

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2023.17119>

ارزیابی تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ‌کش **Miravis Duo® (75 SC 200)** در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه‌ای

فاطمه خلقتی بنا^۱، مجتبی مرادزاده اسکندری^۲، کسری شریفی^۱

^۱ بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ^۲ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. khelghati50@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۲ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۶/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۲۶

چکیده

پژوهش حاضر برای یافتن کمترین غلظت موثر از قارچ‌کش میراویس دو[®] (Miravis Duo[®] 75 SC 200) در مقایسه با قارچ‌کش سیگنوم[®] (Signum[®]) و شاهد (آب پاشی) در کنترل سفیدک پودری گوجه‌فرنگی با عامل *Leveillula taurica* در شرایط مزرعه‌ای در دو منطقه کرج و مشهد انجام شد. با مشاهده اولین علائم بیماری محلول‌پاشی آغاز و چهار نوبت در فواصل ۱۱ روزه تکرار شد. یادداشت برداری از کرت‌های آزمایشی ۱۰ روز پس از هر محلول‌پاشی، بر اساس درصد پوشش سفیدک پودری روی برگ‌ها برای پنج بوته در هر تکرار انجام شد. تجزیه واریانس داده‌ها در هر دو مکان نشان داد که اثر تیمار قارچ‌کش بر شاخص شدت بیماری (DSI) و مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) در سطح احتمال آماری ۰/۰۱ معنی‌دار است. در هر دو مکان و در سطح احتمال آماری ۰/۰۵، بین اثر تیمار ۷۰۰ ml/ha از میراویس دو[®] و غلظت‌های ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha از این قارچ‌کش و سیگنوم[®] در کاهش شاخص شدت بیماری، اختلاف معنی‌داری وجود داشت، اما بین غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. مقایسه تیمارهای مختلف قارچ‌کش میراویس دو[®] با تیمار شاهد، نشان داد که پس از اولین ارزیابی در دو مکان، غلظت‌های ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش به طور متوسط به ترتیب به میزان ۵۹٪ و ۶۵٪ در جلوگیری از بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی موثر بودند که تفاوت معنی‌داری با تاثیر قارچ‌کش مرجع (۵۷٪) نداشت. بنابراین با رعایت اصل مصرف بهینه قارچ‌کش، غلظت ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] در کنترل سفیدک پودری گوجه‌فرنگی و در تناوب با دیگر قارچ‌کش‌های مجاز قابل توصیه است.

کلمات کلیدی: سفیدک پودری گوجه‌فرنگی، میراویس دو[®]، پایدیدفلومتوفن، دیفنو کونازول، سیگنوم[®]، *Leveillula taurica*

Evaluation of different concentrations of Miavis[®] Duo 75 (SC 200) in the control of tomato powdery mildew under field conditions

Fateme Khelghatibana¹, Mojtaba moradzadeh Eskandari¹, Kasra Sharifi¹¹Plant Diseases Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran.²Plant Protection Research Department, Khorasan Razavi, Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran. khelghati50@gmail.com

Received: 11 April 2023 Revised: 14 September 2023 Accepted: 17 September 2023

Abstract

The present study aimed to find out the minimum effective concentration of Miravis Duo[®] 75 (SC 200) fungicide for preventing the progress of tomato powdery mildew disease caused by *Leveillula taurica*, in comparison with Signum[®] fungicide under field conditions. Two experiments were performed in Karaj and Mashhad using Randomized Complete Block Design (RCBD) with five treatments and four replications. Treatments were three concentrations of Miravis Duo[®] (700, 1000 and 1200 ml/ha), Signum[®] (500 g/ha) as reference fungicide and water spraying as the control. Foliar spraying of experimental plots was started as the first disease symptoms appeared and repeated four times at 11 days intervals. The effect of treatments was assessed before each spraying by estimating the percentage of plant foliage covered by powdery mildew for five randomly selected plants in each replication. Analysis of variance of data in both locations showed that the effect of treatments on disease severity index (DSI) and the Area Under Disease Progress Curve (AUDPC) were significantly different ($P \leq 0.01$). Also in both locations, there were significant differences between 700 ml/ha of Miravis Duo[®] and the other two Miravis Duo[®] concentrations of this fungicide (1000 and 1200 ml/ha) as well as Signum[®] fungicide, in reducing DSI, although there were not statistically significant difference between 1000 and 1200 ml/ha concentrations. The efficiency of 1000 and 1200 ml/ha concentrations were 59% and 65.5% respectively compared to the control, which were not significantly different with Signum[®]. Therefore the minimum effective dose of Miravis Duo[®] fungicide for controlling tomato powdery mildew is 1000 ml/ha which recommended alternatively with other registered fungicides.

Keywords: Tomato powdery mildew, Miravis Duo[®], Difenconazole, pydiflumetofen Signum[®], *Leveillula taurica*.

How to cite:

Khelghatibana F, Moradzadeh Eskandari M, Sharifi K, 2024. Evaluation of different concentrations of Miavis[®] Duo 75 (SC 200) in the control of tomato powdery mildew under field conditions. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 13 (1): 1-12

مقدمه

صرف نظر از گونه میزبان، گونه یا نژاد بیمارگر، مشابه و دربرگیرنده تلفیقی از راهبردهای زراعی و شیمیایی است (Fani *et al.* 2022; Esmaili *et al.* 2023). استفاده از روش‌های زراعی مانند کشت ارقام متحمل و مقاوم، مصرف متعادل کودهای نیتروژن‌دار، آبیاری یکنواخت و جلوگیری از انباشت آب به صورت لکه‌ای در سطح مزرعه، هرس برگ‌های آلوده و برقراری تناوب زراعی، به دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدیوم‌ها و توانایی جوانه‌زنی آن‌ها در رطوبت نسبی پایین، به تنهایی کارایی چندانی در کنترل این بیماری ندارد و در شرایط مناسب برای پیشرفت بیماری مبارزه با سفیدک‌های پودری در محصولات سبزی و صیفی، بدون بهره‌گیری از قارچ‌کش‌های شیمیایی موثر، امکان‌پذیر نیست (McGrath 1997; Cerkauskas 2011; Aegerter *et al.* 2014; Vielba-Fernández *et al.* 2020). انواعی از قارچ‌کش‌های سیستمیک و حفاظتی-سیستمیک برای کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی معرفی شده‌اند. در مطالعه‌ای تأثیر قارچ‌کش‌های لونا سن‌سیشن® (Luna sensation®)، شامل ترکیبی از قارچ‌کش‌های تری فلوکسی‌استروبین (Trifloxystrobin) و فلوپیپرام (Fluopyram)، کوآدریس® (Quadris®) شامل دو قارچ‌کش دیفنوکونازول (Difenoconazole) و آزوکسی‌استروبین (Azoxystrobin)، فلوپیپرام (Fluopyram) با نام تجاری لونا پریویلج® (Luna Privilege®)، رالی® (Rally®)، پیراکلوآستروبین (pyraclostrobin) با نام تجاری کابریو® (Cabrio®)، وای‌تی‌۶۶۹® (YT669®) و BASF056F® در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی بررسی شدند. از بین این قارچ‌کش‌ها، تیمار قارچ‌کش لونا سن‌سیشن بیشترین کارایی را در کنترل بیماری و عملکرد محصول نشان داد (Aegerter & Kong 2009). در مطالعه دیگری نیز، از میان قارچ‌کش‌های مورد آزمون شامل کوآدریس تاپ® (Quadris Top®)، کوپین‌تک® (Quintec®)، پریاکسور® (Priaxor®) شامل دو قارچ‌کش فلوکسایپروکساد (Fluxapyroxad) و پیراکلوآستروبین (Pyraclostrobin)، لونا سن‌سیشن®، ویواندو® (Vivando®) و تورینو® (Torino®)، لونا سن‌سیشن® بیشترین تأثیر را در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی نشان داد (Turini & Rodriguez 2011). اثر قارچ‌کشی سیلیکات پتاسیم مایع (یک گرم در لیتر) روی سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در مزرعه بدون داشتن اثرات گیاهسوزی نیز گزارش شده‌است (Yanar *et al.* 2011). قارچ‌کش میراویس دو® ۷۵ اس سی ۲۰۰ (Miravis Duo 75 SC200®) از ترکیب دو قارچ‌کش پایدیفلومتوفن (75 g/kg) و پایدیفلومتوفن (Pydiflumetofen،

گوجه‌فرنگی از محصولات مهم سبزی و صیفی است که به‌صورت تازه‌خوری یا پس از فرآوری در صنایع غذایی مصرف می‌شود. سفیدک پودری یا حقیقی از بیماری‌های شایع و متداول این محصول در فضای باز و گلخانه است (Correll *et al.* 1987; Cerkauskas & Brown 2015). گونه‌های *Leveillula taurica* Golovinomyces oroniti V. P. (Lve.) G. Arnaud 1921 و *Oidium neolycopersici* L. Kiss و Heluta 1988، به عنوان عامل سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در دنیا گزارش شده‌اند (Braun 1987; Kiss *et al.* 2005; Jankovics *et al.* 2008; Hoseinkhaniha *et al.* 2012). در ایران گونه *L. taurica* تنها عامل این بیماری در بسیاری از مناطق کشور است (Hoseinkhaniha *et al.*, 2012). بر خلاف بیشتر قارچ‌های عامل سفیدک پودری، گونه‌های *L. taurica* و *O. neolycopersici* دامنه میزبانی گسترده‌ای داشته و در بسیاری از گیاهان خانواده‌های Solanaceae، Alliaceae و Cucurbitaceae، بیماری‌زا هستند و از بیمارگرهای بسیار مخرب در محصولات سبزی و صیفی به شمار می‌روند (Correll *et al.* 1987; Jones *et al.* 2001). علائم بیماری سفیدک پودری در گوجه‌فرنگی بیشتر به صورت لکه‌های زرد و نکروز روی سطح برگ‌ها و پوشش پودری شامل کنیدی و کنیدیوفورهای قارچ در سطح پشتی برگ‌ها مشاهده می‌شود. علائم برگ‌گی در مجموع کاهش سطح فتوسنتز کننده برگ‌ها را در پی خواهد داشت. خشک شدن و ریزش برگ‌ها به ویژه در مواردی که محصول ویژه فرآوری بوده و دیر برداشت می‌شود، به دلیل افزایش احتمال بروز علائم آفتاب سوختگی در میوه کیفیت میوه را به شدت کاهش می‌دهد (Konstantinidou-Doltsinis *et al.* 2006). به نظر می‌رسد آب و هوای گرم، خشک و نیمه‌خشک، آلودگی به گونه *L. taurica* را افزایش داده و در شرایط مساعد تأثیر قابل توجهی بر میزان تولید و کیفیت میوه دارد به طوری که در صورت عدم کنترل مناسب، عملکرد محصول را گاه تا ۴۰٪ کاهش می‌دهد (Jones *et al.* 1987; Mosquera *et al.* 2019). حساسیت ارقام مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به این بیماری متفاوت است (De Giovanni *et al.* 2004) و بیشتر ارقام زراعی گوجه‌فرنگی به این بیماری حساسند (Mosquera *et al.* 2019). در برخی از گونه‌های وحشی جنس *Lycopersicon*، منابع مقاومت به سفیدک پودری شناسایی شده است (Lindhout *et al.* 1994, 1998; Huang *et al.* 1998, 2000; Mieslerova *et al.* 2000, 2004). مدیریت سفیدک‌های پودری در محصولات جالیزی

(Fernández *et al.* 2020). این تحقیق نیز با هدف بررسی کارایی قارچ‌کش میراویس دو[®] نسبت به قارچ‌کش سیگنوم[®] که از قارچ‌کش‌های ثبت شده و مجاز درکشور برای کنترل بیماری سفیدک پودری در گوجه‌فرنگی است و بررسی امکان استفاده از آن به عنوان یکی از قارچ‌کش‌های متناوب موثر برای مبارزه با بیماری سفیدک پودری در گوجه‌فرنگی انجام شد.

مواد و روش‌ها

کشت کرت‌های آزمایشی و اعمال تیمارها

آزمایش کارایی قارچ‌کش میراویس دو[®] در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار شامل غلظت‌های ۷۰۰، ۱۰۰۰ (غلظت‌های درخواستی شرکت سفارش دهنده به سازمان حفظ نباتات) و ۱۲۰۰ میلی‌لیتر در هکتار از قارچ‌کش میراویس دو[®]، غلظت ۵۰۰ گرم در هکتار از قارچ‌کش سیگنوم[®] و آب به عنوان تیمار شاهد و چهار تکرار در دو مکان کرج و مشهد و در شرایط مزرعه انجام شد. در این پروژه از بذور گوجه‌فرنگی رقم ۸۳۲۰ که یکی از ارقام مهم، پرمحصول و رایج کشور می‌باشد و توسط شرکت سمینس (Seminis) ارائه می‌شود، استفاده شد. بذور گوجه‌فرنگی در سینی‌های نشاء کشت شدند. نشاءها در مرحله دو برگگی به زمین اصلی انتقال یافتند. هر کرت (تکرار) شامل چهار خط هشت متری بوده و نشاءها در هر خط کشت در دو طرف یک پشته به ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر و به فاصله ۲۵ سانتی‌متر از هم کشت شدند. مراقبت‌های لازم برای رشد گیاهان از نظر آبیاری و تغذیه اعمال شد. در هر تکرار پنج بوته به صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شدند. اولین محلول‌پاشی در کرت‌های آزمایشی، بلافاصله پس از مشاهده اولین علائم بیماری سفیدک پودری (کمترین سطح شدت بیماری) در اواسط مرداد ماه (مزرعه کرج) و اواخر مرداد (مزرعه مشهد) انجام شد. محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش برقی ۱۰۰ لیتری و پس از کالیبراسیون سم‌پاش و محاسبه مقدار آب مصرفی (۲۰ لیتر) برای هر کرت انجام و در فواصل زمانی ۱۱ روزه و برای چهار نوبت تکرار شد.

ارزیابی تیمارها

ارزیابی کرت‌های آزمایشی ۱۰ روز پس از هر نوبت محلول‌پاشی و پیش از نوبت بعدی انجام شد. در هر ارزیابی، شدت بیماری برای هر بوته علامت‌گذاری شده با در نظر گرفتن درصد کلی علائم بیماری شامل کلروز، نکروز و پوشش پودری قارچ (Percent Foliage Covered by Disease, PFCD) و بر اساس

دیفنوکننازول (Difenoconazole, 125 g/kg) تشکیل شده است. قارچ‌کش پایدیفلومتوفن از گروه شیمیایی ان-متوکسی (فنیل-اتیل)-پیرازول-کربوکسامیدها (N-methoxy-(phenyl-ethyl)-pyrazole-carboxamides) است و یکی از بازدارنده‌های آنزیم میتوکندریایی سوکسینات دهیدروژناز (SDH) است و قادر است تنفس قارچی را مختل کند. قارچ‌کش پایدیفلومتوفن در فهرست کمیته اقدام برای مقاومت به قارچ‌کش‌ها (Fungicide Resistance Action Committee, FRAC) در گروه هفت جای گرفته و احتمال بروز مقاومت در جمعیت قارچ بیمارگر نسبت به آن در حد متوسط تا زیاد برآورد می‌شود (Anonymous 2020). قارچ‌کش دیفنوکونازول از قارچ‌کش‌های گروه تریازول‌ها و از بازدارنده‌های غیرمتیله شدن استروئول‌ها است که از فعالیت آنزیم سی‌فورتین دی‌متیلاز (C14-demethylase) جلوگیری می‌کند. این آنزیم در بیوسنتز استروئول‌های غشایی نقش دارد. دیفنوکونازول در گروه FARC 3 قرار داشته و خطر بروز مقاومت در جمعیت قارچ بیمارگر نسبت به آن در حد متوسط است (Anonymous, 2020). سمیت خوراکی قارچ‌کش میراویس دو[®] با معیار LD50 برای موش صحرائی بیش از ۵۰۰۰ میلی‌گرم برای هر کیلوگرم وزن بدن است. این قارچ‌کش برای موجودات آبی بسیار سمی است. میراویس دو[®] در دنیا به عنوان یک قارچ‌کش پیشگیری کننده با توانایی حرکت سیستمک در گیاه، دارای طیف گسترده برای کنترل چندین بیماری مهم گیاهی در محصولات مختلفی مانند سیب‌زمینی، چغندر، چغندر قند، هویج، انواع ترب و شلغم، آرتیشو، سیر و پیاز، بروکلی، گوجه‌فرنگی، بادمجان، انواع کدو، خیار و خربزه، درختان هسته‌دار مانند بادام، آلو، گیلاس و هلو معرفی شده و به صورت سوسپانسیون غلیظ شده (Suspension Concentrate, SC) ارائه می‌شود (Anonymous 2022).

در ایران اما، قارچ‌کش میراویس دو[®] سابقه استفاده رسمی در گوجه‌فرنگی یا محصولات دیگر ندارد. مبارزه شیمیایی با سفیدک‌های پودری به دلیل سیکل زندگی کوتاه، تولید اسپور فراوان، قابلیت پراکنش اسپورها به مسافت‌های دور و رخداد جهش در ژن‌های مورد هدف قارچ‌کش همواره با خطر تشکیل جمعیت‌های مقاوم به قارچ‌کش همراه است (Vielba- Fernández *et al.*, 2020). بنابراین برای کنترل موثر بیماری و پیشگیری از بروز مقاومت به قارچ‌کش، استفاده تناوبی از گروه‌های مختلف قارچ‌کش با نقطه اثر متفاوت در برنامه محلول‌پاشی از اصول اولیه و حیاتی در مدیریت پایدار، این بیماری‌هاست (McGrath 2005; Ma & Michailides 2005; Vielba-)

$$DSI = y = \frac{\text{مجموع نمرات داده شده در هر تکرار}}{\text{بالاترین نمره در سیستم دهی نمره} \times \text{تعداد کل بوته}}$$

فرمول ۲- محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

n: تعداد دفعات ارزیابی، t: زمان ارزیابی، y: شاخص شدت

بیماری در زمان ارزیابی

فرمول ۳- تعیین کارایی تیمارها

$$\text{Efficiency} = 100 - \left(\frac{\bar{X}_t}{\bar{X}_c} \times 100 \right)$$

\bar{X}_t : میانگین شاخص شدت بیماری در تیمار، \bar{X}_c : میانگین

شاخص شدت بیماری در شاهد

سیستم نمره‌دهی صفر تا شش (جدول ۱) تعیین شد (Lage et al., 2015). ارزیابی نهایی کرت‌های آزمایشی نیز ۱۰ روز پس از آخرین محلول‌پاشی انجام شد. شاخص شدت بیماری (disease severity index, DSI) در هر تکرار برای هر نوبت ارزیابی بر اساس فرمول ۱ محاسبه شد (Wheeler 1969; Shashikumar et al. 2011). مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area under disease progress curve, AUDPC) برای هر نوبت ارزیابی بر اساس فرمول ۲ محاسبه شد (Campbell & Madden 1990). تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در نرم‌افزار SAS انجام شد. کارایی هر یک از تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد (آب‌پاشی) با استفاده از فرمول ۳ محاسبه شد.

فرمول ۱- محاسبه شاخص شدت بیماری

جدول ۱. سیستم نمره‌دهی برای تخمین شاخص شدت بیماری سفیدک پودری (Lage et al. 2015).

Table 1. Scoring system for estimating powdery mildew severity index (Lage et al. 2015).

Score	Percent Foliage Covered by Disease (PFCD)
0	PFCD=0
1	0 < PFCD ≤ 1
2	1 < PFCD ≤ 5
3	6 < PFCD ≤ 20
4	21 < PFCD ≤ 40
5	41 < PFCD ≤ 60
6	60 < PFCD

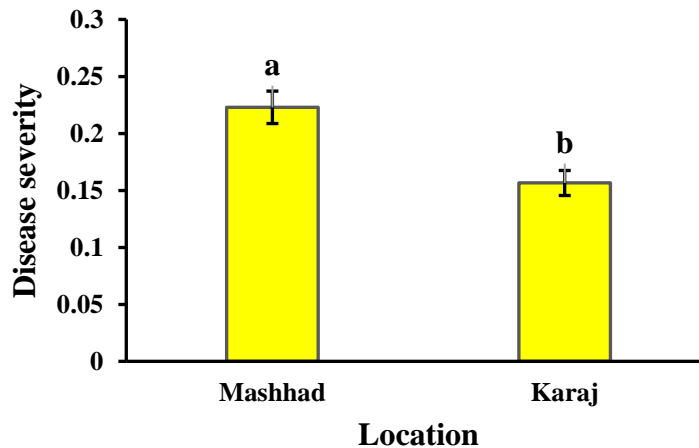
نتایج

تاثیر قارچ‌کش میراویس دو[®] در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در مشهد و کرج با استفاده از تجزیه واریانس مرکب همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، شاخص شدت بیماری در ارزیابی اول در مشهد به میزان ۶٪ از کرج بیشتر بود. نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو مکان نشان داد که در ارزیابی اول و دوم اثر اصلی مکان بر شاخص شدت بیماری و شاخص AUDPC معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین در ارزیابی‌های دوم، سوم و چهارم در سطح احتمال ۰/۰۱، اثر اصلی تیمار قارچ‌کش بر شاخص شدت بیماری و AUDPC و اثر متقابل تیمار و مکان بر شاخص شدت بیماری و AUDPC معنی‌دار بود (جدول ۲). تجزیه واریانس مرکب داده‌های به دست آمده از ارزیابی اول نشان می‌دهد که بین تیمارها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و اثر تیمارهای مختلف نیز در کاهش شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در ارزیابی اول مشابه است (جدول ۲). به دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل

تیمار × مکان بر شاخص شدت بیماری در ارزیابی‌های دوم، سوم و چهارم و نیز شاخص AUDPC (جدول ۲)، تجزیه واریانس اثر تیمار بر شاخص شدت بیماری و AUDPC در هر یک از مزارع آزمایشی کرج و مشهد به‌طور جداگانه انجام شد.

تاثیر قارچ‌کش میراویس دو[®] در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در آزمایش مشهد

تجزیه واریانس داده‌های مشهد نشان داد که در ارزیابی اول بین تیمارها و همچنین بین بلوک‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و اثر تیمارهای مختلف در کاهش شاخص شدت بیماری مشابه بود. تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از ارزیابی‌های دوم، سوم، چهارم نیز اختلاف آماری معنی‌داری را بین بلوک‌ها نشان نداد. اما بین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص شدت بیماری و AUDPC از ارزیابی اول به بعد در سطح احتمال ۰/۰۱، اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۳).



شکل ۱. شاخص شدت بیماری در ارزیابی اول در آزمایش‌های مشهد و کرج.

Figure 1. Disease severity index (DSI) of tomato powdery mildew in the 1th evaluation in Mashhad and Karaj experiments.

جدول ۲. تجزیه واریانس مرکب بررسی تاثیر قارچ‌کش‌های میراویس دو[®] و سیگنوم[®] بر شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در آزمایش‌های مشهد و کرج.

Table 2. Combined variance analysis of the effect of Miravis Do[®] and Signum[®] fungicides on tomato powdery mildew severity index (DSI) in Mashhad and Karaj.

Source of variation	Degree of freedom	Evaluation rounds (MS)				AUDPC
		1th	2th	3th	4th	
Location	1	0.0441**	0.0235**	0.0031 ^{ns}	0.0002 ^{ns}	10.65**
Block	6	0.0032	0.0034	0.0025	0.0033	1.79
Treatment	4	0.0019 ^{ns}	0.0812**	0.1853**	0.3368**	102.22**
Treatment× Location	4	0.0008 ^{ns}	0.0311**	0.0155**	0.0044*	9.59**
Error	24	0.0009	0.0014	0.0018	0.0013	0.65

*, ** and ns indicate significant difference ($P \leq 0.05$), significant difference ($P \leq 0.01$) and non-significant, respectively.

از سم‌پاشی سوم انجام گرفت، میانگین شاخص شدت بیماری در تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®]، ۵۳٪ برآورد شد و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت (گروه b). در ارزیابی چهارم، تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] با کارایی ۳۳٪، کمترین تأثیر را در کنترل بیماری نشان داد. همچنین تفاوت آماری معنی‌داری در شاخص شدت بیماری گیاهان تیمار شده با ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] و قارچ‌کش سیگنوم[®] (۵۰۰g/ha) در ارزیابی چهارم مشاهده نشد. کمترین میانگین شاخص شدت بیماری در ارزیابی چهارم مربوط به تیمار ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] به میزان ۲۸٪ بود (گروه d) که با تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از این قارچ‌کش و تیمار قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] به ترتیب با میانگین شاخص شدت بیماری ۳۲٪ (گروه cd) و ۳۵٪ (گروه c) در سطح احتمال ۰/۰۵ اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بیشترین کارایی در کنترل بیماری نیز در ارزیابی چهارم مربوط به تیمار ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] بود که شاخص شدت بیماری را به میزان ۶۴/۵٪

در ارزیابی دوم، بین اثر قارچ‌کش میراویس دو[®] با غلظت ۷۰۰ ml/ha و غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ ml/ha، به ترتیب با میانگین شاخص شدت بیماری ۳۶٪ (گروه b)، ۲۲٪ و ۲۱٪ (گروه d) در سطح احتمال ۰/۰۵، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود دارد. برای تیمار قارچ‌کش سیگنوم[®] با غلظت ۵۰۰g/ha، شاخص شدت بیماری ۲۸٪ بود و در گروه c قرار گرفت (جدول ۴). کارایی قارچ‌کش میراویس دو[®] با غلظت‌های ۷۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ ml/ha در کنترل بیماری در ارزیابی دوم به ترتیب ۴۰٪، ۶۳٪ و ۶۵٪ برآورد شد (جدول ۵). در ارزیابی سوم بین تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] و تیمارهای ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ ml/ha از این قارچ‌کش و قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®]، به ترتیب با میانگین شاخص شدت بیماری ۳۷٪ (گروه b)، ۲۷٪، ۲۵٪ و ۲۷٪ (گروه c) از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). این تیمارها به ترتیب میانگین شاخص شدت بیماری را ۴۶٪، ۶۱٪، ۶۴٪ و ۶۱٪ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۵). در ارزیابی چهارم که ۱۰ روز پس

(جدول ۵، شکل ۲). تیمارهای ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] به ترتیب سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را ۵۸/۷٪ و ۶۱٪ نسبت به شاهد کاهش دادند و هر دو در یک گروه آماری (d) قرار گرفتند. تیمار قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] با کارایی ۵۳٪، در گروه آماری (c) قرار گرفت (جدول-های ۵ و ۶). تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®]، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را نسبت به تیمار سیگنوم[®] و شاهد، به ترتیب ۱۲٪ و ۵۸/۷٪ کاهش داد (جدول ۵، شکل ۲).

نسبت به شاهد کاهش داد (جدول‌های ۴ و ۵). کارایی تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] و تیمار سیگنوم[®] نیز در کاهش شاخص شدت بیماری به ترتیب ۵۹/۵٪ و ۵۸٪ برآورد شد (جدول ۶). از نظر مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) که تأثیر تیمارها را در یک دوره ۳۴ روزه از مشاهده نخستین علائم بیماری تا آخرین ارزیابی را نشان می‌دهد، قارچ-کش میراویس دو[®] با غلظت‌های ۱۰۰۰ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha کمترین سطح زیر منحنی رشد پیشرفت بیماری را نشان دادند

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس بررسی اثر قارچ‌کش میراویس دو[®] و قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] بر شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در آزمایش مشهد.

Table 3. Analysis of variance of the effect of *Miravis Do*[®] and *Signum*[®] fungicides on the severity index of tomato powdery mildew disease in Mashhad.

Source of variation	Degree of freedom	Evaluation rounds				AUDPC
		1th	2th	3th	4th	
Block	3	0.0034 ^{ns}	0.0046 ^{ns}	0.0023 ^{ns}	0.0030 ^{ns}	2.41*
Treatment	4	0.0017 ^{ns}	0.1034**	0.1370**	0.1785**	81.81**
Error	12	0.0008	0.0014	0.0024	0.0015	0.45
CV		6.64	5.29	6.46	8.41	13.48

*, ** and ns indicate significant difference ($P \leq 0.05$), significant difference ($P \leq 0.01$) and non-significant, respectively

جدول ۴. مقایسه میانگین شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی و شاخص AUDPC در نوبت‌های مختلف ارزیابی تاثیر تیمارها و گروه‌بندی آن‌ها در آزمایش مشهد.

Table 4. Mean of disease severity index for tomato powdery mildew and AUDPC in different rounds of evaluation after fungicides treatment in Mashhad.

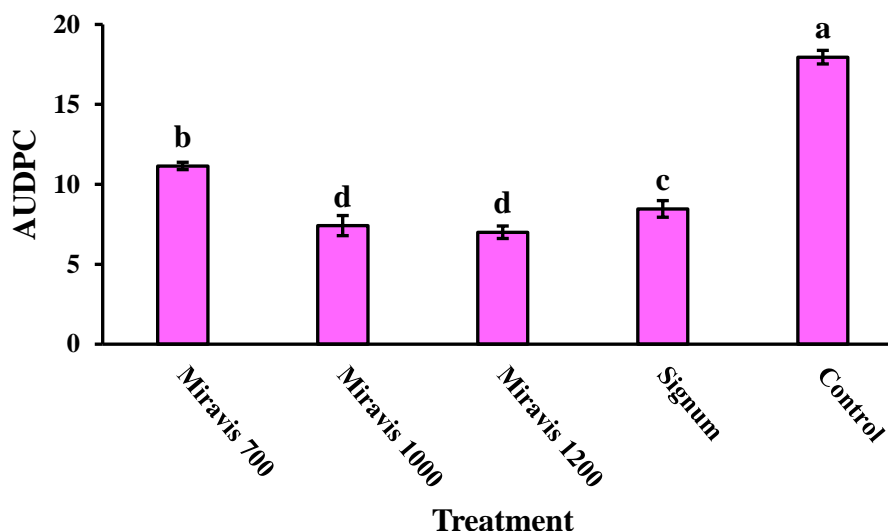
Treatment	Disease Severity index (%)			AUDPC
	2th	3th	4th	
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (700ml/ha)	36 ^b	37 ^b	53 ^b	1115 ^b
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1000ml/ha)	22 ^d	27 ^c	32 ^{cd}	742 ^d
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1200ml/ha)	21 ^d	25 ^c	28 ^d	700 ^d
<i>Signum</i> (500g/ha)	28 ^c	27 ^c	35 ^d	846 ^c
Water spray	60 ^a	69 ^a	79 ^a	1795 ^a

Means with different letter in each column are significantly different at 5% level with LSD test.

جدول ۵. کارایی تیمارها در نوبت‌های مختلف ارزیابی و کاهش مقادیر AUDPC نسبت به شاهد (آب پاشی) در آزمایش مشهد.

Table 5. Efficiency of treatments in different evaluation rounds and reduction of AUDPC value compared to the control (water spray) in Mashhad.

Treatment	Fungicide efficiency (%)			AUDPC
	2th	3th	4th	
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (700ml/ha)	40	46	33	37.5
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1000ml/ha)	63	61	59.5	58.7
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1200ml/ha)	65	64	64.5	61
<i>Signum</i> (500g/ha)	54	61	58	53



شکل ۲. اثر غلظت‌های مختلف قارچ‌کش‌های میراویس دو[®] (۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰ ml/ha) و قارچ‌کش سیگنوم[®] (۵۰۰ g/ha) بر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) در آزمایش مشهد. شاخص‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی داری ندارند.

Figure 2. The effect of different doses of Miravis Do[®] fungicides (700, 1000, 1200 ml/ha) and Signum[®] fungicide (500 g/ha) on the area under the disease progression curve (AUDPC) in Mashhad experiment. Indicators that have at least one letter in common are not significantly different based on LSD at the probability level of 0.05.

۳۹٪، ۵۴٪ و ۵۸٪ برآورد شد (جدول ۸). در سومین ارزیابی، بین میانگین درصد شاخص شدت بیماری در تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] با دو تیمار ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha از این قارچ‌کش و قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®]، به ترتیب با میانگین‌های ۴۳٪ (گروه b)، ۲۶٪، ۲۴٪ و ۲۵٪ (گروه c)، از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۷). این تیمارها به ترتیب میانگین شاخص شدت بیماری را ۲۸٪، ۵۶٪، ۶۰٪ و ۵۸٪ درصد نسبت به شاهد کاهش دادند (جدول ۸). در ارزیابی چهارم که ۱۰ روز پس از سم‌پاشی سوم انجام گرفت، میانگین شاخص شدت بیماری در تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] ۵۶٪ برآورد شد و در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت (گروه b). تیمار ۷۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] با کارایی ۲۶٪ کمترین تأثیر را در کنترل بیماری نشان داد. بیشترین تأثیر را در کاهش شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در ارزیابی چهارم بر اثر تیمار ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] مشاهده شد که شاخص شدت بیماری را نسبت به گیاهان شاهد ۶۲٪ کاهش داد. اما این تیمار در سطح احتمال ۰/۰۵ با تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] و تیمار ۵۰۰ گرم از قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] اختلاف معنی‌داری نداشت. در ارزیابی چهارم از آزمایش کرج کارایی تیمارهای قارچ‌کش میراویس دو[®] با غلظت‌های ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha و قارچ‌کش

تأثیر قارچ‌کش میراویس دو[®] در کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در کرج

تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که در ارزیابی اول بین تیمارها و همچنین بین بلوک‌ها از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود نداشته و اثر تیمارهای مختلف در کاهش شاخص شدت بیماری مشابه بود. تجزیه واریانس داده‌های به دست آمده از ارزیابی‌های دوم، سوم، چهارم در آزمایش کرج نیز اختلاف آماری معنی‌داری را بین بلوک‌ها نشان نداد. اما در این ارزیابی‌ها (دوم، سوم و چهارم) بین اثر تیمارهای مختلف بر شاخص شدت بیماری و شاخص AUDPC، اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۰/۰۱ وجود داشت (جدول ۶). در ارزیابی دوم، بین میانگین شاخص شدت بیماری در تیمار قارچ‌کش میراویس دو[®] با غلظت ml/ha ۷۰۰ و غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۱۲۰۰ ml/ha از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. کمترین شاخص شدت بیماری یا بیشترین کنترل بیماری در ارزیابی دوم مربوط به غلظت ml/ha ۱۲۰۰ از قارچ‌کش میراویس دو[®] بود که شاخص شدت بیماری را در گیاهان تیمار شده نسبت به گیاهان شاهد، ۵۸٪ کاهش داد (جدول ۷). در ارزیابی دوم، شاخص شدت بیماری در تیمار قارچ-کش مرجع سیگنوم[®] ۲۷٪ برآورد گردید و در گروه d قرار گرفت (جدول ۷). کارایی قارچ‌کش میراویس دو[®] در ارزیابی دوم با غلظت‌های ۷۰۰ ml/ha، ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha به ترتیب

داد و در گروه آماری c قرار گرفت. تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] و تیمار قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] با غلظت ۵۰۰ g/ha به ترتیب سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را ۵۳٪ و ۵۲٪ کاهش دادند و ترتیب در گروه‌های آماری cd و (d) قرار گرفتند (جدول‌های ۸ و ۹). تیمار ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را به نسبت به تیمارهای سیگنوم[®] و شاهد، به ترتیب ۲٪ و ۵۳٪ کاهش داد (جدول ۹، شکل ۳).

سیگنوم[®] در کاهش شاخص شدت بیماری، به ترتیب، ۶۰٪، ۶۲٪ و ۵۷٪ برآورد شد (جدول‌های ۷ و ۸). از نظر مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) که تاثیر تیمارها را در یک دوره ۳۴ روزه از مشاهده نخستین علائم بیماری تا آخرین ارزیابی را نشان می‌دهد، تیمار قارچ‌کش میراویس دو[®] با غلظت ۱۲۰۰ ml/ha کمترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را نشان داد (جدول ۸، شکل ۳). تیمار ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] شاخص AUDPC را به میزان ۵۷٪ نسبت به شاهد کاهش

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس بررسی تاثیر قارچ‌کش میراویس دو[®] و قارچ‌کش سیگنوم[®] بر شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در کرج.

Table 6. Analysis of variance of the effect of *Miravis Do*[®] and *Signum*[®] fungicides on the severity index of tomato powdery mildew disease in Karaj.

Source of variation	Degree of freedom	Evaluation rounds				AUDPC
		1th	2th	3th	4th	
Block	3	0.0031	0.0022 ^{ns}	0.0027 ^{ns}	0.0036 ^{ns}	1.16 ^{ns}
Treatment	4	0.0016	0.0090 ^{**}	0.0638 ^{**}	0.1627 ^{**}	30.01 ^{**}
Error	12	0.0009	0.0015	0.0011	0.0012	0.85
CV		10.12	13.48	9.56	7.81	9.87

*, ** and ns indicate significant difference ($P \leq 0.05$), significant difference ($P \leq 0.01$) and non-significant, respectively

جدول ۷. مقایسه میانگین شاخص شدت بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی در نوبت‌های مختلف ارزیابی مختلف و شاخص AUDPC و گروه‌بندی آن‌ها در کرج.

Table 7. Mean of disease severity index for tomato powdery mildew and AUDPC in different rounds of evaluation after fungicides treatment in Karaj.

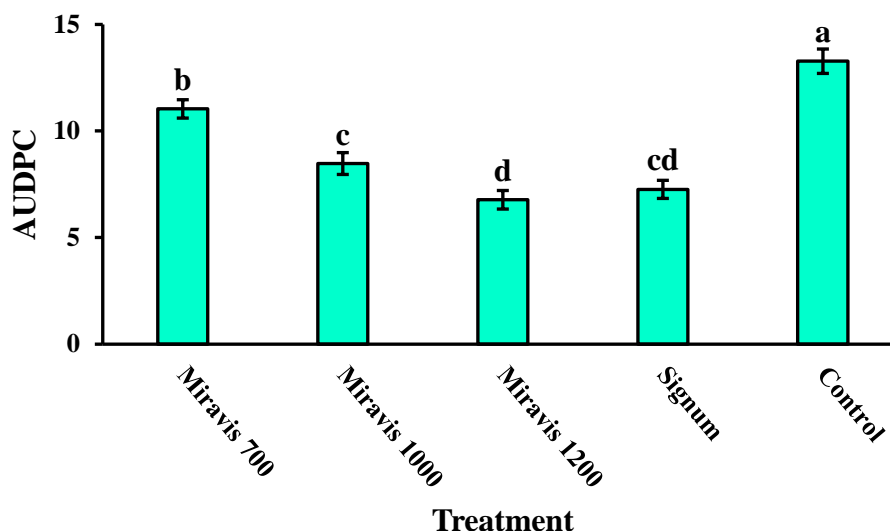
Treatment	Disease Severity index (%)			AUDPC
	2th	3th	4th	
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (700ml/ha)	32 ^b	43 ^b	56 ^b	1104 ^b
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1000ml/ha)	24 ^c	26 ^c	30 ^c	729 ^{cd}
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1200ml/ha)	22 ^c	24 ^c	28 ^c	660 ^c
<i>Signum</i> (500g/ha)	27 ^d	25 ^c	32 ^c	744 ^d
Water spray	53 ^a	60 ^a	75 ^a	1544 ^a

Means with different letter in each column are significantly different at 5% level with LSD test.

جدول ۸. کارایی تیمارها در نوبت‌های مختلف ارزیابی و کاهش مقادیر AUDPC نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی (آب پاشی) در آزمایش کرج.

Table 8. Efficiency of treatments in different evaluation rounds and reduction of AUDPC values compared to the control (water spray) in Karaj.

Treatment	Fungicide efficiency (%)			
	2th	3th	4th	AUDPC
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (700ml/ha)	39	28	26	28
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1000ml/ha)	54	56	60	53
<i>Miravis Duo</i> [®] 75 SC 200 (1200ml/ha)	58	60	62	57
<i>Signum</i> (500g/ha)	49	58	57	52



شکل ۳. اثر غلظت‌های مختلف قارچ‌کش‌های میراویس دو[®] (۷۰۰، ۱۰۰۰، ۱۲۰۰ ml/ha) و قارچ‌کش سیگنوم[®] (۵۰۰ g/ha) بر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) در آزمایش کرچ. شاخص‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، بر اساس آزمون LSD در سطح احتمال ۰/۰۵ تفاوت معنی‌داری ندارند.

Figure 3. The effect of different concentrations of Miravis Do[®] fungicides (700, 1000, 1200 ml/ha) and Signum[®] fungicide (500 g/ha) on the area under the disease progression curve (AUDPC) in the Karaj experiment. Indicators that have at least one letter in common are not significantly different based on LSD at the probability level of 0.05.

معنی‌داری نشان نداد. مقایسه تیمارهای مختلف قارچ‌کش میراویس دو[®] با شاهد، نشان داد که غلظت‌های ۱۰۰۰ ml/ha و ۱۲۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®] پس از اولین ارزیابی در دو مکان اجرای آزمایش به طور متوسط به ترتیب به میزان ۵۹٪ و ۶۵٪ در جلوگیری از بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی موثر هستند که تفاوت معنی‌داری با اثر قارچ‌کش مرجع سیگنوم[®] در بازه زمانی مورد ارزیابی ندارد. کاربرد زود هنگام محلول‌پاشی از اهمیت بسیاری برخوردار است. مشاهدات مزرعه نشان داد که همه‌گیری بیماری سفیدک پودری در شرایط محیطی مناسب در صورت عدم کنترل، به سرعت پیشرفت کرده و سطح سبز مزرعه را کاهش می‌دهد و چنانچه در مورد کرت‌های کنترل در هر دو آزمایش کرچ و مشهد نیز مشاهده شد، پس از ۲۰ روز از شروع بیماری میانگین شاخص شدت بیماری در این کرت‌ها در هر دو آزمایش دست کم به ۶۰٪ افزایش یافت. با وجود بالاتر بودن شاخص شدت بیماری در آزمایش مشهد نسبت به کرچ در شروع آزمایش، اعمال زود هنگام محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو[®]، توانست از پیشرفت همه‌گیری بیماری سفیدک پودری گوجه‌فرنگی، با کارایی ۶۵٪ جلوگیری کند. این نتایج، با نتایج Ekabote *et al.* (2019) که اثر سوسپانسیون تغلیظ شده میراویس دو[®] ۷۵ اس سی ۲۰۰ را بر دو بیماری مهم گوجه

بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دو مکان وجود اثر معنی‌دار مکان را بر شاخص شدت بیماری و شاخص AUDPC در ارزیابی اول و دوم تایید کرد. این تفاوت می‌تواند در نتیجه تفاوت اقلیم و بالاتر بودن سطح آلودگی در ارزیابی اول در یکی از مناطق اجرا (مشهد) نسبت به منطقه دیگر (کرچ) باشد. نتایج آزمایشات در دو مکان به طور کلی نشان داد که اثر تیمار ml/ha ۷۰۰ از قارچ‌کش میراویس دو[®] بر میانگین شاخص شدت بیماری اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای ml/ha ۱۰۰۰ و ml/ha ۱۲۰۰ از این قارچ‌کش در سطح احتمال ۰/۰۵ دارد. اما در هیچ یک از دو مکان اجرای آزمایش، بین اثر دو تیمار ml/ha ۱۰۰۰ و ml/ha ۱۲۰۰ از قارچ‌کش میراویس دو[®] بر میانگین شاخص شدت بیماری و شاخص AUDPC تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. علاوه بر این در بیشتر نوبت‌های ارزیابی در هر دو مکان اجرای آزمایش، میانگین شاخص شدت بیماری برای تیمارهای ml/ha ۱۰۰۰ و ml/ha ۱۲۰۰ از قارچ‌کش میراویس دو[®] و تیمار قارچ‌کش سیگنوم[®]، در گروه‌های مشابه قرار گرفته و از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نداشتند. همچنین در هر دو مکان اجرای آزمایش به جز در نخستین ارزیابی، اثر تیمارهای ml/ha ۱۰۰۰ و ml/ha ۱۲۰۰ از قارچ‌کش میراویس دو[®]، در کاهش سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در مقایسه با شاهد، تفاوت

بالا تا بسیار بالا قرار دارد. علاوه بر این قارچ‌کش‌های فلینت® و لوناتسن‌سیشن®، دارای مواد موثره مشابه (تری فلوکسی استروبین) و همچنین یونی‌لیس® همگی دارای ترکیبی از گروه قارچ‌کش‌های کیو او آی (Quinone outside, QoI-fungicides) بوده و به دلیل خطر بالای بروز مقاومت تقاطعی، استفاده پی‌در پی از آن‌ها در برنامه محلول‌پاشی جایز نیست. قارچ‌کش میراویس دو® با دو جزء قارچ‌کش دیفنوکونازول (FRAC 3) و پایدیفلومتوفن (FRAC 7) از نظر خطر بروز مقاومت در رده کم خطر تا متوسط ارزیابی می‌شود. بنابراین با رعایت اصل مصرف بهینه قارچ‌کش و با توجه به لزوم اعمال تناوب مصرف قارچ‌کش در برنامه کنترل شیمیایی سفیدک پودری، پس از ظهور علائم بیماری در مزرعه، محلول‌پاشی با غلظت ۱۰۰۰ ml/ha از قارچ‌کش میراویس دو® در چهار نوبت با فواصل هفت روزه و بطور متناوب با دیگر قارچ‌کش‌های مجاز، قابل توصیه است.

سیاسگزاری

این پژوهش به سفارش سازمان حفظ نباتات و با مساعدت مالی موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور انجام شده است که به این وسیله تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

- Aegerter B, Kong M, 2009. Comparison of fungicides for control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato. University of California Cooperative Extension, San Joaquin County, 2101 E. Earhart Ave., Ste. 200, Stockton, CA 95206.
- Aegerter BJ, Stoddard CS, Miyao EM, Le Strange M, Turini TA, 2014. Impact of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on yield and fruit quality of processing tomatoes in California. *In XIII International Symposium on Processing Tomato*, Jun 8, 1081 (pp. 153–158).
- Anonymous, 2022. Approved Miravis Duo. 33206 2022-10-26 lable. <https://www.syngenta-us.com/fungicides/miravis-duo>.
- Anonymous, 2020. FRAC Code List©, 2020. <http://www.frac.info/publications/>.
- Arushi AB, Banyal DK, 2018. Evaluation of IDM components for management of tomato powdery mildew under protected cultivation. *International*

فرنگی یعنی سفیدک پودری و لکه برگی آلترناریایی، مورد آزمون قرار دادند، تطابق دارد. همچنین مطالعات دیگری نیز اثر کنترل کنندگی اجزاء تشکیل دهنده قارچ‌کش میراویس دو® را بر بیماری سفیدک پودری در گوجه فرنگی و سایر محصولات تایید می‌کند (Bian *et al.* 2021; Arushi & Banyal 2018; Ekabote 2006). قارچ‌کش دیفنوکونازول که یکی از اجزا تشکیل دهنده میراویس دو® می‌باشد، قارچ‌کشی موفق در کنترل سفیدک‌های پودری و دارای دامنه اثر گسترده و حفاظتی بالا در برابر بیماری‌ها و از نظر خطر بروز مقاومت در سطح متوسط قرار دارد (Anonymous 2020). دیفنوکونازول در کنترل سفیدک پودری روی نشاء محصولات جالیزی در شرایط گلخانه نیز مؤثر بوده است (Keinath & DuBose 2012). تاکنون در کشور چندین قارچ‌کش مجاز برای کنترل بیماری سفیدک پودری گوجه فرنگی به ثبت رسیده است از جمله سیگنوم® (بوسکالید+پیراکلواستروبین)، فلینت® (تری فلوکسی استروبین)، لوناتسن سیشن® (تری فلوکسی استروبین+فلوپیرام)، ارتیواتاپ® (آزوکسی استروبین+دیفنوکونازول) و یونی‌لیس® (پیراکلواستروبین بوسکالید) قارچ‌کش مرجع در این تحقیق، سیگنوم® به دلیل مواد موثره بوسکالید (FRAC 7) و پیراکلواستروبین (FRAC 11)، از نظر خطر بروز مقاومت به قارچ‌کش در مزرعه در سطح

Journal of Current Microbiology & Applied Sciences 7(7): 21–31.

- Bian C, Luo J, Gao M, Shi X, Li Y, *et al.*, 2021. Pydiflumetofen in paddy field environments: Its dissipation dynamics and dietary risk. *Microchemical Journal* 170: 106709.
- Braun U, 1987. A monograph of the Erysiphales (powdery mildews). Beihefte zur Nova Hedwigia, (89).
- Campbell CL, Madden LV, 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons. New York. USA. 532 pp.
- Cerkauskas RF, Brown J, 2015. Aspects of the epidemiology and control of powdery mildew (*Oidium neolyopersici*) on tomato in Ontario, Canada. *Canadian Journal of Plant Pathology* 37: 448–464. doi: 10.1080/07060661.2015.1113443
- Cerkauskas RF, Ferguson G, Banik M. 2011. Powdery mildew (*Leveillula taurica*) on greenhouse and field peppers in Ontario—host range, cultivar response and

- disease management strategies. *Canadian Journal of Plant Pathology* 33(4): 485–498.
- Correll J, Gordon T, Elliott V, 1987. Host range, specificity, and biometrical measurements of *Leveillula taurica*. *Plant Disease* 71, 249. doi: 10.1094/PD-71-0248
- De Giovanni C, Dell'Orco P, Bruno A, Ciccarese F, Lotti C, Ricciardi, L. 2004. Identification of PCR-based markers (RAPD, AFLP) linked to a novel powdery mildew resistance gene (ol-2) in tomato. *Plant Science* 166(1): 41–48.
- Ekabote SD, Pruthviraj NP, Ravindra H, 2019. Evaluation of Pydiflumetofen 7.5% + Difenconazole 12.5% w/v (200 SC) on tomato against early blight (*Alternaria* spp), and powdery mildew (*Leveillula taurica*) under field condition. *International Journal of Chemical Studies* 7(5): 2484–2488.
- Esmaili Z, Sharifnabi B, Khajehali J, 2023. Primarily evaluation of some selected fungicides on the root rot agents of apple trees in Isfahan province. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 12 (2): 169–176
- Fani SR, Azimi H, Beiki F, Najafinia M, 2022. Efficacy of copper oxychloride brands in the control of cucumber downy mildew. *Journal of Applied Research in Plant Protection* 10 (4): 81–89.
- Hoseinkhaniha S, Khodaparast SA, Zarabi MM, Razaz Hashemi, SR, 2012. Powdery mildew of tomato in Qazvin province of Iran: host range, morphological and molecular characterization. *Journal of Crop Protection* 1(2): 143-152.
- Huang CC, Groot T, Dekens FM, Niks RE, Lindhout P, 1998. The resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersici*) in *Lycopersicon* species is mainly associated with hypersensitive response. *European Journal of Plant Pathology* 104: 399–407.
- Huang CC, Van de Putte PMH, van der Meer JG, Dekens FM, Lindhout P, 2000. Characterization and mapping of resistance to *Oidium lycopersicum* in two *Lycopersicon hirsutum* accessions: evidence for close linkage of two Ol-genes on chromosome 6 of tomato. *Heredity* 85: 511–520.
- Jankovics T, Bai Y, Kovács GM, Bardin M, Nicot PC, et al., 2008. *Oidium neolyopersici*: intraspecific variability inferred from amplified fragment length polymorphism analysis and relationship with closely related powdery mildew fungi infecting various plant species. *Phytopathology* 98: 529–540.
- Jones H, Whipps, JM, Gurr SJ, 2001. The tomato powdery mildew fungus *Oidium neolyopersici*. *Molecular Plant Pathology*, 6: 303–309.
- Jones WB, Thomson SV, 1987. Source of inoculum, yield, and quality of tomato as affected by *Leveillula taurica*. *Plant Disease* 71(3): 266–268.
- Karaoglanidis GS, Karadimos DA. 2006. Efficacy of strobilurins mixtures with DMI fungicides in controlling powdery mildew in field-grown sugar beet. *Crop Protection* 25(9): 977–983.
- Keinath AP, DuBose VB, 2012. Controlling powdery mildew on cucurbit rootstock seedlings in the greenhouse with fungicides and biofungicides. *Crop protection*, 42; 338–344.
- Kiss L, Takamatsu S, Cunnington JH, 2005. Molecular identification of *Oidium neolyopersici* as the causal agent of the recent tomato powdery mildew epidemics in North America. *Plant Disease* 89(5): 491–496.
- Konstantinidou-Doltsinis S, Markellou E, Kasselaki AM, Fanouraki MN, Koumaki CM, et al., 2006. Efficacy of Milsana®, a formulated plant extract from *Reynoutria sachalinensis*, against powdery mildew of tomato (*Leveillula taurica*). *BioControl* 51: 375–392.
- Lage DAC, Marouelli WA, da SS Duarte H, & Café-Filho AC. (2015). Standard area diagrams for assessment of powdery mildew severity on tomato leaves and leaflets. *Crop Protection* 67: 26–34.
- Li C, Bai Y, Jacobsen E, Visser R, Lindhout P, Bonnema G, 2006. Tomato defense to the powdery mildew fungus: differences in expression of genes in susceptible, monogenic and polygenic resistance responses are mainly in timing. *Plant Molecular Biology* 62: 127–140.
- Lindhout P, Pet G, van der Beek H, 1994. Screening wild *Lycopersicon* species for resistance to powdery mildew (*Oidium lycopersici*). *Euphytica* 72: 43–49.
- Ma Z, Michailides TJ, 2005. Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular detection of resistant genotypes in phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 24(10): 853–863.
- McGrath MT, 2005. Guidelines for Managing Cucurbit Powdery Mildew with Fungicides. Department of Plant Pathology, Cornell University. Long Island Horticultural Research and Extension Center,

Riverhead, USA.

McGrath, MT, 1997. Powdery Mildew of Cucurbits Fact Sheet Page Department of Plant Pathology, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Cornell University. Pp. 730-732.

Mieslerova B, Lebeda A, Chetelat RT, 2000. Variation in response of wild *Lycopersicon* and *Solanum* spp. against tomato powdery mildew (*Oidium lycopersici*). *Journal of Phytopathology* 148: 303–311.

Mieslerova B, Lebeda A, Kennedy R, 2004. Variation in *Oidium neolycopersici* development on host and non-host plant species and their tissue defence responses. *Annals of Applied Biology* 144: 237–248.

Mosquera S, Chen LH, Aegerter B, Miyao E, *et al.*, 2019. Cloning of the cytochrome b gene from the tomato powdery mildew fungus *Leveillula taurica* reveals high levels of allelic variation and heteroplasmy for the G143A mutation. *Frontiers in Microbiology* 10: 663–667.

Shashikumar KT, Pitchaimuthu M, Kumar DP, Rawal

RD, 2011. Heterosis and combining ability for resistance to powdery mildew in adult melon plants. *Plant Breeding* 130(3): 383–387.

Turini TA, Rodriguez DA, 2011. Evaluation of materials for control of powdery mildew on processing tomato. University of California Cooperative Extension, San Joaquin County, 2101 E. Earhart Ave., Ste. 200, Stockton, CA 95206.

Vielba-Fernández A, Polonio Á, Ruiz-Jiménez L, de Vicente A, Pérez-García A, *et al.*, 2020. Fungicide resistance in powdery mildew fungi. *Microorganisms* 8(9): 1431

Wheeler BE, 1969. An Introduction to Plant Diseases. John Wiley and Sons, London.

Whipps JM, Budge SP, & Fenlon JS, 1998. Characteristics and host range of tomato powdery mildew. *Plant Pathology*, 47(1): 36-48.

Yanar Y, Yanar D, & Gebologlu N, 2011. Control of powdery mildew (*Leveillula taurica*) on tomato by foliar sprays of liquid potassium silicate (K₂SiO₃). *African Journal of Biotechnology* 10(16): 3121-3123.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)