۱۴ و ۳۵ روز پس از آخرین محلول‌پاشی با ترکیب ضدویروس، شدت علائم و درصد آلودگی ارزیابی شد. در ضمن، میزان آلودگی به ویروس نیز با آزمون ELISA با آنتی‌سرم اختصاصی ویروس مورد سنجش قرار گرفت. ارزیابی میانگین داده‌ها نشان داد که، دوز ۲ در هزار این ترکیب با ۷۸/۴۴ درصد اثربخشی نسبت به شاهد و با ۶۶/۵۷٪ کاهش شدت بیماری نسبت به شاهد بیشترین کارایی را دارد. بنابراین ترکیب ضدویروس فیسپون با دوز ۲ در هزار جهت کنترل بیماری TSWV در گیاه کامل و به محض مشاهده علائم پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: TSWV، گوجه‌فرنگی، فیسپون، ضدویروس، مدیریت

مقدمه

گوجه‌فرنگی یکی از گیاهان پراهمیت در تمام فصول سال در دنیاست که عوامل مختلفی مانند بیماری‌های ویروسی باعث ایجاد خسارت در این گیاه می‌شوند. گزارش‌های متعددی در دنیا از آلودگی گوجه‌فرنگی به ویروس و خسارات ناشی از آن وجود دارد که علاوه بر کاهش کیفیت محصول منجر به عدم تولید میوه، کوتولگی گیاه یا مرگ آن می‌شود (Moritz *et al.*, 2004). ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (*Tomato spotted wilt virus* (TSWV) متعلق به جنس *Orthotospovirus* و خانواده *Tospoviridae* که سبب خسارات فراوانی در محصولات زراعی، باغی و زینتی می‌شود. این ویروس با دامنه میزبانی وسیعی که دارد با شیره گیاه آلوده به روش‌های مکانیکی و توسط حشره تریپس منتقل می‌شود (Rielly *et al.*, 2011). TSWV با آلوده کردن بیش از ۱۱۰۰ گونه از ۸۵ خانواده گیاهی بیشترین دامنه میزبانی در بین ارتوتوسپوویروس‌ها را دارد (Bald *et al.*, 2017). این بیماری ویروسی اولین بار در سال ۱۹۱۵ از استرالیا گزارش شد (Brittleblank 1919). ویروس TSWV سه ویژگی خاص شامل ژنوم آمبی‌سنس، پیکره کروی دارای غلاف (envelope) حاوی گلیکوپروتئین و انتقال توسط حشره تریپس (Tysanoptera: Thripidae) به خصوص تریپس پیاز (*Thrips tabaci*) دارد (Peters *et al.*, 1998). این ویروس نخستین بار در ایران از گیاه گوجه‌فرنگی در ورامین گزارش شد (Bananej *et al.*, 1996). آلودگی گوجه‌فرنگی به TSWV با علائم کوتولگی به ویژه در گیاهان جوان، لکه‌های حلقوی زرد یا بافت مرده روی برگ‌ها و میوه‌ها، بدشکلی میوه و افت کمیت و کیفیت محصول گوجه‌فرنگی از سراسر دنیا گزارش شده است (Sherwood *et al.*, 2003). هشت گونه تریپس ناقل TSWV در دنیا گزارش شده‌اند، که تریپس پیاز (*T. tabaci*) و تریپس غربی گل (*Frankniella occidentalis*) مهمترین آنها

می‌باشند. تمامی ارقام گوجه‌فرنگی به ارتوتوسپوویروس TSWV آلوده می‌شوند (Koike and Davis, 2016). میزان خسارت ناشی از این بیماری ویروسی در محصولات مختلف ۱۰۰-۱/۲ درصد متغیر است. تاکنون تنها روش‌های پیشگیری از شیوع بیماری‌های ویروسی شامل: رعایت موارد بهداشتی، کنترل ناقلین، حذف گیاهان آلوده، استفاده از بذور و پایه‌های مادری سالم بوده است و ترکیبی به عنوان کنترل کننده بیماری‌های ویروسی در کشور ثبت و مصرف نشده است.

استفاده از فرآورده‌هایی با پایه عصاره‌های گیاهی، مصارف دیرینه داشته و به عنوان دارو مصرف می‌شده‌اند. فسیون دارای گواهی مصرف در کشت‌های اورگانیک است. عصاره‌های گیاهی چندین اثر مستقیم یا جنبی در زمینه مصرف درمانی، بهداشتی و یا آفتکشی دارند. Phycion 0.1% SL یک قارچ‌کش گیاهی جدید و ضدویروس است، که از عصاره‌های خالص ریشه، پوست و برگ خشک گیاهان ریواس (*Rheum ribes* L. (Polygonaceae) سنجد تلخ (*Hippophae rhamnoides* L. (Elaeagnaceae) سنا (*Prunus spinosa* L. (Fabaceae) آلو سیاه، *Cassia* sp. L. (Rosaceae) و آش انگور (*Rhamnus cathartica* L. (Rhamnaceae) به دست می‌آید (Singht *et al.*, 2024). این عصاره دارای ماهیت پروتئینی بوده و می‌تواند ویروس را غیرفعال کرده و با مهار رونویسی ژنوم ویروس‌ها مانع از تکثیر آنها شود. از آنجاییکه این فرمولاسیون غنی از اسیدهای آمینه است، با افزایش مواد مغذی در گیاه، می‌تواند مقاومت گیاه را فعال کند. این محصول هیچ سمیتی ندارد و برای محیط زیست آلودگی عمومی ایجاد نمی‌کند، بدون باقی‌مانده بوده می‌تواند در تولید سبزیجات تازه‌خوری ارگانیک مورد استفاده قرار گیرد (Beijing Kingbo catalog). این ترکیب ضدویروس گیاهی از وقوع بیماری‌های ویروسی مختلف در بسیاری از محصولات به

ویژه سبزیجات، میوه‌ها، گل‌ها، درختان، چای و گندم پیشگیری کند. همچنین با ایجاد پاسخ‌های دفاعی فعال در گیاهان زراعی، مانع جوانه‌زنی اسپورها، رشد هیف‌ها و تشکیل هوستوریوم قارچ‌ها می‌شود. *PHYSICION 0.1%* به تازگی توسط شرکت بیجینگ کینگ بو بیوتکنولوژی چین توسعه داده تولید شده است. تغییر فرمولاسیون و غلظت فیسین در نحوه تاثیر آن موثر بوده است. مثلاً در غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۸ درصد خاصیت قارچ‌کشی و در غلظت ۰/۱ درصد خاصیت کنترل و مهار عوامل بیماری‌زای ویروسی گیاهی را دارد (Beijing Kingbo catalog). لذا بررسی تاثیر این ترکیب گیاهی به عنوان کنترل کننده تکثیر ویروس در مدیریت این ویروس در گوجه‌فرنگی با مصرف تازه‌خوری از اهمیت زیادی برخوردار است. با توجه به اینکه عصاره‌های گیاهی پسماند ندارند (کمتر از ۰/۰۰۵٪) در این تحقیق ترکیب فیسین ۰/۱ درصد به عنوان ضدویروس جدید گیاهی، در مهار ویروس TSWV در گیاه گوجه فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

در این تحقیق اثر ترکیب فیسین بر فعالیت و تکثیر ویروس TSWV در بافت گیاه گوجه‌فرنگی در دو بخش شرایط گلخانه تحقیقاتی و محل کشت گلخانه بهره‌بردار بررسی شد:

الف) در شرایط گلخانه تحقیقاتی ابتدا گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در سن ۶-۴ برگی یک روز قبل از مایه‌زنی با ویروس توسط ترکیب فیسین با غلظت‌های ۰/۵، ۲، ۲/۵ در هزار تیمار شدند. سپس نمونه خالص بیولوژیک جدایه TSWV از کاهوی البرز موجود بر روی فلفل (*Capsicum annum*) در گلخانه تحقیقاتی، به وسیله بافر فسفات پتاسیم ۰/۰۱ مولار حاوی آنتی اکسیدان Na_2SO_3 نیم درصد $\text{pH}=7$

بر روی این گیاهان مایه‌زنی شد. برای هر غلظت یک گلدان به عنوان شاهد در نظر گرفته شد، که توسط بافر مایه‌زنی شد. سپس گلدان‌های مورد بررسی به ترتیب یک و دو روز پس از مایه‌زنی ویروس با ترکیب ضدویروس فیسین تیمار شدند. بررسی‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و استفاده از ترکیب فیسین در سه سطح (۲/۵، ۲ و ۱/۵ لیتر در هکتار) و شاهد بدون استفاده از ضدویروس با آب‌پاشی و یک شاهد بدون آب‌پاشی انجام گرفت. بررسی شاخص‌های بیولوژیکی در گیاهان بعد از مایه‌زنی جدایه ویروس صورت گرفت. از آنجایی‌که نمره‌دهی بر اساس بروز علائم سیستمیک در گیاه می‌باشد، شدت بیماری بر اساس علائم بیماری یک‌ماه پس از مایه‌زنی بر اساس فرمول زیر تعیین شد (Yang et al., 1996):

درصد شدت بیماری = {مجموع (تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه × درجه بیماری مربوط به هر نمونه) / حداکثر درجه آلودگی × تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار} × ۱۰۰

درجه صفر-بدون علائم (بدون آلودگی)، درجه ۱- لکه‌های برگی یا موزاییک خفیف، درجه ۲- موزاییک برگی شدید، درجه ۳- موزاییک شدید، نکروز و بدشکلی میوه‌ها نمونه‌برداری‌ها ۱۴ و ۳۵ روز پس از مایه‌زنی با ویروس انجام شد، نمونه‌های دارای علائم در آزمون سرولوژیک DAS-ELISA با استفاده از آنتی‌بادی‌های چندمسانه‌ای تجاری تولید شده علیه این ویروس ساخت شرکت Bioreba سوئیس با غلظت توصیه شده، بررسی شدند (Clark and Adams, 1977). بر اساس نتایج حاصل از آزمون الایزا، نمونه‌هایی که میزان جذب نور چاهک مربوطه‌شان مساوی یا بیش از ۳ برابر میانگین جذب نور چاهک‌های سالم بود، به عنوان آلوده در نظر گرفته شدند. **ب) در شرایط گلخانه بهره‌بردار** در دو استان قزوین و البرز، کاشت بذور و تهیه نشاء به روش عرف هر منطقه

پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری لکه پژمردگی گوجه فرنگی برای هر کرت مقادیر مربوطه در برنامه آماری SAS (v. 9.1) تجزیه واریانس شدند و با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها، میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

بیماری‌های ویروسی هر ساله باعث کاهش قابل توجهی در عملکرد محصولات کشاورزی و باغی در سراسر دنیا می‌شوند. بیش از ۲۵ خانواده ویروس گیاهی قادر به آلودگی طیف وسیعی از گیاهان در سطح جهان هستند، که منجر به خسارت اقتصادی بالایی می‌شوند (He and Anderson et al., 2004; Noman et al., 2017; Krainer 2020).

روش‌های رایج برای مدیریت سایر میکروارگانیسم‌ها برای درمان گیاهان آلوده به ویروس موثر نیست. در حال حاضر، پیشگیری از بروز بیماری و شناسایی به موقع، بهترین روش مدیریت بیماری‌های ویروسی گیاهی محسوب می‌شود. امروزه کاربرد ترکیبات میکروبی مفید برای مدیریت بیماری‌های ویروسی مورد توجه قرار گرفته است. اهمیت ریزوباکترهای محرک رشد، باکتری‌های اندوفیت، اکتینومیسیت‌ها، قارچ‌ها و مکانیسم‌های احتمالی آنها برای حذف آلودگی‌های ویروسی در گیاهان از طریق دگرپادی، تجمع آنزیم‌های دفاعی و ترکیبات فنلی لپوپپتیدها، پروتئاز و فعالیت RNase در برابر آلودگی به ویروس‌های گیاهی بررسی شده است (Manjunatha et al., 2022).

استفاده از روش‌های کنترل شیمیایی برای مدیریت ویروس‌ها ناموفق است. تاکنون تنها روش‌های مدیریت اقدامات پیشگیرانه با روش‌های زراعی تغییر تاریخ کاشت و کنترل ناقل بوده است. از راه‌های دیگر کنترل بیماری‌های ویروسی استفاده از ترکیباتی است، که می‌تواند گیاه را در مقابل عوامل بیمارگر ویروسی مقاوم سازند. مقاومت

انجام گرفت. در یک گلخانه نیز بذور ضدعفونی شده با سم تیومتوکسام به منظور کنترل حشره تریپس به عنوان ناقل ویروس کشت شد. هر کرت دارای ۶ ردیف کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر و به طول ۱۰ متر بوده و نشاها روی ردیف با فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت شدند. در این بررسی هر تکرار شامل ۴ بوته گوجه‌فرنگی بود. بین ردیف‌های مورد آزمایش یک ردیف بدون تیمار جهت اجتناب از تاثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد. تیمارها با استفاده از سم‌پاش لانس‌دار محلول پاشی شدند. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از، ترکیب ضدویروس گیاهی فیسویون به میزان ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار و شاهد بدون استفاده از ترکیب ضدویروس... بازدید هفتگی و انجام نمونه‌برداری از گلخانه‌های گوجه‌فرنگی در استان‌های البرز و قزوین طی فصل رشد برای بررسی میزان آلودگی به ویروس صورت گرفت. بدین منظور نمونه‌های دارای علائم ویروسی با لکه‌های قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره و نواحی بافت مرده برگ در برگ گوجه‌فرنگی پس از جمع‌آوری، در مجاورت یخ به آزمایشگاه ویروس‌شناسی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور منتقل و آلودگی این نمونه‌ها به ویروس TSWV با روش سرولوژیک DAS-ELISA بررسی شدند.

تعیین درصد آلودگی - برای تعیین درصد وقوع بیماری از برگ‌های پایینی هر یک از بوته‌های یک کرت ۱۰۰ برگ چیده و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه درصد وقوع بیماری در نمونه‌ها بر اساس تعداد بوته‌های دارای علائم و فاقد علائم بیماری ویروسی پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی طبق فرمول زیر محاسبه شد. برای تعیین میزان آلودگی هر تیمار به ویروس TSWV، نمونه‌ها توسط آزمون الایزا مورد بررسی قرار گرفتند. همچنین از آنجایی که هدف مقایسه غلظت‌های مختلف از ترکیب مورد بررسی با یکدیگر بود، درصدگیری به کل انجام گرفت.

فاقد هر گونه باقیمانده در محصولات کشاورزی و محیط زیست است. تاکنون کاربرد آن، برای کنترل بیماری های ویروسی و سوختگی فلفل، کتان، گوجه فرنگی و هندوانه، بیماری های ویروسی و بلایت سیاه ساقه توتون و شانکر و زخم های موضعی درختان میوه موفقیت آمیز بوده و به طور همزمان به رفع نیاز گیاهان به کلسیم هم کمک می کند (Beijing Kingbo catalog). در این تحقیق نتایج تجزیه واریانس داده های درصد وقوع و درصد شدت بیماری روی برگ گوجه فرنگی در شرایط گلخانه تحقیقاتی نشان داد، که اثر تیمارها در کاهش بیماری نسبت به شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی دار بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها از نظر درصد آلودگی برگ با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که تمامی دوزهای مصرفی ضد ویروس گیاهی فیسون نسبت به شاهد توانسته اند کاهش معنی داری را از نظر درصد وقوع و درصد شدت بیماری ایجاد کنند (جدول ۲). کمترین میزان شدت بیماری (۱۱/۷۵) و وقوع بیماری (۲۷/۵۰) مربوط به دوز ۲ در هزار بود، که در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. نتایج نشان داد که تمام تیمارها در کاهش غلظت ویروس موثر بوده و با بهبود صفات زراعی در گیاهان تیمار شده با این ترکیبات در مقایسه با گیاهان شاهد که فقط با ویروس مایه زنی شده بودند تطابق داشت. مشخص شد تیمار دوز ۲ در هزار علیه TSWV بهترین اثر را داشت.

سیستمیک اکتسابی (Systemic Resistance Acquired-SAR) باعث مقاومت طولانی مدت به آلودگی های ثانویه طیف وسیعی از بیمارگرها مانند ویروس ها، باکتری ها و قارچ ها می شود، که به علت تجمع بالای سالیسیلیک اسید در سلول بعد از حمله عامل بیماریزا ایجاد می شود. بدنبال آن پروتئین های وابسته با بیماریزایی (PRS) در سلول بوجود می آیند (Durrant et al., 2004).

فیسون ماده موثره ضد ویروس مورد بررسی در این تحقیق، از گیاه ریواس استخراج می شود. ریواس در چین به علت خاصیت ضد التهابی، ضد باکتری، مفید برای کبد و کلیه، کمک به هضم، کاهش کلسترول، ضد سرطان و موثر در درمان بیماری های عروق مغزی در چین به عنوان گیاه دارویی کاربرد دارد. عصاره ریواس شامل بیش از هشتاد نوع از ترکیبات مختلف، مانند آنتراکینون ها، استیلین، تانن ها، کتون ها، پلی ساکاریدها، مشتقات نفتالین، اسیدهای چرب، الکل های چرب، استرول ها و همچنین پتاسیم، منیزیم، لانتان، مس، منگنز و عناصر کمیاب است. ماهیت پروتئینی این عصاره، با غیرفعال کردن ویروس و جلوگیری از تکثیر آن، مقاومت گیاه را فعال می کند. این فرمولاسیون غنی از اسیدهای آمینه همچنین قادر به تقویت گیاه می باشد که به عنوان یک قارچ کش، ضد ویروس گیاهی جدید توسط شرکت کینگ بو کشور چین عرضه شده است، که از عصاره علف های مختلف چینی تولید می شود. این ترکیب ضد ویروس علیه رگم کارایی بالا برای مدیریت بیماری های ویروسی مختلف در اکثر محصولات زراعی،

جدول ۱- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری در اثر TSWV در شرایط گلخانه تحقیقاتی

Table 1. Analysis of variance of disease severity and incidence of TSWV in research greenhouse

Sources of changes	degree of freedom	Disease severity percentage		Disease incidence rate	
		mean square	F Value	mean square	F Value
Treatment	4	56.01	332.28*	425.75	141.38*
Block	3	0.27	1.65	18.76	6.22
Error	12	0.16	-	3.01	-
Total	19	-	-	-	-
Change Tax (%)	-		3.82		3.72

*Significant at the five percent probability level

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری در اثر TSWV در شرایط گلخانه تحقیقاتی

Table 2. Means comparison of disease severity and incidence of TSWV in research greenhouse

Treatment	Average percentage of disease severity*	Effectiveness percentage (relative to control)	Average percentage of disease incidence*
2/1000	11.75 d	78.44	27.50 g
2.5/1000	18.75 c	66.59	36.75 f
1/1000	25 b	54.13	42.25 e
Control (with water spraying)	54 a	-	72.80 a
Control (without water spraying)	54.50 a	-	73.00 a

*Means that have at least one letter in common do not differ significantly (Duncan test at the 5% probability level)

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی تیمارها در گلخانه بهره‌بردار استان قزوین (آبیک) و البرز نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در مقایسه با شاهد معنی‌دار است (جدول ۳ و ۵). مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و وقوع بیماری نشان داد کلیه دوزهای ضد ویروس مورد بررسی در گروه متفاوتی از شاهد قرار گرفتند ($P=5\%$). کمترین میزان درصد شدت بیماری در استان قزوین (۶/۲۵) و البرز (۵/۰۰) مربوط به دوز ۲ در هزار بود، که در بالاترین گروه آماری قرار گرفت. به این ترتیب بیشترین کارایی در کاهش درصد شدت بیماری نسبت به شاهد نیز با ۶۶/۵۷٪ در استان قزوین و ۶۳/۵۰٪ در استان البرز مربوط به دوز ۲ در هزار بود (جدول ۴ و ۶).

جدول ۳- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری و ویروسی پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (قزوین)

Table 3. Analysis of variance of disease severity and incidence of TSWV in greenhouse condition (Qazvin)

Sources of changes	degree of freedom	Disease severity percentage		Disease incidence rate	
		mean square	F Value	mean square	F Value
treatment	4	51.01	278.33*	491.01	108.50*
Block	3	0.45	2.08	17.04	4.10
Error	12	0.25	-	4.16	-
Total	19	-	-	-	-
Change Tax (%)	-		4.750		4.04

*Significant at the five percent probability level

جدول ۴- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری و ویروسی پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (قزوین)

Table 4. Means comparison of disease severity and incidence of TSWV in greenhouse condition (Qazvin)

Treatment	Average percentage of disease severity*	Effectiveness percentage (relative to control)	Average percentage of disease incidence*
2/1000	6.25 d	66.57	34.25 c
2.5/1000	7.00 d	62.56	35/00 c
1/1000	8.25 b	61.22	43/50 f
Control (with water spraying)	12.5 a	-	64/92 e
Control (without water spraying)	12.70a	-	64.00 e

*Means that have at least one letter in common do not differ significantly (Duncan test at the 5% probability level)

جدول ۵- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری ویروسی پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (البرز)

Table 5. Analysis of variance of disease severity and incidence of TSWV in greenhouse condition (Alborz)

Sources of changes	degree of freedom	Disease severity percentage		Disease incidence rate	
		mean square	F Value	mean square	F Value
treatment	4	53.12	241.22*	473.91	113.90*
Block	3	0.32	1.82	19.02	6.28
Error	12	0.22	-	3.26	-
Total	19	-	-	-	-
Change Tax (%)	-	4.90		4.21	

*Significant at the five percent probability level

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری ویروسی پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (البرز)

Table 6. Means comparison of disease severity and incidence of TSWV in greenhouse condition (Alborz)

Treatment	Average percentage of disease severity*	Effectiveness percentage (relative to control)	Average percentage of disease incidence*
2/1000	5.00 f	63.50	33.00 e
2.5/1000	5.30 f	61.31	34.00 e
1/1000	6.25 b	54.35	41.25 d
Control (with water spraying)	13.00 a	-	58.5 c
Control (without water spraying)	13.50 a	-	59.75 c

*Means that have

at least one letter in common do not differ significantly (Duncan test at the 5% probability level)

در هزار ترکیب فیسین در گوجه فرنگی‌ها بود. در جوانه‌های جدید رشد کرده و برگ‌های جدید که از پایین گیاه جوانه زده بودند و با ضدویروس تیمار نشده بودند، علایم مشاهده شد. در اثر استفاده از این ترکیب، در برگ‌های جدید بوته‌های به شدت آلوده علایم با شدت کمتری مشاهده شد، ولی در برگ‌هایی که با ترکیب مورد نظر تیمار شدند هیچ علایمی دیده نشد.

اثر ترکیب در گلخانه‌های بهره‌بردار نسبت به گلخانه تحقیقاتی بیشتر بود، ولی بطورکلی، این ترکیب در تمام موارد با دوز دو در هزار بهترین نتیجه را در کاهش بیماری داشت. با اینکه در شرایط گلخانه بهره‌بردار نتایج دوزهای دو در هزار و ۲/۵ در هزار تفاوت معنی داری نداشت، بدیهی است کاربرد دو در هزار که توسط شرکت سازنده

ارزیابی میانگین‌ها در آزمایش نشان داد که ویروس‌کش فیسین در دوزهای ۲/۵ در هزار و ۲ در هزار از کارایی قابل قبولی در کنترل بیماری پژمردگی لکه‌ای گوجه فرنگی برخوردار می‌باشد. اما با توجه به اینکه کارایی دوز ۲ در هزار با دوز حداکثر ۲/۵ در هزار تفاوت محسوسی نداشته بدون اختلاف آماری معنی‌دار با دوز ۲/۵ در هزار در یک گروه آماری قرار گرفت و از طرفی دوز ۲ در هزار، دوز پیشنهادی شرکت متقاضی ثبت این ضدویروس است، بنابراین ترکیب ضدویروس گیاهی فیسین با دوز ۲ در هزار برای مصرف جهت کنترل بیماری TSWV پیشنهاد می‌شود. نکته قابل توجه در هر دو گلخانه قزوین و البرز، از بین رفتن علایم واضح آلودگی به ویروس TSWV شامل نکروز، موزایک و پیچیدگی ۲ ماه پس از مصرف دوز ۲

سپاسگزاری

پژوهش حاضر حاصل از پروژه تحقیقاتی انجام شده در موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور به شماره مصوب ۰۲۰۰۱۱ می باشد. بدینوسیله از مساعدت بخش تحقیقات ویروس شناسی موسسه در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می شود.

نیز توصیه شده است، استفاده شود. ترجیحا با محلول پاشی در اولین مراحل بروز علائم بیماری بطور کامل و یکنواخت و سپس دو هفته پس از آن، نتیجه مطلوبتری بدست خواهد آمد. این ترکیب به علت گیاهی بودن، قابلیت اختلاط با اکثر آفتکش ها و کودها را دارد و بدون باقیمانده در محصولات و محیط زیست می باشد.

References:

- AGRIOS, G.N. 1997. Plant Pathology. Academic Press. 635P.
- ANDERSON, P.K., CUNNINGHAM, A.A., PATEL, N.G., MORALES, F.J., EPSTEIN, P.R. & DASZAK, P. 2004. Emerging infectious diseases of plants: Pathogen pollution, climate change and agrotechnology drivers. Trends in Ecology & Evolution, 19: 535-544. DOI: 10.1016/j.tree.2004.07.021.
- BALD-BLUME, N., BERGERVOET, J.H. & MAISS, E. 2017. Development of a molecular assay for the general detection of tospoviruses and the distinction between tospoviral species. Archives of virology. 162: 1519-1528. DOI:10.1007/s00705-017-3256-x
- BANANEJ, K., AHOONMANESH, A., SHAHRAEEN, N., & LESMAN, D.E. 1996. Isolation and characterization of tomato spotted wilt virus from Varamin tomato fields. Iranian journal of plant Pathology, 32 (1,2): 44.
- BEIGING KINGBO BIOTECH CO., Ltd. Physcion 0.1% AS (Virucide). Product catalog. https://en.kingbo.com.cn/product_detail/32.html
- BRITTLEBLANK, C.C. 1919. Tomatoes diseases. Journal of the department of Agriculture, Victoria. 17,231-235.
- CLARK, M.F. & ADAMS, A.N. 1977. Characteristics of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for the detection of plant viruses. Journal General of Virology, 34 (3): 475-83. DOI: 10.1099/0022-1317-34-3-475.
- HE, S., & KRAINER, K.M. 2020. Pandemics of people and plants: Which is the greater threat to food security. Molecular Plant Pathology, 13: 933-934. doi: 10.1016/j.molp.2020.06.007.
- KOIKE, S.T. & DAVIS, R.M. 2016. UC IPM: UC Management Guidelines for Tospoviruses on Lettuce. UC IPM Pest Management Guidelines: Lettuce UC ANR Publication 3450. Agriculture and Natural Resources, University of California.
- MANJUNATHA, L., RAIASHEKARA, H., UPPALA, L.S., AMBIKA, D.S., PATIL, B., SHANKARAPPA, K.S., NATH, V.S., KAVITHA, T.R. & MISHRA, A.K. 2022. Mechanisms of Microbial Plant Protection and Control of Plant Viruses, 11(24): 3449. <https://DOI.org/10.3390/plants11243449>.
- MORITZ, G., KUMM, S. & MOUND, L. 2004. Tospovirus transmission depends on thrips ontogeny. Virus Research, 100:143-149. DOI: 10.1016/j.virusres.2003.12.022.
- NOMAN, A., AQEEL, M., JAVED, M.T., ZAFAR, S., ALI, Q., ISLAM, W., IRSHAD, M.K., BURIRO, M., KANWAL, H., & KHALID, N. 2017. Histological changes in *Hibiscus rosasinensis* endorse acclimation and phytoremediation of industrially polluted sites. Journal of Animal and Plant Sciences, 27: 1637-1648.
- PETERS, D., LOOMANS, A., NAGATA, T., WIKAMP, I. & VAN DE WETERING, F. 1998. Methods to rear and maintain thrips in tospovirus transmission studies. Invertebrates' captivity conference Tucson, Arizona, 152-159. DOI:10.1603/IPM10020.
- RIELLY, D.G., JOSEPH, S.V., SRINIVASAN, R. & DIFFIE, S. 2011. Thrips vectors of tospoviruses. Journal of integrated pest management, 2: (11). 110. <https://doi.org/10.1603/IPM10020>.
- SHERWOOD, J.L., GERMAN, T.L., MOYER J.W. & ULLMAN, D.E. 2003. Tomato spotted wilt virus. The Plant Health Instructor, 03. DOI: 10.1094/PHI-I-2003-0613-02.
- SINGH, S., MURTI, Y. & SEMWAL B. 2024. Antiviral activity of natural herbs and their isolated bioactive compounds: A review. Combinatorial chemistry & high throughput screening, 27(14): 2013-2042. <https://DOI.org/102174/0113862073267048231027070537>
- YANG X., LIANG, K.Y. & TIEN, P. 1996. Resistance of tomato infected with cucumber mosaic virus satellite RNA to potato spindle tuber viroid. Journal article: Annals of Applied Biology, 129(3): 543-551