



Short article

Evaluating the antiviral efficacy of Fiscion 0.1% SL against *Tomato spotted wilt virus* (TSWV) in Greenhouse TomatoesTABASOM GHOTBI[✉] 

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

(Received: Nov 2025; Accepted: May 2026)

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

✉ tghotbi@yahoo.com

©2026, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution [License \(http://creativecommons.org/licenses/by/4.0\)](http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)



مقاله کوتاه

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

تبسم قطبی 

مری پژوهش، بخش تحقیقات ویروس شناسی گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران. ایران

(تاریخ دریافت: آبان ۱۴۰۴؛ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۴۰۵)

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 فسیون 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 فسیون در سه سطح ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر در هکتار، شاهد با آب‌پاشی و شاهد بدون آب‌پاشی طراحی و اجرا شد. ترکیب ضدویروس در گیاه بالغ طی سه مرحله، هم زمان 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 آنتی سرم 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 فسیون با دوز ۲ در هزار جهت کنترل بیماری TSWV در گیاه کامل و به محض مشاهده علائم پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: TSWV، ضدویروس، فسیون، گوجه‌فرنگی، 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 Blume 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 علایم 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 (*Frankliniella 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. فیسون دارای گواهی مصرف در کشت‌های اورگانیک است. عصاره‌های گیاهی چندین اثر مستقیم یا جنبی در زمینه مصرف درمانی، بهداشتی و یا آفتکشی دارند. Physcion SL 0.1% 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* (Elaeagnaceae) *ramnoides* L. سنا *Cassia* sp. L. (Fabaceae)، آلو سیاه *Prunus spinosa* 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

بررسی شاخص‌های بیولوژیکی در گیاهان بعد از مایه‌زنی جدایه ویروس صورت گرفت. از آنجایی که 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 برگ‌ری یا موزاییک خفیف، درجه ۲- موزاییک برگ‌ری 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 چندهمسانه‌ای 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.

در شرایط گلخانه بهره‌بردار در دو استان قزوین و البرز، کاشت بذور و تهیه نشاء به روش عرف هر منطقه 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 نشاء 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 فسیون به میزان

اسپورها، رشد هیف‌ها و تشکیل هوستوریوم قارچ‌ها می‌شود. PHYSICION 0.1% SL به تازگی توسط شرکت بیجینگ کینگ بو بیوتکنولوژی چین توسعه داده تولید شده است. تغییر فرمولاسیون و غلظت فسیون 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 فسیون ۰/۱ درصد به عنوان ضدویروس جدید گیاهی، در مهار ویروس TSWV در گیاه گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار گرفت.

روش بررسی

در این تحقیق اثر ترکیب فسیون بر فعالیت و تکثیر ویروس TSWV در بافت گیاه گوجه‌فرنگی در دو بخش شرایط گلخانه تحقیقاتی و محل کشت گلخانه بهره‌بردار بررسی شد: در شرایط گلخانه تحقیقاتی ابتدا گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی در سن ۶-۸ برگ یک روز قبل از مایه‌زنی با ویروس توسط ترکیب فسیون با غلظت‌های ۰/۵، ۲، ۵/۲ 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 Na₂SO₃ نیم درصد pH=۷ 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 فسیون تیمار شدند. بررسی‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار و استفاده از ترکیب فسیون 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.

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. پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری لکه پژمردگی گوجه‌فرنگی 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 هرساله 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 Krainer 2020; Noman et al., 2017; Anderson et al., 2004). روش‌های رایج برای مدیریت سایر

میکروارگانیزم‌ها 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 لیپوپپتیدها، پروتئاز و فعالیت RNase در برابر آلودگی به ویروس‌های گیاهی بررسی شده‌است (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 می‌توانند گیاه را در مقابل عوامل بیمارگر ویروسی مقاوم سازند. مقاومت سیستمیک اکتسابی (Systemic Resistance Acquired-SAR) باعث مقاومت طولانی مدت به آلودگی‌های ثانویه طیف وسیعی از بیمارگرها مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها و قارچ‌ها می‌شود، که به علت تجمع بالای سالیسیلیک اسید در سلول بعد از حمله عامل بیماری‌زا ایجاد می‌شود. بدنبال آن پروتئین‌های وابسته با بیماری‌زایی (PRS) در سلول بوجود می‌آیند (Durrant et al., 2004). فیسون ماده موثره ضدویروس مورد بررسی در این تحقیق، از گیاه ریواس استخراج می‌شود. ریواس در چین به علت خاصیت ضدالتهابی، ضدباکتری، مفید برای کبد و کلیه، کمک به هضم، کاهش کلسترول، ضد سرطان و موثر در درمان بیماری‌های عروق مغزی در چین به عنوان گیاه دارویی کاربرد دارد. عصاره ریواس شامل بیش از هشتاد نوع از ترکیبات مختلف، مانند آنتراکینون‌ها، استیلبن، تانن‌ها، کتون‌ها، پلی‌ساکاریدها، مشتقات نفتالین، اسیدهای چرب، الکل‌های چرب، استرول‌ها و همچنین پتاسیم، منیزیم، لانتان، مس، منگنز و عناصر کمیاب است. ماهیت پروتئینی این عصاره،

شرایط گلخانه تحقیقاتی نشان داد، که اثر تیمارها در کاهش بیماری نسبت به شاهد در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بوده است (جدول ۱). مقایسه میانگین تیمارها از نظر درصد آلودگی برگ با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۵٪ نشان داد که تمامی دوزهای مصرفی ضدویروس گیاهی فسیون نسبت به شاهد توانسته‌اند کاهش معنی‌داری 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.

با غیرفعال کردن ویروس و جلوگیری از تکثیر آن، مقاومت گیاه را فعال می‌کند. این فرمولاسیون غنی از اسیدهای آمینه همچنین قادر به تقویت گیاه می‌باشد که به عنوان یک قارچ‌کش، ضدویروس گیاهی جدید توسط شرکت کینگ بو کشور چین عرضه شده است، که از عصاره علف‌های مختلف چینی تولید می‌شود. این ترکیب ضدویروس علیرغم کارایی بالا برای مدیریت بیماری‌های ویروسی مختلف در اکثر محصولات زراعی، فاقد هر گونه باقیمانده در محصولات کشاورزی و محیط زیست است. تاکنون کاربرد آن، برای کنترل بیماری‌های ویروسی و سوختگی فلفل، کتان، گوجه فرنگی و هندوانه، بیماری‌های 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 می‌کند (Beijing Kingbo catalog). در این تحقیق نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد وقوع و درصد شدت بیماری روی برگ گوجه فرنگی در

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 ضدویروس 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 و 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)

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 بطور کلی، 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 نیز توصیه شده است، استفاده شود. ترجیحا با محلول‌پاشی 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 آفتکش‌ها و کودها را دارد و بدون باقیمانده در محصولات و محیط زیست می‌باشد.

ارزیابی میانگین‌ها در آزمایش نشان داد که ویروس‌کش فیسپون در دوزهای ۲/۵ در هزار و ۲ در هزار از کارایی قابل قبولی در کنترل بیماری پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی 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 فیسپون 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، موزاییک و پیچیدگی ۲ ماه پس از مصرف دوز ۲ در هزار ترکیب فیسپون در گوجه‌فرنگی‌ها بود. در جوانه‌های جدید رشد کرده و برگ‌های جدید که از پایین گیاه جوانه زده بودند و با ضدویروس تیمار نشده

سیاسگزاری

پژوهش حاضر حاصل از پروژه تحقیقاتی انجام شده در موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به شماره مصوب ۰۲۰۰۱۱ می‌باشد. بدینوسیله از مساعدت بخش تحقیقات ویروس‌شناسی مؤسسه در اجرای این پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

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](https://doi.org/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](https://doi.org/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
- BEIJING 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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](https://doi.org/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., WIIKAMP, 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](https://doi.org/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](https://doi.org/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/10.1016/j.ccs.2024.01.001](https://doi.org/10.1016/j.ccs.2024.01.001)
- 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