کارآیی قارچ‌کش تری‌فلومیزول (تریفمین® EC 15%) در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب درختی

احمد حیدریان*[۱]، کاووس کشاورز[۲] و محمد محمدی‌پور[۳]

۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران. ۲. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کهگیلویه و بویراحمد، ایران. ۳. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان شرقی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تبریز، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۱۶ تاریخ پذیرش: ۹۹/۱۰/۱۷

چکیده:

بیماری سفیدک پودری یکی از مهم‌ترین و شایع‌ترین بیماری‌های سیب درختی است که باعث کاهش کمیت و کیفیت میوه می‌شود. کارآیی قارچ‌کش تری‌فلومیزول (تریفمین® EC 15%) به‌عنوان قارچ کش هدف در کنترل سفیدک پودری سیب در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار و با ۷ تیمار شامل: غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ در هزار تری‌فلومیزول، غلظت ۰/۳ در هزار تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® WG 75%) به‌عنوان قارچ‌کش مقایسه‌ای و شاهدها (بدون هرگونه عملیات و محلول‌پاشی با آب) بررسی شد. آزمایش در سه استان اصفهان (سمیرم)، کهگیلویه و بویراحمد (یاسوج) و آذربایجان شرقی (تبریز) روی رقم حساس گلدن دلیشز (پایه بذری) با سابقه آلودگی اجرا گردید. سم‌پاشی در سه نوبت (تورم جوانه‌های گل، بعد از ریزش کامل گل‌برگ‌ها و دو هفته بعد از نوبت دوم) انجام شد. ارزیابی کرت‌های آزمایشی در نیمه دوم شهریور و همزمان با کامل‌شدن جوانه‌های انتهایی، با انتخاب تصادفی پنجاه برگ از ۱۰ شاخه و با محاسبه درصد وقوع و درصد شدت بیماری بر اساس الگوی اسپنسر انجام شد. داده‌ها در برنامه آماری SAS تجزیه واریانس و میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. مقایسه میانگین‌ها نشان‌دادکه غلظت‌های ۱ و ۱/۲۵ در هزار تری‌فلومیزول و غلظت ۰/۳ در هزار تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول به ترتیب با ۷۸ تا ۹۳ درصد و ۷۹ تا ۹۵ درصد کاهش وقوع و شدت بیماری نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی در یک گروه آماری قرار گرفتند. بنابراین، بر اساس نتایج حاصل از تجزیه داده‌ها، یک در هزار تری‌فلومیزول، برای مدیریت بیماری سفیدک پودری سیب قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: گلدن، سفیدک، ناتیوو، کنترل شیمیایی.

* **مسئول مکاتبات:** احمد حیدریان، ahmadheidarian@yahoo.com

مقدمه:

سیب (*Malus domestica* Borkh.) بعد از مرکبات، انگور و موز، چهارمین محصول با ارزش باغبانی است که در نواحی مختلف دنیا به‌صورت تجاری تولید می‌شود (O'Rourke, 2003). ایران با سطح زیرکشت ۲۴۵۲۷۲ هکتار (بارور و غیربارور) و تولید ۲/۹ میلیون تن در سال رتبه سوم را در جهان دارا است (Anonymous, 2018). ارقام سیب تجاری که امروزه در دسترس است از اجداد وحشی آن‌ها در نواحی مرکزی اوراسیا (Eurasia) منشاء گرفته‌اند. این ناحیه، بزرگ‌ترین مسیر تردد در گذشته بوده و باعث گردیده که درخت سیب در تمام قسمت‌های نیم‌کره شرقی گسترش پیدا کند. رومانی‌ها نقش به‌سزائی در گسترش سیب در اروپا داشتند (Luby *et al.*, 2001). قارچ عامل سفیدک پودری سیب (*Podosphaera leucotricha* (Ellis & Everh.) E. S. Salmon) برگ‌ها، شکوفه‌ها، جوانه‌ها و میوه‌ها را آلوده می‌کند. روی میوه‌ها باعث زنگار می‌گردد که به تبع آن کیفیت محصول کاهش می‌یابد و خسارت اقتصادی قابل توجه درپی‌دارد (Hickey and Yoder, 1990). قارچ عامل بیماری به‌صورت میسلیوم در جوانه‌های انتهایی شاخه‌های نورسته که در فصل قبل آلوده بوده‌اند، زمستان‌گذرانی می‌کند. آلودگی اولیه روی برگ‌هایی که از جوانه‌های آلوده در اوایل بهار خارج می‌شوند اتفاق می‌افتد و باعث ظهور رنگ نقره‌ای تا سفید در آن‌ها می‌شود. سیخک‌ها کوتاه، بدشکل و سرانجام از بین خواهند رفت. آلودگی شدید باعث پیچش و خشک شدن برگ‌ها می‌شود. آلودگی ثانوی باعث بروز لکه‌های سفید مشخص ناشی از کنیدی‌های قارچ غالبا روی و به‌ندرت پشت برگ‌های جوان درحال رشد می‌شود (Xu, 1999). کنترل سفیدک پودری در ارقام حساس سیب تنها با سموم امکان‌پذیر است. استفاده نادرست از نوع و غلظت مناسب قارچ‌کش‌ها و زمان استفاده از آن‌ها، نه‌تنها هزینه‌های تولید را بالا می‌برد بلکه، اثرات سوء زیست‌محیطی به‌همراه دارد. برای کنترل آلودگی اولیه سفیدک پودری سیب در دو مرحله تورم جوانه‌ها و ریزش کامل گل‌برگ‌ها سم‌پاشی صورت می‌گیرد. برای کنترل آلودگی‌های ثانویه در ایران تا دو بار (Heidarian and Karimi Shahri, 2014; Irani and Ashkan, 1998) و در برخی نقاط دنیا همراه با بیماری لکه سیاه تا ۳۰ نوبت، بسته به شرایط آب‌وهوایی، حساسیت رقم و روش‌های مدیریت سمپاشی صورت می‌گیرد (Holb and Kunz, 2016). برای کاهش هزینه و حفظ کیفیت تولید، استفاده از قارچ‌کش‌ها با نقطه اثر اختصاصی و مصرف کم‌تر ضروری است. اگرچه لازم است بحث مقاومت بیمارگر به این‌گونه قارچ‌کش‌ها را نیز در نظر گرفت. در این راستا، استفاده از قارچ‌کش‌های با مکانیزم اثر متفاوت در برنامه کنترل بیماری ضروری است. پیش‌گیری و کنترل بیماری به‌علت بروز نژادهای مقاوم به سموم از مشکلات اساسی است (Mitre, *et al.*, 2009). منطقی‌ترین روش کنترل سفیدک پودری سیب درختی استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل است (Heidarian and Pirmoradian 2012; Popp *et al.*, 2016)، اما در بعضی موارد میزان مقاومت یا تحمل ارقام در حدی نیست که محصول عاری از بیماری برداشت شود. درآن‌صورت، استفاده از قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری اجتناب‌ناپذیر است. در ایران بسته به شرایط اقلیمی، شدت و درصد وقوع آلودگی روی ارقام مختلف متفاوت است و غالبا نیاز به سمپاشی‌های متوالی جهت کنترل بیماری می‌باشد. در بعضی سال‌ها که زمستان‌ها از نظر دمایی متعادل و شرایط آب‌وهوایی در بهار برای توسعه بیمارگر فراهم است (به‌خصوص روی ارقام حساس) به ۴ تا ۵ نوبت سمپاشی با قارچ‌کش‌های حفاظتی و سیستمیک برای کنترل بیماری نیاز است.

درخصوص کنترل شیمیایی سفیدک پودری سیب درختی مطالعات زیادی در خارج بعمل آمده است، نتایج

حاصل نشان می‌دهد که قارچ‌کش‌های دینوکاپ، گوگرد وتابل، پنکونازول (توپاس® 20% EW)، نوآریمول (تریمیدال® 9% EC)، تیوفانات متیل (توپسین‌ام® WP 70%)، کاربندازیم (باویستین® 50% WP)، تتراکونازول (دومارک® 100% EC)، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت® 50% WG) و کرزوکسیم متیل (استروبی® 50% WG) به‌صورت مستقل یا توأم با قارچ‌کش‌های حفاظتی تاثیر خوبی در کنترل بیماری داشته‌اند (Gupta and Sharma 2003, Sirvastava and Roy 1988, Karaoglanidis and Karadimos 2006, Reuveni 2006, Al-Rawashdeh 2013). قارچ‌کش‌ها آلودگی‌های اولیه را کاهش می‌دهند و مانع آلودگی‌های ثانوی برگ‌ها و جوانه‌ها می‌شوند (Drimal *et al.*, 2007).

در ایران استفاده توأم هرس سرشاخه‌های آلوده و قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل یا کاراتان و قارچ‌کش پلی‌سولفور برای مبارزه زمستانه با بیماری موثر دانسته شده است (Banihashemi, 1960). همچنین تأثیر قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل، کاپتان، دینوکاپ، کالیکسین، کاربندازیم، توپسین، دودین، تریمیدال و توپاس در ۴ نوبت سم پاشی مورد بررسی قرارگرفته که بهترین تأثیر مربوط به قارچ‌کش‌های تریمیدال و توپاس بوده است (Filsoof and Behdad, 1998). تاثیرگوگرد وتابل، تیوفانات‌متیل، بنومیل و دینوکاپ در ۲ زمان سمپاشی (سبز کامل غنچه‌ها و صورتی‌شدن جوانه‌های گل) مورد بررسی قرارگرفته و مشخص‌گردیده که قارچ‌کش بنومیل تاثیر معنی‌داری در کنترل بیماری ندارد (Irani and Ashkan, 1998). اثر قارچ‌کش‌های استروبی و فلینت بر روی سفیدک پودری سیب مورد بررسی قرار گرفته و مشخص گردیده که قارچ‌کش‌های فوق‌الذکر با میزان مصرفی ۰/۲ در هزار نتایج مطلوبی در مقایسه با سموم متداول داشته‌اند (Irani *et al.*, 2002). تتراکونازول (Heidarian and Karimi Shahri, 2013) و ناتیوو از دیگر قارچ‌کش‌هایی هستند که به نسبت ۰/۳ در هزار، ۳ الی ۴ نوبت محلول‌پاشی در کنترل سفیدک پودری سیب در ایران موثر دانسته شده است (Afzali *et al.*, 2014). ناتیوو® ترکیبی از دو قارچ کش تبوکونازول ٪۵۰ و تری‌فلوکسی‌استروبین ٪۲۵ است که تیوکونازول با ممانعت از تشکیل دیواره سلولی نقش معالجه کننده را ایفا می‌کند در صورتی‌که، تری‌فلوکسی‌استروبین از طریق تأثیر در فرایند تنفس میتوکندریایی از جوانه زنی اسپور جلوگیری می‌کند و نقش پیش‌گیری‌کنندگی دارد (Matheron, 2001).

استفاده مکرر از قارچ‌کش‌های سیستمیک با ساز وکار اثر یکسان باعث بروز نژاد (های) مقاوم بیمارگر می‌شود که سال‌ها دوام می‌آورند و خطر مقاوم شدن بیمارگر را به همان گروه قارچ‌کش سیستمیک افزایش می‌دهد. در این راستا، لازم است از قارچ‌کش‌های با سازوکار اثر متفاوت استفاده شود (Reuveni, 2000). با توجه به موارد ذکر شده در این آزمایش، قارچ‌کش تری‌فلومیزول با نام تجاری تریفمین® مورد بررسی قرار گرفت. تری‌فلومیزول از گروه ایمیدازول‌ها (imidazoles) با ممانعت از بیوسنتز ارگوسترول (DMI) (DeMethylation Inhibitors) مانع ساخت دیواره سلولی می‌شود (Ota, 2013). تری‌فلومیزول با نام تجاری تریفمین® در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC) از نظر بروز مقاومت دارای ریسک متوسط است (Anonymous, 2020).

مواد و روش‌ها:

آزمایش‌ها در سه استان اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی روی رقم گلدن دلیشز (پایه بذری) هم‌سان و در باغ‌هایی با سابقه آلودگی اجرا شد. آبیاری، تغذیه و مدیریت‌های دیگر براساس توصیه برای باغ‌های تجاری و عرف منطقه بود. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۴ تکرار (هر پلات

آزمایشی شامل دو اصله درخت) اجرا شد. برای جلوگیری از تداخل تیمارها، بین تیمارها یک درخت فاصله در نظر گرفته شد. تیمارهای آزمایش، غلظت‌های ۰/۵، ۰/۷۵، ۱ و ۱/۲۵ در هزار تریفمین®، ۰/۳ در هزار ناتیوو® و شاهد با آب‌پاشی و شاهد بدون آب‌پاشی بودند. محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش موتوری لانس‌دار ۱۰۰ لیتری فرغونی در سه نوبت (زمان تورم جوانه‌های گل، بعد از ریزش گل‌برگ‌ها و سه هفته بعد از نوبت دوم) انجام شد (Adaskaveg *et al.*, 2011).

در نیمه دوم شهریور و هم‌زمان با کامل‌شدن جوانه انتهایی، ۱۰ برگ جوان انتهایی (Biggs *et al.*, 2009) ۵ شاخه روی هر درخت (۴ شاخه در ۴ جهت جغرافیایی و یک شاخه وسط درخت) جدا و برگ‌های مربوط به هر تیمار و تکرار به‌صورت مجزا در کیسه‌های کاغذی همراه با برچسب مربوطه قرار داده شد و پس از انتقال به آزمایشگاه، درصد وقوع آلودگی برگ‌ها بر اساس فرمول ($PDI = \frac{nd}{N} \times 100$) محاسبه و تجزیه‌وتحلیل شد که در آن PDI: درصد وقوع بیماری، nd: تعداد برگ‌های آلوده (از برگ‌های جوان‌تر جدا شده) و N: تعداد کل برگ‌های شمارش شده بود.

شدت بیماری با توجه به مقیاس‌های (صفر: بدون آلودگی، ۱: آلودگی ۱٪≤، ۲: آلودگی ٪۵-۲، ۳: آلودگی ٪۲۰-۶، ۴: آلودگی ٪۴۰-۲۱، ۵: آلودگی بیش‌تر از ۴۰٪ و ۶: آلودگی ۱۰۰٪) مورد ارزیابی قرارگرفت (Spencer, 1977). میزان درصد شدت بیماری با استفاده از فرمول ($PDS = \frac{\sum(ni \times vi)}{V \times N} \times 100$) محاسبه شد که در آن (PDS: درصد شدت بیماری در هر تکرار، ni: تعداد برگ‌های دارای درجه آلودگی مشابه در هر تکرار، vi: شاخص بیماری برای هر سطح از آلودگی N: تعداد کل برگ‌های مورد بررسی در هر تکرار) و V: حداکثر درجه آلودگی است.

داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS تجزیه و میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با یکدیگر مقایسه شدند.

نتایج:

ابتدا آزمون یکنواختی واریانس‌های خطای سه آزمایش برای داده‌های دو صفت تحت مطالعه در سه منطقه انجام شد. نتیجه نشان‌داد که آزمون بارتلت معنی‌دار نیست. نتایج تجزیه مرکب نشان داد اثر مکان و اثر متقابل آن بر تیمار در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول ۱). بنا به این نتایج، تجزیه داده‌ها برای مکان‌های اجرا به‌صورت جداگانه انجام شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب داده‌های درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری سفیدک پودری برگ‌های سیب در استان‌های اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی.

Table 1. Combined analysis of variance of disease incidence percent and disease severity percent of apple leaves powdery mildew in Esfahan, Kohgiloye va Boverahmad and eastern Azerbaijan provinces.

S.O.V.	D.F.	Mean squares (%)			
		Disease severity	Pr > F	Disease incidence	Pr > F
Place	2	5258.42**	<0.0001	2578.47**	<0.0001
Replicate (Place)	9	6.57^{ns}	0.0138	11.31^{ns}	0.0437
Treatment	6	8476.72**	<0.0001	13180.46**	<0.0001
Place × Treatment	12	270.20**	<0.0001	141.02**	<0.0001
Error	54	2.51	-	5.34	-
C.V.	-	10.65%	-	12.8%	-

** Significant at 1% level

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

نتایج تجزیه واریانس در سه مکان نشان داد که اثر تیمار (قارچ‌کش) بر درصد وقوع و درصد شدت آلودگی برگ‌های درختان سیب به سفیدک پودری در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار است (جدول۲). مقایسه میانگین تیمارها از نظر آلودگی (با استفاده از آزمون‌چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪) نشان داد که تمامی قارچ‌کش‌ها نسبت به شاهد توانسته‌اند، کاهش معنی‌داری را از نظر درصد وقوع آلودگی و درصد شدت بیماری در هر سه مکان آزمایشی ایجاد کنند (جدول ۳). در استان اصفهان قارچ‌کش‌های تریفمین® ۱/۲۵ در هزار، ناتیوو® ۰/۳ در هزار و تریفمین® ۱ در هزار به‌ترتیب با تقریبا ۸۳، ۸۲ و ۸۰ درصد کنترل شدت بیماری، نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی، بیش‌ترین تاثیر را داشتند و کم‌ترین میزان کنترل شدت بیماری مربوط به تیمارهای تریفمین® ۰/۵ در هزار و تریفمین® ۰/۷۵ در هزار، به‌ترتیب با ۵۴ و ۵۷ درصد کنترل نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی بود (جدول ۳). درصد وقوع بیماری نیز وضعیتی مشابه درصد شدت بیماری روی برگ‌ها داشت.

در استان کهگیلویه و بویراحمد، کاربرد قارچ‌کش‌های تریفمین® ۱/۲۵ در هزار، ناتیوو® ۰/۳ در هزار و تریفمین® ۱ در هزار، در سه مرحله محلول‌پاشی روی سیب، در مقایسه با شاهدها موجب بیش‌ترین کاهش درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری روی برگ شدند (جدول ۳). نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان‌داد که قارچ‌کش‌های مورد آزمایش براساس غلظت مورد استفاده، از نظر درصد وقوع و شدت بیماری در گروه‌های مجزا قرار دارند (جدول۳).

در استان آذربایجان شرقی، تریفمین® ۱/۲۵ در هزار، ناتیوو® ۰/۳ در هزار و تریفمین® ۱ در هزار، بیش‌ترین تاثیر را در کاهش درصد وقوع و درصد شدت بیماری دارند (جدول ۳).

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری روی برگ‌های سیب در سه استان اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی.

Table 2. analysis of variance of disease incidence percent and disease severity percent on apple leaves in Esfahan, Kohgiloye va Boverahmad and eastern Azerbaijan provinces.

S.O.V.	D.F.	Mean spuares (%)					
		Esfahan		Kohgiloye va Boverahmad		Eastern Azerbaijan	
		Disease severity	Disease incidence	Disease severity	Disease incidence	Disease severity	Disease incidence
Replicate	3	5.91	17.43	5.13	2.13	8.67	14.38
Treatment	6	4842.81**	4500.31**	2447.24**	5219.98**	1727.07**	3742.20**
Error	18	3.49	4.38	1.99	16.82	2.05	4.96
C.V.	-	4.06%	8.70%	7.43%	8.95%	4.96%	5.22%

** Significant at 1% level

**معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری روی برگ‌های سیب در سه استان اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی.

Table 3. Mean comparison of disease incidence percent and disease severity percent on apple leaves in Esfahan, Kohgiloye va Boverahmad and eastern Azerbaijan provinces.

Treatment	Mean squares* (%)											
	Esfahan				Kohkiloye va Boverahmad				Eastern Azerbaijan			
	Disease severity	Efficacy	Disease incidence	Efficacy	Disease severity	Efficacy	Disease incidence	Efficacy	Disease severity	Efficacy	Disease incidence	Efficacy
Trifmin® 0.5 ml^{-1}	43.17b	54	43.75b	53	27.37b	51	21.75b	73	27.06b	52	40.50b	52
Trifmin® 0.75 ml^{-1}	40.77b	57	42.20b	54	26.62b	52	20.75b	74	25.41b	55	39.52b	53
Trifmin® 1 ml^{-1}	18.22c	81	20.67c	78	3.00c	95	5.75c	93	11.77c	79	17.75c	79
Trifmin® 1.25 ml^{-1}	15.60c	83	19.40c	79	2.47c	96	5.50c	93	11.04c	80	15.75c	81
Nativo® 0.3 gl^{-1}	16.37c	83	17.57c	81	3.30c	94	5.25c	93	11.31c	80	16.00c	81
Control (without any spraying)	94.08a	0	92.75a	0	55.54a	0	80.25a	0	56.45a	0	84.50a	0
Control (water spraying)	94.35a	0	95.00a	0	55.00a	0	83.00a	0	58.80a	0	85.00a	0

* The means of each column followed by common letters are not significantly different (Duncan's multiple range test α= 5%)

* میانگین‌های هر ستون که حداقل دارای یک حرف مشترک هستند اختلاف معنی‌دار ندارند (آزمون چنددامنه‌ای‌دانکن در سطح احتمال ۵٪).

بحث:

نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل داده‌ها نشان داد که قارچ‌کش‌های مورد آزمون تراکنش متفاوت و معنی‌داری با یکدیگر نسبت به بازدارندگی بیماری سفیدک پودری در رقت‌های مختلف دارند. کلیه‌ی قارچ‌کش‌ها و غلظت‌های مورد استفاده در هر سه مکان اجرای آزمایش، بین ۹۳-۵۲ درصد اثر بخشی روی وقوع بیماری و ۹۵-۵۰ درصد اثربخشی روی شدت بیماری سفیدک پودری درختان سیب نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی داشته‌اند. این تفاوت نشان دهنده‌ی موثر بودن قارچ‌کش‌های مورد استفاده در کنترل بیماری است. بیش‌ترین اثربخشی روی برگ نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی، مربوط به تیمار ۱/۲۵ درهزار تریفمین®، به‌ترتیب، با ۷۹، ۹۳ و ۷۹ در صد کنترل وقوع بیماری و ۸۳، ۹۴ و ۸۱ در صد کنترل شدت بیماری در استان‌های اصفهان، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان شرقی بود. درحالی‌که، غلظت ۰/۵ در هزار و ۰/۷۵ در هزار تریفمین®، کم‌ترین کارآیی را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی، یعنی بین ۷۴-۵۳ درصد و ۵۷-۵۰ درصد اثربخشی به‌ترتیب، روی وقوع و شدت بیماری، در کنترل بیماری داشتند. غلظت ۰/۳ در هزار ناتیوو®، بین ۹۴-۸۰ درصد تاثیر روی وقوع و شدت بیماری، نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی، نیز از کارآیی خوبی در کنترل بیماری برخوردار بود. این نتیجه، بیان‌گر آن است که، هر دو قارچ‌کش مورد استفاده با سه نوبت محلول‌پاشی در زمان تورم جوانه‌های گل، بعد از ریزش گل‌برگ‌ها و دو هفته بعد از نوبت دوم در کنترل بیماری موثر بوده‌اند. نظر به اینکه، غلظت ۱/۲۵ و ۱ در هزار تریفمین® از کارآیی بهتری نسبت به غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۷۵ در هزار آن‌ها برخوردار بودند و با توجه به این‌که، غلظت ۱/۲۵ در هزار تریفمین® و ۱ در هزار تریفمین® در یک گروه آماری قرار دارند لذا، غلظت ۱ در هزار تریفمین® با ۹۳-۷۹ درصد و ۵۷-۵۰ درصد اثربخشی به‌ترتیب، درخصوص کنترل وقوع و شدت بیماری در سه مکان مورد آزمایش، به‌عنوان بهترین غلظت برای کنترل بیماری توصیه می‌گردد.

نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که قارچ‌کش تریفمین® اثر کنترل‌کنندگی خوبی روی سفیدک پودری درختان سیب دارد. این نتایج، با نتایج مطالعات متعدد انجام‌شده روی قارچ‌کش تریفمین® مطابقت دارد (Zhang *et al.*, 2016; Matheron and Porchas, 2013). این قارچ‌کش روی سفیدک‌های پودری موثر معرفی شده است (Zhang *et al.*, 2016; Matheron and Porchas, 2013). تری‌فلومیزول یک قارچ‌کش با دامنه اثر وسیع از گروه ایمیدازول‌ها (imidazoles) است که با ممانعت از بیوسنتز ارگوسترول (DeMethylation Inhibitors) (DMI) مانع ساخت دیواره سلولی می شود

(Ota, 2013). تری‌فلومیزول با نام تجاری تریفمین® در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC) از نظر بروز مقاومت دارای ریسک متوسط است (Anonymous, 2020) و یک قارچ‌کش مناسب درتناوب با قارچ‌کش های رایج در مدیریت بیماری سفیدک پودری در ایران است. قارچ کش های تری فلوکسی‌استروبین (فلینت® 50% WG) و کرزوکسیم متیل (استروبی® 50% WG) قبلا روی سفیدک پودری سیب در ایران به ثبت رسیده‌اند (Irani *et al.*, 2002) هر دو از قارچ‌کش‌های QoI (Quinone outside Inhibitors) هستند که مانع جوانه‌زنی اسپور از طریق اختلال در فرایند تنفس سلولی می‌شوند و احتمال بروز مقاومت درمقابل آن‌ها بالا است (Anonymous, 2020). علاوه بر آن، قارچ کش‌های ترا کونازول (دو مارک® 100% EC) و پنکو نازول (تو پاس® EW 20%) نیز از گروه DMI با ممانعت از تولید استرول‌ها (Strols) روی سفیدک پودری در ایران به ثبت رسیده‌اند (Heidarian and Karimi Shahri, 2014; Filsoof and Behdad, 1998) که از نظر بروز مقاومت دارای ریسک متوسط‌اند (Anonymous, 2020). ناتیوو® نیز یک قارچ‌کش ترکیبی (تبوکونازول از گروه DMI (DeMethylation Inhibitors) با خطر بروز مقاومت متوسط و تری‌فلوکسی‌استروبین از گروه QoI با خطر بروز مقاومت بالا) است که روی سفیدک پودری سیب درختی درایران به ثبت رسیده و به‌عنوان قارچ‌کش مقایسه‌ای در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفته است (Afzali *et al.*, 2014). بنابراین، با توجه به نحوه اثر، قارچ کش تریفمین® یک در هزار در تناوب با قارچ‌کش‌های فلینت®، استروبی® و ناتیوو® در مدیریت بیماری موثر و مناسب است.

References:

Adaskaveg, J. E., Gubler, D., Michailides, T. and Holtz, B. 2011. Efficacy and timing of fungicides, bactericides, and biologicals for deciduous tree fruit, nut, strawberry, and vine crops. Department of Plant Pathology, University of California Davis. 47pp.

Anonymous. 2020. Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering). Available on the publications page [*http://www.frac.info*]. Accessed on [24/4/2019].

Anonymous. 2018. Agriculture Statistics. Volume III. [Available in https://www.maj.ir/Dorsapax/userfiles/Sub65/Amarnamehj3-1397-site.pdf] [Accessed on 20/6/2020].

Afzali, H., Heidarian, A. and Hanifeh, S. 2013. Evaluation of the efficacy of Nativo 75% WG fungicide on apple powdery mildew compared with common fungicides. Agricultural and Natural Resource Research Center of Khorasan-Razavi. Final Report. (Farvast no. 48508 date: 10/03/2015).

Al-Rawashdeh, Z. 2013. Ability of mineral salt and some fungicides to suppress apple powdery mildew caused by the fungus *Podosphaera leucotricha*. Asian Journal of Plant Pathology. 7(1): 54-59.

Banihashemi, Z. 1960. Apple powdery mildew and its control. M.Sc. Thesis, Tehran University, Karaj, Iran. 52pp. [In Persian with English Summary].

Biggs, A. R., Yoder, K. S. and Rosenberger, D. A. 2009. Relative susceptibility of selected apple cultivars to powdery mildew caused by *Podosphaera leucotricha*. Online. Plant Health Progress doi: 10.1094/ PHP-2009-1119-01-RS. [Available in https://www.plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2009/powdery/] Accessed: 24/4/2019..

Drimal, J., Urgeove, E., Ondrejoviv, M. and Felcer, M. 2007. Quantative and qualitative parameters of apple-tree fruitage affected by different treatment against powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). Agiculture. (53): 124-131.

Filsoof, F., Behdad, E. and Hassan-Pour, H. 1998. Studies on the powdery mildew of apple in Semirom and its chemical control. Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection congress. 23-27 August 1998 Karaj, Iran, p. 234. [In Persian].

Gupta, J. and Sharma, N. L. 2003. Chemical control of powdery mildew of apple in warmer climate of Himachal Pradesh, India. Ishsacta Horti. (696): 7.

Heidarian, A. and Karimi Shahri, M. 2014. To evaluate the efficacy of the fungicide tetraconazole against apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha* Ellis. & Everh.). Pesticides in Plan Protection Sciences. 1(1): 1-7. [In Persian with English summary].

Heidarian, A. and Pirmoradian, M. 2012. Relative susceptibility of some commercial and native apple cultivars to powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) under natural conditions. Iranian Journal of Plant Pathology. 48 (1): 129-133 [In Persian with English Summary].

Hickey, K. D. and Yoder, K. S. 1990. Powdery mildew. In: Jones A. L. and Aldwinckle H. S. (Eds.), Compendium of Apple and Pear Diseases American Phytopathological Society, St. Paul, pp. 9-10.

Holb, I. J. and Kunz, S. 2016. Integrated control of apple scab and powdery mildew in an organic apple orchard by combining potassium carbonates with wettable sulfur, pruning and cultivar susceptibility. Plant Disease. (100): 1894-1905.

Irani, H. and Ashkan, M. 1998. Study of the effectiveness of some fungicides against powdery mildew of apple in western Azarbaijan province. Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection congress. 23-27 August 1998 Karaj, Iran, p. 216. (In Persian).

Irani, H., Karbalai, H. and Khabbaz Jolfaii, H. 2002. Study of the effectiveness of two new fungicides against powdery mildew of apple in West Azarbaidjan and Ardabil provinces proceeding of the 15th Iranian Plant Protection congress.7-11 sep. Razi University of Kermanshah, Iran, p. 135. (In Persian).

Karaoglandis, G. S. and Karadimos, D. A. 2006. Efficacy of strobilurins and mixtures with DMI fungicides in controlling powdery mildew in field grown sugarbeet. Crop Protection. (25): 977-983.

Luby, J., Forsline, P., Aldwinckle, H., BUS V. and Geibel, M. 2001. Silk Road apples—collection, evaluation, and utilization of *Malus sieversii* from Central Asia. HortScience. (36): 225–231.

Matheron, M. E. 2001. Modes of action for plant disease management chemistries. The 11th annual desert vegetable crop workshop, Yuma Agricultural Center, University of Arizona, USA.

Matheron, M. E. and Porchas, M. 2013. Efficacy of fungicides and rotational programs for management of powdery mildew on cantaloupe. Plant Disease. (97): 196-200.

Mitre, I., Mitre, V., Sestras, R., Pop, A. and Sestras, A. 2009. Potassium Bicarbonate in preventing and control apple scab. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj- Napoca. Horticulture. 66 (1- 2): 186-190.

O'Rourke, D. 2003. World production, trade, consumption and economic outlook for apples. In: Ferree D. C. and Warrington I. J. (Eds.) Apples: botany, production, and uses. CABI publishing, CAB international, UK. pp: 15-28.

Ota, H. 2013. Historical Development of Pesticides in Japan. Survey Reports on the Systemization of Technologies. No. 18. [Available in *http://sts.kahaku.go.jp/diversity/document/system/pdf/077_e.pdf*] Accessed: 24/4/2019.

Reuveni, M. 2000. Efficacy of trioxystrobin (Flint), a new strobilurin fungicide, in controlling powdery mildews on apple, mango and nectarine, and rust on prune trees. Crop Protection. (19): 335-341.

Reuveni, M., Cohen, M. and Itach, N. 2006. Occurrence of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) in Japanese plum in northern Israel and its control. Crop Protection. (25): 318-323.

Spencer, D. M. 1977. Standardized methods for the evaluation of fungicides to control cucumber powdery mildew. In: McFarlane NR ed. Crop Protection Agents their Biological Evaluation. Academic Press, London. pp. 455-464.

Srivastava, K. L. and Roy, A. J. 1988. Effect of different fungicides on powdery mildew of apple (*Malus domestica*). Plant Pathology. 65(3): 2197.

Papp, D., Király, I. and Tóth, M. 2016. Suitability of old apple varieties in organic farming, based on their resistance against apple scab and powdery mildew. Organic Agriculture. (6): 183–189.

Xu, X. 1999. Modelling and forecasting epidemics of apple powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*). Plant Pathology. 48(4): 462-471.

Zhang, S., Zelalem, S., Gray V. and Cheng-Hua H. 2016. Management of powdery mildew in squash by plant and alga extract biopesticides. The plant pathology journal. 32(6): 528-536.

Efficacy of the Fungicide Triflumizole (Trifmin® EC 15%) in Controlling Apple Powdery Mildew Disease

Heidarian, A.*[1], Keshavarz, K.[2] and Mohammadi pour, M.[3]

1. Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Research and Education center of Isfahan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran. 2. Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Research and Education center of Kohgiluyeh va Boyerahmad Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO) ,Kohgiluyeh va Boyerahmd, Iran. 3. Department of Plant Protection, Agricultural and Natural Resources Research and Education center of eastern Azarbaijan Province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tabriz, Iran.

Received: May, 5, 2020 Accepted: Jan, 6, 2021

Abstract:

Apple powdery mildew is one of the most important and common fungal disease of apple trees that reduces the quantity and quality of this fruit. The efficacy of Triflumizole (Trifmin® EC 15%) as a target fungicide in controlling apple powdery mildew was evaluated in a randomized complete block design with seven treatments including: 0.5/1000, 0.75/1000, 1/1000 and 1.25/1000 of Triflumizole, 0.3/1000 of Trifloxystrobin + Tebuconazole (Nativo® WG 75%) as control fungicide, control with water spraying and control with no spraying in four replications. The field trials were undertaken in three provinces of Isfahan (Semirom), Kohgiloyeh Va Boyerahmad (Yasuj) and eastern Azerbaijan (Tabriz). Three commercial orchards of susceptible cultivar Golden delicious (seedling rootstock) with a history of infection were selected. Sprayings were done three times (at swelling flower buds stage), at the end of flowering time and two weeks later. The sampling of leaves was carried out at the end of the summer. The evaluation of experimental plots was performed in the second half of September and at the same time with the completion of the apical buds, by random selection of 50 leaves from 10 branches and by calculating the percentage of occurrence and the percentage of disease severity based on Spencer's scales. Data were analyzed for variance and mean comparison with SAS program through Duncan Multiple Test at 5% probability level. Comparison of Mean showed that concentrations of 1/1000 and 1.25/1000 of Triflumizole and 0.3/1000 of Trifloxystrobin + Tebuconazole with 78%-93% and 79%-95% reduction in incidence and severity of the disease compared with the control with no foliar spraying in one group respectively Therefore based on the results Triflumizole with the concentration of 1/1000 is recommended for the management of apple powdery mildew.

Keywords: Golden, Powdery, Nativo, Chemical Control.

* **Corresponding author:** Ahmad Heidarian, Email: ahmadheidarian@yahoo.com