ارزیابی کارآیی اسپیروکسامین (CS, 300) در مقایسه با چند قارچ‌کش دیگر در کنترل شیمیایی سفیدک پودری مو

بنفشه صفایی فراهانی*[۱]، اعظم شکاری اسفهلان[۲]، محمودرضا کریمی شهری[۳]، احمد حیدریان[۴]، حسین خبازجلفائی[۲] و بیژن کاووسی[۱]

۱. بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران. ۲. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۳. بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. ۴. بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۲

چکیده:

سفیدک پودری مو که توسط قارچ *Erysiphe necator* Schwein ایجاد می‌شود یکی از مهم‌ترین بیماری‌های مو در بسیاری از کشورهای دنیا از جمله ایران است. در این مطالعه، کارآیی قارچ‌کش جدید پروسپر® (اسپیروکسامین؛ CS, 300) با قارچ‌کش‌های ثبت شده‌ی بلکیوت® (ایمینوکتادین تریس)، توپاس® (پنکونازول)، استروبی® (کرزوکسیم- متیل) و گوگرد سمیران® (SC, 80%) در کنترل بیماری سفیدک پودری مو مقایسه شد. آزمایش در سه استان فارس، خراسان رضوی و اصفهان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و هر تیمار مشتمل بر چهار تکرار انجام شد. هر تکرار شامل دو درختچه انگور بارور هفت ساله بود. زمان اولین سم‌پاشی مصادف با باز شدن اولین جوانه‌های شاخه‌ها بود و سم‌پاشی دوم با فاصله ۱۵ روز از سم‌پاشی اول انجام شد. برای سمپاشی‌های اول و دوم از پروسپر با دوزهای مختلف بدین شرح استفاده شد: تیمار اول با دوزهای ۰/۳۵ و ۰/۶، تیمار دوم با دوزهای ۰/۷ و ۱/۲ و تیمار سوم با دوزهای ۱ و ۱/۸ میلی‌لیتر در لیتر. پس از گذشت ۴۵ روز از دومین سم‌پاشی، از هر تکرار ۱۰۰ برگ و ۸ خوشه میوه به‌طور تصادفی انتخاب و برای ارزیابی درصد وقوع و شدت بیماری مورد ارزیابی قرار گرفت. بررسی نتایج نشان داد که بین تیمارها در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد و پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم در مقایسه با تیمار شاهد باعث کاهش شدت بیماری در برگ و خوشه‌ی مو به ترتیب به میزان ۸۸/۴۲٪ و ۷۸/۳۱٪ در استان فارس، ۷۵/۶۴٪ و ۸۵/۲۲٪ در استان خراسان رضوی و ۳۶/۷۳٪ و ۶۱/۰۷٪ در استان اصفهان شد. بنابراین نتایج این پژوهش نشان داد قارچ‌کش پروسپر® کارآیی لازم را برای کنترل سفیدک پودری مو در ایران دارد.

واژه‌های کلیدی: ایمینوکتادین تریس، پنکونازول، کرزوکسیم- متیل ،کنترل شیمیایی، گوگرد.

* **مسئول مکاتبات:** بنفشه صفایی فراهانی، Banafshesafaie@gmail.com

مقدمه:

انگور، گیاهی آسیایی- اروپایی با نام علمی *Vitis vinifera* L. و از خانواده‌ی *Vitaceae* است که در بسیاری از کشورهای جهان پرورش داده شده و یکی از مهم‌ترین محصولات در سراسر دنیا از نظر سطح زیر کشت و ارزش اقتصادی است (Rombough, 2002). بیماری‌های مختلفی در سراسر جهان سبب بروز خسارت اقتصادی در مو می‌شوند که از میان آن‌ها، بیماری سفیدک پودری با عامل *Erysiphe necator* Schwein اهمیت زیادی در کشورهای انگورخیز دنیا از جمله ایران دارد (Gadoury *et al.*, 2001; Fuller, *et al.* 2014). قارچ عامل این بیماری می‌تواند همه بافت‌های سبز گیاه را آلوده کند. روی برگ‌های آلوده پودر سفید مایل به خاکستری تشکیل می‌شود که هر دو سطح برگ را پوشش می‌دهد. برگ‌هایی که به‌شدت آلوده‌اند ممکن است تغییر شکل داده و کوچک باقی بمانند. علائم بیماری روی شاخه‌ها به شکل لکه‌هایی به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه‌رنگ دیده می‌شود. روی میوه‌های آلوده نیز پودر سفید مایل به خاکستری یا قهوه‌ای تشکیل می‌شود (Gadoury *et al.*, 2012; Wilcox *et al.*, 2015). اگرچه استفاده از ارقام مقاوم، اقدامات به‌باغی مانند کاشتن گیاهان با فاصله مناسب، هرس مناسب و از بین بردن شاخه‌های گیاهی آلوده، آبیاری و کوددهی مناسب در کاهش خسارت ناشی از سفیدک پودری مو مؤثر است، اما هنوز هم کنترل شیمیایی رایج‌ترین روش مبارزه با این بیماری در اغلب کشورهای دنیاست. (Bent, 1978; Ficke *et al.*, 2002; Wilcox *et al.*, 2015).

تاکنون قارچ‌کش‌های مختلفی به‌منظور کنترل شیمیایی سفیدک پودری مو در مناطق مختلف جهان معرفی و استفاده شده است. از میان این قارچ‌کش‌ها می‌توان به گوگرد (Sholberg, 2004)، بنزیمیدازول‌ها مانند بنومیل® (Ypema *et al.*, 1997)، تریازول‌ها، ایمیدازول ها (Scheinpflug and Kuck, 1987; Halleen and Holz, 2001) و استروبیلورین‌ها (Wong and Wilcox, 2002; Reddy *et al.*, 2019) اشاره کرد. اما استفاده از این قارچ‌کش‌ها نیز همواره با مشکلاتی مواجه بوده است. به‌عنوان مثال استفاده از گوگرد به دلیل ناپایداری در شرایط محیطی نامطلوب، سوختگی گیاهان در دماهای بالا (Bulit and Lafon, 1978)، آلودگی‌های زیست‌محیطی و بروز حساسیت‌های تنفسی در افراد حساس (Halleen and Holz, 2001) در مناطق مختلف جهان محدود شده است. بروز مقاومت (Schroeder and Provvidenti, 1969; Pearson and Taschenberg, 1980) و مشکلات زیست‌محیطی (Colcol and Baudoin, 2016) کاربرد بنومیل® را نیز در مدیریت سفیدک پودری مو محدود کرده است. گزارش‌هایی درخصوص بروز مقاومت به تریازول‌ها و ایمیدازول‌ها (Gubler *et al.*, 1994; Gubler *et al.*, 1996; Ypema *et al.*, 1997; Northover and Homeyer, 2001) و استروبیلورین‌ها (Baudoin, 2008; Miles *et al.*, 2012; Taksonyi *et al.*, 2013; Colcol and Baudoin, 2016) نیز در مناطق مختلف جهان منتشر شده است. بروز چنین مشکلاتی سبب تلاش پژوهشگران در معرفی قارچ‌کش‌های جدید و مؤثر برای مدیریت سفیدک پودری مو در مناطق مختلف جهان شده است.

در ایران، پژوهش‌های انجام شده برای کنترل شیمیایی سفیدک پودری مو منجر به معرفی قارچ‌کش‌های متعددی شده است، اگرچه تنوع این قارچ‌کش‌ها در مقایسه با تعداد قارچ‌کش‌های ثبت شده برای مدیریت سفیدک پودری در سطح جهانی بسیار کم است. گوگرد (سولفور؛ SC, 80%) (Karbalaei Khiavi *et al.*, 2017)، کالیکسین® (تری‌دمورف؛ EC, 75%) (Ouroumchi and Callora, 2002)، تریمیدال® (نواریمول؛ EC, 9%) (Behdad *et al.*, 1998; Ouroumchi and Callora, 2002; Kianoosh, 2004; Bakhtiari and Kalhor, 2013)، توپاس® (پنکونازول؛

Behdad *et al.*, 1998; Ouroumchi and) (EW, 20% Callora, 2002; Kianoosh, 2004; Khabaz Jolfaee (SC, 5% ،(انویل® (هگزاکونازول؛ *et al.* 2018) (Karimi Shahri, 2008)، استروبی® (کروزکسیم-متیل؛ Ouroumchi and Callora, 2002;) (WG, 50% (Bakhtiari and Kalhor, 2013)، تریفیمین® (تریفلومیزول؛ Karimi Shahri, 2008) (EC, 15%) و بلکیوت® (ایمینوکتادین تریس؛ WP, 40%) (Khabaz Jolfaee *et al.*, 2018) از جمله قارچ‌کش‌هایی هستند که برای مدیریت سفیدک پودری مو در ایران توصیه شده است.

پروسپر® (اسپیروکسامین؛ CS, 300) قارچ‌کشی است که برای کنترل برخی بیماری‌های غلات و درختان میوه، نظیر سفیدک‌های پودری، انواع لکه‌برگی و زنگ‌ها کاربرد دارد. این قارچ‌کش از گروه مورفولین‌ها بوده و با جلوگیری از بیوسنتز استرول در غشاء سلول قارچ‌ها، فعالیت آن‌ها را مختل می‌کند (Fourie and Zahn, 2001; Miller and Gubler, 2004; Halleen *et al.*, 2007). ریسک مقاومت به این قارچ‌کش کم تا متوسط با کد ۵ در FRAC (Fungicide Resistance Action Committee) است. با توجه به کارآیی قابل قبول پروسپر® در کنترل سفیدک‌های پودری، این پژوهش به‌منظور ارزیابی کارآیی این قارچ‌کش در مدیریت سفیدک پودری مو انجام شده است.

مواد و روش‌ها:

آزمایش در سه استان فارس (شهرستان کوار)، خراسان رضوی (شهرستان مشهد) و اصفهان (شهرستان اصفهان) در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. در هر شهرستان یک تاکستان با رقم عسگری دارای سابقه‌ی آلودگی به سفیدک پودری مو انتخاب و آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و چهار تکرار انجام شد.

تیمارها شامل ۱- اسپیروکسامین (پروسپر®؛ CS, 300) با دوز ۰/۳۵ و ۰/۶ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم؛ ۲- اسپیروکسامین (پروسپر®؛ CS, 300) با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم؛ ۳- اسپیروکسامین (پروسپر®؛ CS, 300) با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم؛ ۴- ایمینوکتادین تریس (بلکیوت®؛ WP, 40%) با دوز ۰/۷۵ در هزار؛ ۵- پنکونازول (توپاس®؛ EW, 20%) با دوز ۰/۱۲۵ در هزار؛ ۶- کرزوکسیم-متیل (استروبی®؛ WG, 50%) با دوز ۰/۲ در هزار؛ ۷- گوگرد سمیران® (سولفور؛ SC, 80%) با دوز ۲/۵ در هزار؛ ۸- شاهد با آب‌پاشی و ۹- شاهد بدون آب‌پاشی بود.

هر تکرار شامل دو درختچه مو بارور هفت ساله بود. به‌منظور جلوگیری از تأثیر تیمارها بر یکدیگر، بین درختچه‌های مورد آزمایش دو درختچه بدون تیمار در نظر گرفته شد. زمان اولین سم‌پاشی مصادف با باز شدن اولین جوانه‌های شاخه‌ها و سم‌پاشی دوم با فاصله ۱۵ روز از سم‌پاشی اول انجام شد.

پس از گذشت ۴۵ روز از دومین سم‌پاشی، از هر تکرار ۱۰۰ برگ و ۸ خوشه میوه به‌طور تصادفی انتخاب و برای ارزیابی درصد وقوع و شدت بیماری به کار رفت. درصد وقوع بیماری با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Wan *et al.*, 2007):

$$PDI=(\frac{nd}{N})\times 100$$

PDI: درصد وقوع بیماری در برگ و میوه

nd: تعداد نمونه‌های دارای علائم بیماری

N: تعداد کل نمونه‌های بررسی شده

به‌منظور محاسبه‌ی درصد شدت بیماری، ابتدا علائم روی هر برگ، بر اساس درصد پوشش لکه روی سطح برگ نسبت به کل سطح برگ از صفر تا هفت به شرح زیر طبقه‌بندی شد: شاخص صفر: بدون آلودگی، شاخص یک: ۰/۱ درصد تا ۵/۰ درصد، شاخص دو: ۵/۱ درصد تا ۱۵/۰ درصد، شاخص سه: ۱۵/۱ درصد تا ۳۰/۰ درصد،

شاخص چهار: ۳۰/۱ درصد تا ۴۵/۰ درصد، شاخص پنج: ۴۵/۱ درصد تا ۶۵/۰ درصد، شاخص شش: ۶۵/۱ درصد تا ۸۵/۰ درصد و شاخص هفت:۸۵/۱ درصد تا ۱۰۰ درصد (Wan *et al.*, 2007). علائم روی میوه نیز بر اساس گسترش سفیدک پودری روی هر خوشه از صفر تا سه به شرح زیر رده بندی شد: شاخص صفر: بدون آلودگی، شاخص یک: یک تا سه حبه‌ی آلوده در خوشه، شاخص دو: آلودگی تا ۲۵٪ حبه‌های خوشه، شاخص سه: آلودگی بیش از ۲۵٪ از حبه‌های خوشه. سپس درصد شدت بیماری در برگ‌ها و میوه‌ها با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Tromp and Marais, 1981):

$$PDS=[\frac{\Sigma(ni\times vi)}{V\times N}]\times 100$$

PDS: درصد شدت بیماری در برگ و میوه

ni: تعداد نمونه‌های دارای شاخص مشابه

vi: شاخص مربوط به هر نمونه

N: تعداد کل نمونه‌های بررسی شده

V: حداکثر شاخص

اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد با استفاده از رابطه‌ی زیر محاسبه شد (Gerami *et al.*, 2019):

$$Ef=100-(\frac{\bar{x}t}{\bar{x}c}\times 100)$$

Ef: درصد اثر بخشی تیمار

$\bar{x}t$: میانگین شدت بیماری در تیمار

$\bar{x}c$: میانگین شدت بیماری در شاهد بدون آب‌پاشی

به منظور تجزیه مرکب داده‌های حاصل از سه استان، ابتدا یکنواختی واریانس‌های خطای آزمایش برای صفات مورد مطالعه مورد آزمون قرار گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از برنامه آماری SAS (v. 9.1) انجام شد و میانگین تیمارها نیز با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج:

تجزیه مرکب: نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان، تیمار و تیمار در مکان بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار است (جدول ۱) که حاکی از تفاوت استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان از نظر درصد وقوع و درصد شدت بیماری سفیدک پودری انگور روی برگ و میوه و نیز تفاوت بین تیمارها در مکان‌های مختلف است. بنابراین نتایج آزمون در سه استان به‌صورت مستقل مورد ارزیابی قرار گرفت.

استان فارس: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی درصد وقوع و شدت بیماری روی برگ و میوه‌ی مو نشان داد اثر تیمار بر صفات مورد مطالعه معنی‌دار است (جدول ۲). در استان فارس، کم‌ترین میزان شدت بیماری روی برگ و میوه به ترتیب ۸/۱۰٪ و ۱۷/۷۲٪ بود که هنگام استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم مشاهده شد. اگرچه این تیمار اختلاف معنی‌داری با کاربرد پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول‌های ۴ و ۵). کم‌ترین میزان وقوع بیماری روی برگ و میوه نیز به‌ترتیب ۱۶/۵۰٪ و ۳۱/۲۵٪ بود که هنگام استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم مشاهده شد. اما این تیمار نیز اختلاف معنی‌داری با کاربرد پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول‌های ۴ و ۵). میزان اثربخشی تیمارها روی برگ مو از ۷۳/۲۲٪ (در تیمار گوگرد) تا ۸۹/۲۴٪ (در تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم) متغیر بود (جدول ۴). بیش‌ترین اثربخشی روی میوه‌ی مو نیز ۷۹/۵۰٪ بود که به تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم تعلق داشت (جدول ۵).

استان خراسان رضوی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها در کاهش درصد وقوع و شدت

بیماری روی برگ و میوه‌ی مو اختلاف معنی‌داری با شاهد دارند (جدول ۲). در استان خراسان رضوی، کم‌ترین میزان شدت بیماری روی برگ و میوه به‌ترتیب ۱۳/۶۷٪ و ۱۰/۹۲٪ بود که هنگام استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم مشاهده شد. اگرچه این تیمار اختلاف معنی‌داری با کاربرد پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول‌های ۴ و ۵). کم‌ترین میزان وقوع بیماری روی برگ ۱۰/۳۰٪ بود که هنگام استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم مشاهده شد (جدول ۴). کم‌ترین میزان وقوع بیماری روی میوه نیز ۸/۷۲٪ بود که هنگام استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم مشاهده شد اگرچه این تیمار اختلاف معنی‌داری با کاربرد پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول ۵). اثربخش‌ترین تیمار در این استان تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم بود که شدت بیماری را روی برگ و میوه‌ی مو در مقایسه با شاهد به ترتیب ۸۳/۷۳٪ و ۸۸/۱۹٪ کاهش داد (جدول‌های ۴ و ۵).

استان اصفهان: در استان اصفهان، کم‌ترین میزان وقوع و شدت بیماری روی برگ به‌ترتیب ۵۰/۵۰٪ و ۳۱/۷۵٪ بود که هنگام استفاده از قارچ‌کش توپاس® رخ داد اگرچه این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول ۴). کم‌ترین میزان وقوع بیماری روی میوه نیز ۶۰/۷۵٪ بود که هنگام استفاده از قارچ‌کش توپاس® مشاهده شد. اگرچه این تیمار اختلاف معنی‌داری با استفاده از بلکیوت® و پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت (جدول ۵). کم‌ترین میزان شدت بیماری روی میوه نیز هنگام استفاده از قارچ‌کش توپاس® مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با استفاده از بلکیوت®، پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم و پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سمپاشی اول و دوم نداشت (جدول ۵). میزان اثربخشی تیمارها در این استان روی برگ مو از ۱۱/۷۷٪ تا ۴۹/۶۸٪ (جدول ۴) و روی میوه‌ی مو از ۱۴/۸۴٪ تا ۶۱/۶۰٪ (جدول ۵) بود. اثربخش‌ترین تیمار روی برگ مو تیمار استفاده از قارچ‌کش توپاس® (جدول ۴) و روی میوه‌ی مو تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم (جدول ۵) بود.

جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس مرکب داده‌ها برای صفات درصد وقوع و شدت بیماری روی برگ‌ها و میوه‌های مو در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان.

Table 1. Compound analysis of variance of percentage of disease incidence and disease severity on grape leaves and fruits in Fars, Khorasan Razavi and Esfahan provinces.

S.O.V	D.F	Mean squares (grape leaves)		Mean squares (grape fruits)	
		incidence	severity	incidence	severity
Place	2	6022.54**	1607.73**	13443.60**	1513.23**
Place×Replicate	9	27.53**	57.29**	18.20n.s.	47.74**
Treatment	8	5849.89**	4926.54**	5397.41**	8200.55**
Treatment×Place	16	587.48**	538.62**	702.41**	550.76**
Error	72	3.618	12.07	13.49	10.54
(C.V.%)	-	3.50	8.28	6.58	7.40

**: Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

جدول ۲- تجزیه‌ی واریانس درصد وقوع و شدت بیماری روی برگ‌های مو در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان.

Table 2. Analysis of variance of percentage of disease incidence and disease severity on grape leaves in Fars, Khorasan Razavi and Esfahan provinces.

S.O.V	D.F	Mean squares					
		Fars		Khorasan Razavi		Esfahan	
		incidence	severity	incidence	severity	incidence	severity
Replicate	3	0.55 n.s.	0.45 n.s.	40.76 **	170.26**	39.78**	1.13 n.s.
Treatment	8	4099.03**	2908.66**	3610.50**	2948.62**	667.49**	614.57**
Error	24	1.21	0.28	7.19	31.98	2.49	3.83
C.V%		2.63	1.94	6.68	12.54	2.40	4.21

**: Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

جدول ۳- تجزیه‌ی واریانس درصد وقوع و شدت بیماری روی میوه‌های مو در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان.

Table 3. Analysis of variance of percentage of disease incidence and disease severity on grape fruits in Fars, Khorasan Razavi and Esfahan provinces.

S.O.V	D.F	Mean squares					
		Fars		Khorasan Razavi		Esfahan	
		incidence	severity	incidence	severity	incidence	severity
Replicate	3	177.95 **	12.78 n.s.	24.71 **	78.28**	1.88 n.s.	56.77 n.s.
Treatment	8	2748.48**	2922.63**	3992.05**	4155.76**	531.26**	2303.69**
Error	24	18.45	7.06	4.26	10.26	2.94	15.34
C.V.%		7.59	7.24	5.73	7.57	2.32	7.68

**: Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

جدول ۴- مقایسه‌ی میانگین درصد وقوع و شدت بیماری روی برگ‌های مو و میزان اثربخشی تیمارها در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان.

Table 4. Mean comparison of percentage of disease incidence, disease severity and treatment efficacy on grape leaves in Fars, Khorasan Razavi and Esfahan provinces.

Treatment	Fars			Khorasan Razavi			Esfahan		
	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
C-W-S	97.75a	75.32a	-	92.40a	89.75a	-	84.75a	63.35a	-
C-N-W	95.75b	72.65b	-	88.75a	84.02a	-	83.25a	63.10a	-
Sulfur	40.00c	20.17c	73.22	38.27b	53.42b	36.42	68.25c	51.00c	19.17
Prosper®[1]	35.00d	18.92d	74.88	20.77d	25.95d	69.11	73.50b	55.67b	11.77
Topas®	29.25e	15.50e	79.42	34.07c	41.00c	51.20	50.50g	31.75g	49.68
Belkute®	25.75f	12.90f	82.87	38.27b	50.17b	40.29	53.75f	35.80f	43.26
Stroby®	19.75g	10.75g	85.73	21.87d	27.32d	67.48	64.00d	45.00d	28.68
Prosper®[2]	18.00h	8.72h	88.42	16.40e	20.47de	75.64	60.00e	39.92e	36.73
Prosper®[3]	16.5h	8.10h	89.24	10.30f	13.67e	83.73	52.00fg	32.80g	48.02

C.W.S: Control (water spraying); C.N.S: Control (not water spraying)

*Significant differences are denoted by different letters within each column at $P<0.01$ according to Duncan's Multiple ranges Test

1: Prosper® in doses of 0.35 and 0.6 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively

2: Prosper® in doses of 0.7 and 1.2 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively

3: Prosper® in doses of 1 and 1.8 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively

جدول ۵- مقایسه‌ی میانگین درصد وقوع و شدت بیماری روی میوه‌های مو و میزان اثربخشی تیمارها در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان.

Table 5. Mean comparison of percent disease incidence, disease severity and treatment efficacy on grape fruits in Fars, Khorasan Razavi and Esfahan provinces.

Treatment	Fars			Khorasan Razavi			Esfahan		
	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
C-W-S	100.00a	86.45a	-	93.37a	97.00a	-	90.00a	86.75a	-
C-N-W	100.00a	81.25b	-	85.65b	92.50a	-	87.00b	85.80a	-
Prosper®[1]	56.25b	29.20c	66.22	16.40e	20.47d	77.87	84.00c	73.07b	14.84
Belkute®	56.25b	27.10c	68.65	32.80c	45.25b	51.08	63.25fg	30.27d	64.72
Topas®	46.87c	25.00c	71.08	28.42d	36.65c	60.38	60.75g	29.75d	65.33
Sulfur	46.87c	28.15c	67.44	31.70c	43.80b	52.63	78.00d	44.05c	48.66
Stroby®	40.62c	19.80d	77.10	16.40e	20.47d	77.87	75.00e	42.87c	50.03
Prosper®[2]	31.25d	18.75d	78.31	10.92f	13.67e	85.22	64.75f	33.40d	61.07
Prosper®[3]	31.25d	17.72d	79.50	8.72f	10.92e	88.19	62.00g	32.95d	61.60

C.W.S: Control (water spraying); C.N.S: Control (not water spraying)
*Significant differences are denoted by different letters within each column at $P<0.01$ according to Duncan's Multiple ranges Test
1: Prosper® in doses of 0.35 and 0.6 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively
2: Prosper® in doses of 0.7 and 1.2 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively
3: Prosper® in doses of 1 and 1.8 ml L^{-1} for the first and second spraying respectively

بحث:

نتایج این پژوهش نشان داد از میان تیمارهای مورد بررسی، مؤثرترین تیمار در کاهش شدت بیماری در برگ‌های مو در استان‌های فارس و خراسان رضوی تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم بود، اما این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت. در استان اصفهان مؤثرترین تیمار در کاهش شدت بیماری در برگ‌های مو تیمار توپاس® بود که اختلاف معنی‌داری با استفاده از پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت. بررسی شدت بیماری در میوه‌های مو نیز نشان داد که در تمامی استان‌های مورد بررسی تیمار پروسپر® با دوز ۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم کم‌ترین میزان شدت بیماری روی میوه را به دنبال داشت، اما این تیمار اختلاف معنی‌داری با تیمار پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم نداشت. بنابراین با یک استثنا (شدت بیماری روی برگ در استان اصفهان) استفاده از پروسپر® با دوز بالاتر (۱ و ۱/۸ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم) اختلاف معنی‌داری در کاهش شدت بیماری روی برگ و میوه با دوز پایین‌تر این قارچ‌کش (۰/۷ و ۱/۲ در هزار به ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم) ندارد. در نتیجه، با توجه به سیاست کاهش مصرف سموم در کشور نیازی به استفاده از پروسپر® با دوز بالاتر وجود ندارد.

اثربخشی تیمار پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم در کاهش شدت بیماری روی میوه‌ی مو در استان‌های فارس، خراسان رضوی و اصفهان به‌ترتیب ۷۸/۳۱٪، ۸۵/۲۲٪ و ۶۱/۰۷٪ بود که نشان دهنده‌ی کارآیی مطلوب این قارچ‌کش با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم در کاهش خسارت ناشی از سفیدک پودری مو روی میوه است. اثربخشی تیمار پروسپر® با دوز ۰/۷ و ۱/۲ در هزار به‌ترتیب برای سم‌پاشی اول و دوم در کاهش شدت بیماری روی برگ مو در استان‌های فارس و خراسان رضوی به‌ترتیب ۸۸/۴۲٪ و ۷۵/۶۴٪ بود که نشان

دهنده‌ی کارآیی مطلوب این قارچ‌کش در کنترل سفیدک پودری مو است. اگرچه میزان اثربخشی این تیمار در استان اصفهان کم‌تر و حدود ۳۷٪ بود. به‌طورکلی، میزان اثربخشی تیمارها در کاهش شدت بیماری روی برگ مو در استان اصفهان در مقایسه با استان‌های فارس و خراسان رضوی به‌نسبت پایین و از ۱۱/۷۷٪ تا ۴۹/۶۸٪ متغیر بود. با توجه به این‌که اثربخشی تیمارها در کاهش شدت بیماری روی میوه‌ی مو در این استان بالاتر بوده است، اثربخشی پایین تیمارها در کاهش شدت بیماری روی برگ مو در این استان می‌تواند ناشی از تراکم بالای برگ‌ها در درختچه‌های مورد آزمایش و عدم پوشش یکنواخت قارچ‌کش‌های مورد بررسی روی تمامی برگ‌های تیمار شده باشد درحالی که خوشه‌های میوه به‌خوبی با قارچ‌کش تیمار شده است. پیش ازاین گزارش شده بود که اسپیروکسامین قادر به کنترل سفیدک پودری در محصولات مختلف (Kraemer *et al*., 1999) مثل ورنونیا[1] (Hundesa and Mekonnen, 2017) و مو (Tsiropoulos *et al*., 2005; Wicks and Hitch, 2002) است. پژوهشی که در سال ۲۰۰۴ انجام شد نیز نشان داد جدایه‌های *E. necator* (عامل سفیدک پودری مو) که از باغ‌های کالیفرنیا جدا شده بودند به اسپیروکسامین حساس هستند (Miller and Gubler, 2004). پژوهش حاضر ضمن تأیید پژوهش‌های پیشین اثبات کرد پروسپر® (اسپیروکسامین) کارآیی لازم برای مدیریت سفیدک پودری مو در نقاط مختلف ایران را دارد.

قارچ‌کش توپاس® بیش‌ترین اثربخشی را در کاهش شدت بیماری روی برگ و میوه در استان اصفهان داشت. در استان‌های خراسان رضوی و فارس نیز اگرچه این تیمار اثربخش‌ترین تیمار مورد آزمایش نبود، اما شدت بیماری روی برگ و میوه‌ی مو هنگام استفاده از این قارچ‌کش به‌طور کارآمدی در مقایسه با شاهد کاهش پیدا کرد. میزان اثربخشی این قارچ‌کش در کاهش شدت بیماری روی میوه در سه استان فارس، خراسان رضوی و اصفهان به‌ترتیب ۷۱/۰۸٪، ۶۰/۳۸٪ و ۶۵/۳۳٪ بود. توپاس® به گروه تریازول‌ها تعلق دارد و نقطه اثر آن تأثیر بر بیوسنتز ارگسترول در قارچ‌ها است (Goumenou and Machera, 2001). مطالعات پیشین در ایران (Behdad *et al*., 1998; Ouroumchi and Callora, 2002; Kianoosh, 2004; Khabaz Jolfaee *et al*., 2018) و سایر نقاط جهان (Pearson *et al*., 1994; Wicks *et al*., 1999; Yildirim and Dardeniz, 2010) نیز نشان داده است که قارچ‌کش توپاس® کارآیی مناسبی در مدیریت سفیدک پودری مو دارد.

قارچ‌کش استروبی® پس از پروسپر® بیش‌ترین کارآیی را در کاهش شدت سفیدک پودری روی برگ و میوه‌ی مو در استان‌های فارس و خراسان رضوی داشت. اگرچه کارآیی این قارچ‌کش در استان اصفهان کم‌تر بود، اما کاربرد آن شدت بیماری روی میوه را بیش از ۵۰٪ کاهش داد که نشان‌دهنده‌ی کارآیی استروبی® در مدیریت سفیدک پودری مو است. قارچ‌کش استروبی® به گروه قارچ‌کش‌های QoI (Quinone outside inhibitor) تعلق دارد و بر آنزیم سیتوکروم bc1، قارچ‌ها اثر می‌گذارد (Wong and Wilcox, 2002; Reddy *et al*., 2019). پژوهش‌های پیشین در ایران (Ouroumchi and Callora, 2002; Bakhtiari and Kalhor, 2013) و جهان (Northover and Homeyer, 2001; Kast and Bleyer, 2011) نشان داده است قارچ‌کش استروبی® از قارچ‌کش‌های مؤثر در کنترل سفیدک پودری مو در کشور است. نتایج پژوهش حاضر نیز ضمن تأیید پژوهش‌های پیشین نشان داد استفاده از این قارچ‌کش در کاهش خسارت ناشی از سفیدک پودری مو مؤثر است.

قارچ‌کش بلکیوت® در استان خراسان رضوی کم‌ترین تأثیر را بر کاهش شدت سفیدک پودری مو روی برگ و میوه داشت، اگرچه کارآیی این قارچ‌کش در استان‌های فارس و اصفهان بیش‌تر بود. میزان اثربخشی این قارچ-

[1] . *Vernonia galamensis*

کش در کاهش شدت بیماری روی میوه در سه استان فارس، خراسان رضوی و اصفهان به‌ترتیب ۶۸/۶۵٪، ۵۱/۰۸٪ و ۶۴/۷۲٪ بود. قارچ‌کش بلکیوت® از گروه گوانیدین‌ها است که بر رشد هیف و جوانه‌زنی هاگ‌ها اثر منفی می‌گذارد (Pratte-Santos *et al.*, 2015). مطالعات پیشین نشان داده بود این قارچ‌کش قادر به کنترل بیماری سفیدک پودری مو در ایران است (Khabaz Jolfaee *et al.*, 2018). پژوهش حاضر نیز اثربخش بودن این قارچ‌کش را در مدیریت سفیدک پودری مو نشان داد.

گوگرد در کاهش شدت بیماری روی برگ و میوه در استان‌های فارس و خراسان رضوی کارآیی نسبتاً مطلوبی نشان داد که نتایج پژوهش‌های پیشین (Karbalaei Khiavi *et al*., 2017; Khabaz Jolfaee *et al.*, 2018) را در کارآیی این قارچ‌کش تأیید می‌کند. در استان اصفهان، اگرچه گوگرد شدت بیماری را روی برگ مو تنها حدود ۲۰٪ در مقایسه با شاهد کاهش داد، کاهش شدت بیماری روی میوه‌ی مو هنگام استفاده از این قارچ‌کش بیش از ۴۸٪ بود که نشان می‌دهد استفاده از گوگرد در کاهش خسارت ناشی از سفیدک پودری مو مؤثر است.

در نهایت بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، قارچ‌کش پروسپر® به‌طرز کارآمدی قادر به کنترل سفیدک پودری مو است. این قارچ‌کش به‌صورت یک بار استفاده در مرحله جوانه‌زنی با دوز ۰/۷ در هزار و بار دوم به فاصله زمانی ۱۴ روز پس از سم‌پاشی اول با دوز ۱/۲ در هزار برای کنترل بیماری سفیدک پودری مو در کشور قابل توصیه است.

References:

Bakhtiari, M. H. and Kalhor, A. 2013. Investigation on effect of three new fungicides in controlling powdery mildew with few fungicides that commonly used in vineyards. The First National Conference on Sustainable Agriculture Using Crop Model. 13 Feb. Hamadan. Iran. pp. 2-12. [In Persian with English Summary].

Baudoin, A., Olaya, G., Delmotte, F., Colcol, J. F. and Sierotzki, H. 2008. QoI resistance of *Plasmopara viticola* and *Erysiphe necator* in the mid-Atlantic United States. Plant Health Progress. (9): 25-32.

Behdad, A., Filsoof, F. and Hassan pour, H. 1998. The study on powdery mildew of grapevine and its chemical control in Isfahan. Proceeding of the 13th Iranian Plant Protection Congress. 23-27Aug. Karaj. Iran. p. 218. [In Persian with English Summary].

Bent, K. J. 1978. Chemical control of powdery mildews. pp. 259-282. *In*: Spencer, D.M. (ed.). The Powdery Mildews. Academic Press. New York. USA.

Bulit, J. and Lafon, R. 1978. Powdery mildew of the vine. pp. 525-548. *In*: Spencer, D.M. (ed.). The powdery mildews. Academic Press. New York.

Colcol, J. F. and Baudoin, A. B. 2016. Sensitivity of *Erysiphe necator* and *Plasmopara viticola* in Virginia to QoI fungicides, boscalid, quinoxyfen, thiophanate methyl, and mefenoxam. Plant Disease. (100): 337-344.

Ficke, A., Gadoury, D. M. and Seem, R.C. 2002. Ontogenic resistance and plant disease management: A case study of grape powdery mildew. Phytopathology. (92): 671-675.

Fourie, P. J. and Zahn, K. 2001. Prosper® and Falcon®-spiroxamine based new products for control of powdery mildew in grape vine. Pflanzenschutz Nachrichten-bayer-English Edition. (54): 399-412.

Fuller, K. B., Alston, J. M. and Sambucci, O. S. 2014. The value of powdery mildew resistance in grapes: evidence from California. Wine Economics and Policy. (3): 90-107.

Gadoury, D. M., Cadle davidson, L., Wilcox, W. F., Dry, I. B., Seem, R. C. and Milgroom, M. G. 2012. Grapevine powdery mildew (*Erysiphe necator*): a fascinating system for the study of the biology, ecology and epidemiology of an obligate biotroph. Molecular Plant Pathology. (13): 1-16.

Gadoury, D. M., Seem, R. C., Pearson, R. C., Wilcox, W. F. and Dunst, R. M. 2001. Effects of powdery mildew on vine growth, yield, and quality of concord grapes. Plant Disease. (85):137-140.

Gerami, E., Azimi, H. and Eslahi, M. R 2019. Evaluation of the Efficacy of the Fungicide difenoconazole + cyflufenamid (Cidely-Top® DC 140) against *Golovinomyces cichoracearum*, Causal agent of cucumber powdery mildew disease. Pesticides in Plant Protection Sciences. (7): 118-133. [In Persian with English Summary].

Goumenou, M. and Machera, K. 2001. Determination of penconazole on personal protection equipment after field applications. Fresenius Journal of Analytical Chemistry. (370): 946-950.

Gubler, W. D., Ypema, H. L., Ouimette, D. G. and Bettiga, L. J. 1996. Occurrence of resistance in *Uncinula necator* to triadimefon, myclobutanil, and fenarimol in California grapevines. Plant Disease. (80): 902-909.

Gubler, W. D., Ypema, H. L., Ouimette, D. G. and Bettiga, L. J. 1994. Resistance of *Uncinula necator* to DMI fungicides in California vines. pp. 19-25. *In*: Heaney, S., Slawson, D., Hollomon, D.W., Smith, M., Russell, P. E. and Parry, D. W. (eds.). Fungicides Resistance. British Crop Protection Council Monographs. UK.

Halleen, F. and Holz, G. 2001. An Overview of the Biology, Epidemiology and Control of *Uncinula necator* (Powdery Mildew) on Grapevine, with reference to South Africa. South African Journal of Enology and Viticulture. (22): 111-121.

Halleen, F., Fourie, P. H. and Crous, P. W. 2007. Control of black foot disease in grapevine nurseries. Plant Pathology. (56): 637-645.

Hundesa, N. and Mekonnen, M. 2017. Evaluation of Fungicides for Management of Powdery Mildew (*Erysiphe cichoracearum*) on Vernonia (*Vernonia galamensis*). International Journal of Research Studies in Agricultural Sciences. (3): 19-23

Karbalaei Khiavi, H. K., Shahri, M. H., Keshavarz, K., Jolfaei, H. K., Zohor, E., Bazobandi, M. and Hosseini, R. 2017. Evaluation of sulfur SC 80% and penconazole effects on grape powdery mildew disease and quantitative and qualitative traits of grape. Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology). (31): 242-249. [In Persian with English Summary].

Karimi Shahri, M. R. 2008. Investigation on the efficacy of several fungicides against Powdery mildew of grape in Khorasan province, Final report of research project, No.88/940/43. [In Persian with English Summary].

Kast, W. K. and Bleyer, K. 2011. Efficacy of sprays applied against powdery mildew (*Erysiphe necator*) during a critical period for infections of clusters of grapevines (*Vitis vinifera*). Journal of Plant Pathology. (93): 29-32.

Khabaz Jolfaee, H, Omati, F., Keshavarz, K. and Davoudi, A. 2018. Evaluation of the Efficacy of Belkute WP 40% against *Erysiphe necator*, the Causal Organism of Grape Powdery Mildew Disease. Pesticides in Plant Protection Sciences. (6): 154-164. [In Persian with English Summary].

Kianoosh, M. 2004. The effect of some fungicides on powdery mildew of vine in Kohkilooyeh and Boyerahmad province. Proceeding of the 16th Iranian Plant Protection Congress. 29 Aug.-2 Sep. Tabriz. Iran. p. 371. [In Persian with English Summary].

Miles, L. A., Miles, T. D., Kirk, W. W. and Schilder, A. 2012. Strobilurin (QoI) resistance in populations of *Erysiphe necator* on grapes in Michigan. Plant Disease. (96): 1621-1628.

Miller, T. C. and Gubler, W. D. 2004. Sensitivity of California isolates of *Uncinula necator* to trifloxystrobin and spiroxamine, and update on triadimefon sensitivity. Plant disease. (88): 1205-1212.

Miller, T.C. and Gubler, W. D. 2004. Sensitivity of California isolates of *Uncinula necator* to trifloxystrobin and spiroxamine, and update on triadimefon sensitivity. Plant Disease. (88): 1205-1212.

Northover, J. and Homeyer, C. A. 2001. Detection and management of myclobutanil-resistant grapevine powdery mildew (*Uncinula necator*) in Ontario. Canadian Journal of Plant Pathology. (23): 337-345.

Ouroumchi, S. and Callora, L. 2002. Comparison of the efficacy of some fungicides against powdery mildew of grape in west Azarbaijan. Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress.7-11 Sep. Karaj. Iran. pp. 218-219. [In Persian with English Summary].

Pearson, R. C. and Taschenberg, E. F. 1980. Benomyl-resistant strains of *Uncinula necator* on grapes. Plant Disease. (64): 677-680

Pearson, R. C., Riegel, D. C. and Gadoury, D. M. 1994. Control of powdery mildew in vineyards using single-application vapor-action treatments of triazole fungicides. Plant disease. (78): 164-168.

Pratte-Santos, R., Ramos, D. R., Becalle, T. L., De-Oliveira, J. P. and Prado, A.R. 2015. Evaluation mutagenic potential of pesticides through bioassays with *Allium cepa*. World Journal of Cell Biology and Genetics. (2): 5-10.

Reddy, G. R., Kumari, D. A. and Vijaya, D. 2019. Efficacy of new ready-mix formulation of azoxystrobin and tebuconazole (Azoxystrobin 11% w/w+ Tebuconazole 18.3% w/w SC) against downy mildew and powdery mildew disease and its safety assessment on grape. International Journal of Fauna and Biological Studies. (6): 05-09

Rombough, L. 2002. The grape grower: A guide to organic viticulture. Chelsea Green Publishing. USA. 283 pp.

Scheinpflug, H. and Kuck, K. H. 1987. Sterol biosynthesis inhibiting piperazine, pyridine, pyrimidine and azole fungicides. pp. 173-197. *In*: Lyr, H. (ed.) Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action. Longman Scientific and Technical. New York.

Schroeder, W. T. and Provvidenti, R. 1969. Resistance to benomyl in powdery mildew of cucurbits. Plant Disease Reporter. (53): 271-275.

Sholberg, P. L. 2004. Management of grape diseases in arid climates. pp. 53-80. *In*: Naqvi, S. (ed.). Diseases of Fruits and Vegetables. Springer. Dordrecht. Netherlands.

Taksonyi, P., Kocsis, L., Mátyas, K. K. and Taller, J. 2013. The effect of quinone outside inhibitor fungicides on powdery mildew in a grape vineyard in Hungary. Scientia Horticulturae. (161): 233-238.

Tromp, A. and Marais, P. G. 1981. Triadimefon, a systemic fungicide against *Uncinula necator* (Oidium) on wine grapes: Disease Control, residues and effect on fermentation and wine quality. South African Journal of Enology and Viticulture. (2): 25-28.

Tsiropoulos, N. G., Miliadis, G. E., Likas, D. T. and Liapis, K. 2005. Residues of spiroxamine in grapes following field application and their fate from vine to wine. Journal of agricultural and food chemistry. (53):10091-10096.

Wan, Y., Schwaninger, H., He, P. and Wang, Y. 2007. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. Vitis. (46): 132-136.

Wicks, T. J. and Hitch, C. J. 2002. Integration of strobilurins and other fungicides for the control of powdery mildew on grapes. Australian Journal of Grape and Wine Research. (8): 132-139.

Wicks, T. J., Hitch, C., Campbell, K. and Hall, B. 1999. Control of grapevine powdery mildew with mineral oil: an assessment of oil concentration and spray volume. Australian Journal of Grape and Wine Research. (5): 61-65.

Wilcox, W. F., Gubler, W. D. and Uyemoto, J. K. 2015. Compendium of Grape Diseases, Disorders, and Pests. American Phytopathological Society. USA. 232 pp.

Wong, F. P. and Wilcox, W. F. 2002. Sensitivity to azoxystrobin among isolates of *Uncinula necator*: Baseline distribution and relationship to myclobutanil sensitivity. Plant Disease. (86): 394-404.

Yildirim, İ. and Dardeniz, A. 2010. Effects of alternative spray programs and various combinations of green pruning on powdery mildew [*Uncinula necator* (Schw.) Burr.] in Karasakız (Kuntra) grape cultivar. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. (34): 213-223.

Ypema, H. L., Ypema, M. and Gubler, W. D. 1997. Sensitivity of *Uncinula necator* to benomyl, triadimefon, myclobutanil, and fenarimol in California. Plant Disease. (81): 293-297.

Evaluation of the Efficacy of spiroxamine (CS 300) for Chemical Control of Grapevine Powdery Mildew in Comparison with Some other Fungicides

Safaiefarahani, B. *[1], Shekariesfahlan, A., [2] Karimi Shari, M. R., [3] Heydariyan, A.[3] Khabaz Jolfaee, H.[2] and Kavoosi, B. [1]

1. Plant Protection Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran. 2. Plant Pathology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran. 3. Department of Plant Protection, North Khorasan Center for Research of Agricultural Science and Natural Resources Center, AREEO, Mashhad, Iran.

Received: Apr, 22, 2020 Accepted: Apr, 7, 2021

Abstract:

Grape powdery mildew caused by *Erysiphe necator* Schwein is one of the most important diseases of grapevine in many countries including Iran. In this study, the efficacy of the new fungicide, Prosper® (Spiroxamine), was compared with the registered fungicides Belkute® (Iminoctadine Tris), Topas® (Penconazole), Stroby® (Kresoxim-methyl) and sulfur for the control of grape powdery mildew. The experiment was carried out in three provinces including Fars, Razavi-Khorasan and Isfahan in randomized complete block design with nine treatments and four replicates. Each replicate contained two seven year old grapevine trees. The first spraying was performed just as the buds started to open and the second spraying was performed 15 days later. Prosper® was used in different doses for the first and second spraying as follow: 0.35 and 0.6 ml L^{-1} for the first treatment, 0.7 and 1.2 ml L^{-1} for the second treatment, 1 and 1.8 ml L^{-1} for the third treatment. Forty five days after the second spraying, 100 leaves and 8 bunches of grapes were selected randomly from each replicate and symptoms were recorded. The disease incidence and severity was calculated for all samples. The results show that Prosper® in doses of 0.7 and 1.2 ml L^{-1} after the first and second spraying reduced the disease severity on grape leaves and fruits by 88.42% and 78.31% in Fars, 75.64% and 85.22% in Razavi-Khorasan and 36.73% and 61.07% in Isfahan compared with the control respectively. Therefore it could be concluded that Prosper can be used effectively to control grapevine powdery mildew in Iran.

Keywords: chemical control, Iminoctadine tris, Penconazol, Krezoxim-Methyl, Sulphur

* **Corresponding author:** Banafsheh Safaiefarahani, Email: Banafshesafaie@gmail.com