

Research Article

Comparison of application frequencies of the fungicides Topas®, Stroby®, and Belkute® in the management of grapevine powdery mildew

B. Safaiefarahani^{✉1}, H. Khabbaz Jolfaee², S. Hanifeh³, M. R. Karimi Shari⁴



- 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 Forests and Rangelands Research Department, West Azerbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Urmia, Iran
⁴ Plant Protection Research Department, Razavi- Khorasan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Mashhad, Iran

Corresponding author

✉ banafshesafaie@gmail.com

Keywords

Chemical control, *Erysiphe necator*, Fungicide efficacy, Grapevine, Spraying

Abstract

Powdery mildew is one of the most important diseases of grapevine in Iran and worldwide, causing substantial crop losses. The most common approach to manage grapevine powdery mildew is the use of chemical fungicides. Given the adverse effects associated with the use of chemical pesticides and the need to reduce their application in the management of plant diseases, this study was conducted to evaluate the effect of two- and three-spray treatments and the possibility of reducing the number of applications of Topas®, Stroby®, and Belkyot® fungicides for managing grapevine powdery mildew in three provinces including West Azerbaijan, Fars, and Khorasan Razavi. The results showed application frequency had no significant effect on reducing disease severity and incidence on leaves and grape clusters in West Azerbaijan and Fars for any of the fungicides used. In Khorasan Razavi, except for Topas®, the number of applications did not result in significant differences in reducing disease severity and incidence on leaves and clusters when the other two fungicides were used. In this province, three applications of Topas® compared with two applications increased its efficacy in reducing disease severity by about 18% and 12% on leaves and clusters, respectively. Overall, based on the results obtained in West Azerbaijan, Fars, and Khorasan Razavi, two applications of Topas®, Stroby®, and Belkyot® under the experimental conditions provided satisfactory control of grapevine powdery mildew and can be considered as an approach to reduce pesticide use; however, to make a definitive recommendation, further experiments in other regions and years are necessary.

Received: 22 September 2025

Revised: 15 June 2026

Accepted: 22 June 2026

Available online: 23 July 2026

Cite this article:

Safaiefarahani B, Khabbaz Jolfaee H, Hanifeh S, Karimi Shari M, 2026. Comparison of application frequencies of the fungicides Topas®, Stroby®, and Belkute® in the management of grapevine powdery mildew. *Appl Res Plant Prot* 15 (2): 137–146.

<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2026.69273.1794>



Copyright© 2026 University of Tabriz, Published by the University of Tabriz.

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

مقایسه دفعات کاربرد قارچ‌کش‌های توپاس®، استروبی® و بلیکوت® در مدیریت بیماری سفیدک

سطحی مو

بنفشه صفایی فراهانی^۱، حسین خباز جلفایی^۲، سیامک حنیفه^۳، محمودرضا کریمی شهری^۴^۱ 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 جنگل و مرتع مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران^۴ بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

نویسنده مسئول: banafshesafaie@gmail.com

دریافت: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱ بازنگری: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۴/۰۸

چکیده

سفیدک سطحی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های مو در ایران و جهان است که خسارت فراوانی به این محصول وارد می‌کند. معمول‌ترین روش مدیریت سفیدک سطحی مو استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی است. با توجه به اثرات منفی مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی و ضرورت کاهش مصرف آن‌ها در مدیریت بیماری‌های گیاهی، این پژوهش با هدف ارزیابی اثر دو و سه نوبت محلول‌پاشی و امکان کاهش دفعات کاربرد قارچ‌کش‌های توپاس®، استروبی® و بلیکوت® در مدیریت سفیدک سطحی مو در سه استان آذربایجان غربی، فارس و خراسان رضوی انجام شد. نتایج ارزیابی‌ها نشان داد که دفعات کاربرد، در هیچ‌یک از قارچ‌کش‌های استفاده شده، تاثیر معنی‌داری در کاهش شدت و وقوع بیماری در برگ‌ها و خوشه‌های انگور در استان آذربایجان غربی و فارس نداشته است. در استان خراسان رضوی به جز قارچ‌کش توپاس®، دفعات محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری در کاهش شدت و وقوع بیماری در برگ‌ها و خوشه‌ها هنگام استفاده از دو قارچ‌کش دیگر ایجاد نکرد. در این استان سه نوبت محلول‌پاشی با توپاس® در مقایسه با دو نوبت محلول‌پاشی با این قارچ‌کش موجب افزایش کارایی آن در کاهش شدت بیماری به میزان حدود ۱۸٪ و ۱۲٪ درصد به ترتیب در برگ‌ها و خوشه‌ها شد. در مجموع و با توجه به نتایج این پژوهش در سه استان آذربایجان غربی، فارس و خراسان رضوی، دو نوبت محلول‌پاشی با توپاس®، استروبی® و بلیکوت® در شرایط اجرای آزمایش کنترل مناسبی از سفیدک سطحی مو نشان داد و می‌تواند به‌عنوان یک رویکرد کاهش مصرف سم مدنظر قرار گیرد؛ با این وجود، برای ارائه توصیه قطعی، انجام آزمایش‌های تکمیلی در مناطق و سال‌های دیگر ضروری است.

کلمات کلیدی: تاک، کارایی قارچ‌کش، کنترل شیمیایی، محلول‌پاشی، *Erysiphe necator*

مقدمه

پایین آلودگی سفیدک سطحی می‌تواند موجب کاهش بازارپسندی محصول شود (Gadoury et al. 2012; Wilcox et al. 2015). قارچ عامل سفیدک سطحی مو به صورت میسلیم درون جوانه‌های سال قبل و نیز روی شاخه‌های آلوده، زمستان‌گذرانی می‌کند (Gadoury et al. 2012; Wilcox et al. 2015). با شروع فعالیت جوانه‌ها، میسلیم عامل بیماری نیز فعالیت خود را آغاز کرده و سطح اندام‌های سبز را می‌پوشاند. در سطح توده‌های میسلیمی تعداد فراوانی هاگ غیرجنسی تولید می‌شود که عامل انتشار بیماری است. اگرچه اقدامات به‌باغی مانند آبیاری و کوددهی مناسب، هرس درختان و حذف شاخه‌های آلوده، به کاهش خسارت ناشی از سفیدک سطحی مو کمک می‌کند؛ اما در اغلب موارد مدیریت بیماری نیازمند استفاده از

انگور یکی از مهم‌ترین محصولات باغی در ایران و جهان است که علاوه بر مصرف تازه‌خوری، به صورت کشمش، مویز و آب میوه مصرف شده و در صنایع تخمیری نیز کاربرد دارد (Dolati - Baneh 2016; Rombough 2002). آفات و بیماری‌های مختلفی قادرند با حمله به گیاه مو سبب بروز خسارت اقتصادی و کاهش تولید محصول شوند. سفیدک پودری ناشی از قارچ *Erysiphe necator* Schwein یکی از مهم‌ترین بیماری‌های مو است که در صورت فراهم شدن شرایط محیطی مناسب، خسارت شدیدی ایجاد کرده و سبب کاهش کمیت و کیفیت محصول می‌شود. با توجه به اینکه کیفیت ظاهری نقش تعیین‌کننده‌ای در بازارپسندی انگور برای مصرف تازه خوری دارد، حتی سطوح

سه نوبت محلول‌پاشی در کنترل سفیدک سطحی مو بررسی شد (Bakhtiari & Khabbaz-Jolfaee 2014). نتایج این پژوهش نشان داد در میان قارچ‌کش‌های بررسی شده، توپاس® بیش‌ترین کارایی را در کاهش وقوع و شدت بیماری داشته و قارچ‌کش استروبی® نیز پس از تریمیدال® در رتبه سوم قرار گرفت. گزارش شده است سه بار محلول‌پاشی با قارچ‌کش توپاس® ضمن کاهش شدت سفیدک سطحی مو سبب افزایش عملکرد خوجه می‌شود (Karbalaei Khiavi et al. 2017). مقایسه کارایی قارچ‌کش‌های بلیکیوت®، توپاس®، گوگرد ۸۰٪ و گل گوگرد آسیایی در سه نوبت سم‌پاشی نیز نشان داد قارچ‌کش‌های بلیکیوت® و توپاس® در کاهش وقوع و شدت سفیدک سطحی مو بیش‌ترین تاثیر را دارند (Khabbaz Jolfaee et al. 2018). قارچ‌کش‌های بلیکیوت®، توپاس® و استروبی® به غیر از ایران، در سایر مناطق دنیا نیز در مدیریت سفیدک سطحی مو به کار می‌روند (Cordero-Bueso et al. 2014; Kunova et al. 2021; Peirovi-Minaee et al. 2025). با توجه به این سازمان حفظ نباتات کشور سه نوبت سم‌پاشی را برای مدیریت سفیدک سطحی مو در مناطق آلوده کشور توصیه کرده است (Asadi & Khabbaz-Jolfai 2021) و نظر به اثرات منفی سموم شیمیایی بر سلامت انسان و محیط زیست (Goswami et al. 2018; Bastos et al. 2021; Tsalidis 2022) پژوهش حاضر با هدف بررسی تاثیر دفعات محلول‌پاشی و امکان کاهش تعداد دفعات کاربرد قارچ‌کش‌های توپاس®، استروبی® و بلیکیوت® در مدیریت سفیدک سطحی مو در استان‌های آذربایجان غربی، فارس و خراسان رضوی انجام شد.

مواد و روش‌ها

محل آزمایش

آزمایش در سه استان آذربایجان غربی (شهرستان ارومیه)، فارس (شهرستان سعادت‌شهر) و خراسان رضوی (شهرستان مشهد) اجرا شد. در هر شهرستان یک تاکستان دارای سابقه‌ی آلودگی به سفیدک سطحی مو با رقم بی دانه سفید انتخاب و آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هفت تیمار و چهار تکرار انجام شد.

تیمارهای آزمایش

تیمارها شامل توپاس® با دز ۰/۱۲۵ در هزار با سه نوبت محلول‌پاشی، توپاس® با دز ۰/۱۲۵ در هزار با دو نوبت محلول‌پاشی، استروبی® به میزان ۰/۲ در هزار با سه نوبت محلول‌پاشی، استروبی® به میزان ۰/۲ در هزار با دو نوبت محلول‌پاشی،

قارچ‌کش‌های شیمیایی است (Ficke et al. 2002; Wicks et al. 2015; Gadoury et al. 2012; Wilcox et al. 2002). مدیریت مناسب بیماری زمانی صورت می‌گیرد که اولین مرحله سم‌پاشی در اوایل فصل، هنگام تورم جوانه‌ها، وقتی میزان هاگ عامل بیماری در کمترین مقدار است، انجام شود. اگر در این مرحله سم‌پاشی صورت نگیرد معمولاً گسترش قارچ بیماری‌زا به حدی می‌رسد که کنترل بیماری را با دشواری مواجه می‌سازد. بعد از سم‌پاشی اولیه، اغلب چند مرحله سم‌پاشی دیگر در فواصل یک تا دو هفته‌ای تا مرحله تشکیل غوره پیشنهاد شده است (Wicks et al. 2002; Wilcox et al. 2015).

برای مدیریت سفیدک سطحی مو در جهان قارچ‌کش‌های متعددی از گروه‌های شیمیایی مختلف به کار رفته‌اند که از میان آن‌ها می‌توان به گوگرد (Sholberg 2004)، بنزیمیدازول‌ها (Ypema et al. 1997)، تریازول‌ها، ایمیدازول‌ها (Scheinflug 2001; Kuck 1987; Halleen & Holz 2001) و استروبیول‌ها (Wong & Wilcox 2002; Reddy et al. 2019) اشاره کرد.

مطالعات انجام شده در ایران نشان داده است قارچ‌کش‌های گوگردی (Karbalaei Khiavi et al. 2017)، پنکونازول با نام تجاری توپاس® (Ouroumchi & Callora 2002; Karbalaei Khiavi et al. 2017; Khabbaz Jolfaee et al. 2018; Safaiefarahani et al. 2020a, b)، کرزوکسیم متیل با نام تجاری استروبی® (Ouroumchi & Callora 2002; Bakhtiari & Safaiefarahani et al. 2020a, b)، ایمونکتادین‌تریس با نام تجاری بلیکیوت® (Khabbaz Jolfaee et al. 2020a, b; Safaiefarahani et al. 2020a, b)، نواریمول با نام تجاری تریمیدال® (Ouroumchi & Callora 2002; Bakhtiari & Kalhor 2013)، تری‌دمورف با نام تجاری کالیکسین® (Ouroumchi & Callora 2002)، اسپیروکسامین با نام تجاری پروسپر® (Safaiefarahani et al. 2020b) و فلوکسپایروکساید با نام تجاری سرکادیس® (Safaiefarahani et al. 2020a) بیش‌ترین تاثیر را در کنترل سفیدک سطحی مو در نقاط مختلف کشور داشته‌اند.

در میان قارچ‌کش‌های مورد استفاده برای مدیریت سفیدک سطحی مو در مناطق مختلف ایران، قارچ‌کش‌های توپاس®، استروبی® و بلیکیوت® از عمومیت بیشتری برخوردارند که این امر ناشی از کارایی بالای این قارچ‌کش‌ها در کاهش خسارت ناشی از سفیدک سطحی مو است. به عنوان مثال در پژوهشی کارایی هفت قارچ‌کش شامل توپاس®، استروبی®، فلینت®، تیوویت‌جت®، تریمیدال®، گوگرد ۸۰٪ و گل گوگرد آسیاب با

زیر محاسبه شد.

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

در این رابطه PDS درصد شدت بیماری در برگ و میوه، ni تعداد نمونه های دارای شاخص مشابه، vi شاخص مربوط به هر نمونه، N تعداد کل نمونه های بررسی شده و V حداکثر شاخص است (Tromp & Marais 1981).

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین ها

به منظور تجزیه مرکب داده های حاصل از سه استان، ابتدا یکنواختی واریانس های خطای آزمایش برای صفات مورد مطالعه مورد آزمون قرار گرفت. داده های درصد وقوع و درصد شدت بیماری در برگ ها و میوه ها با استفاده از برنامه آماری SAS (v. 9.1) تجزیه واریانس شد. با توجه به معنی دار بودن اختلاف تیمارها، میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال ۱٪ مورد مقایسه قرار گرفت. برای بررسی اثر مکان و برهم کنش های آن با تیمارها، داده ها با استفاده از تجزیه مرکب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

تعیین درصد اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد

اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

$$Ef = 100 - \left(\frac{\bar{x}_t}{\bar{x}_c} \times 100 \right)$$

در این رابطه Ef درصد اثر بخشی تیمار، $\bar{x}_t$ میانگین شدت بیماری در تیمار و $\bar{x}_c$ میانگین شدت بیماری در شاهد بدون محلول پاشی است (Mitani et al. 2003).

نتایج

تجزیه مرکب داده های سه استان آذربایجان غربی، فارس و خراسان رضوی

بررسی یکنواختی واریانس های خطای آزمایش برای صفات مورد نشان داد واریانس های خطا همگن است بنابراین تجزیه واریانس مرکب داده ها انجام شد. مطالعه نتایج تجزیه واریانس مرکب نشان داد که اثر مکان، تیمار و تیمار در مکان بر صفات مورد مطالعه معنی دار است (جدول ۱) که حاکی از تفاوت استان های آذربایجان غربی، فارس و خراسان رضوی از نظر درصد وقوع و شدت بیماری سفیدک سطحی مو روی برگ و میوه است.

بلیکوت® به میزان ۰/۷۵ در هزار با سه نوبت محلول پاشی، بلیکوت® به میزان ۰/۷۵ در هزار با دو نوبت محلول پاشی و شاهد بدون محلول پاشی بود. دزهای به کار رفته از هر قارچ کش، دز توصیه شده آن قارچ کش برای مدیریت سفیدک سطحی مو است. هر تکرار شامل یک درختچه مو بارور شش ساله بود. بین درختچه های مورد آزمایش دو درختچه بدون تیمار برای جلوگیری از تأثیر تیمارها بر یکدیگر در نظر گرفته شد. زمان اولین محلول پاشی مصادف با تورم جوانه ها بود. محلول پاشی دوم مصادف با ریزش گل های خوشه ای انگور و محلول پاشی سوم در مرحله تشکیل غوره انگور انجام شد. در تیمارهای دو نوبتی، محلول پاشی سوم انجام نشد. پس از گذشت ۲۸ روز از تاریخ سومین محلول پاشی، از هر درخت، ۱۰۰ برگ و پنج خوشه میوه به طور تصادفی انتخاب و درصد وقوع و شدت بیماری ارزیابی شد.

درصد وقوع بیماری

درصد وقوع بیماری با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد:

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

در این رابطه PDI درصد وقوع بیماری در برگ و میوه، nd تعداد نمونه های دارای علائم بیماری و N تعداد کل نمونه های بررسی شده است (Wan et al. 2007).

درصد شدت بیماری

ابتدا به هر برگ، بر اساس درصد پوشش لکه روی سطح برگ نسبت به کل سطح برگ شاخصی بین صفر تا هفت بدین شرح تعلق گرفت: 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). به هر خوشه نیز بر اساس گسترش علائم بیماری، شاخصی از صفر تا سه بدین شرح تعلق گرفت: شاخص صفر: بدون آلودگی، شاخص یک: یک تا سه حبه - ی آلوده در خوشه، شاخص دو: آلودگی تا ۲۵٪ حبه های خوشه، شاخص سه: آلودگی بیش از ۲۵٪ از حبه های خوشه. سپس درصد شدت بیماری در برگ ها و میوه ها با استفاده از رابطه ی

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

Table 1. Compound analysis of variance of percent disease incidence and disease severity on grape leaves and fruits in West-Azerbaijan, Fars and Khorasan-Razavi provinces.

S.O.V	DF	Mean squares (grape leaves)		Mean squares (grape fruits)	
		incidence	severity	incidence	severity
Place	2	870.79**	3987.25**	3600.00**	1000.44**
Place×Replicate	9	41.50 n.s.	25.30 n.s.	38.09 n.s.	13.63 n.s.
Treatment	6	5069.56**	3838.66**	6171.42**	6657.42**
Treatment×Place	12	70.97**	169.03**	300.00**	46.08 n.s.
Error	54	12.96	5.44	60.31	11.88
(CV%)	-	7.89	8.31	15.10	10.69

** : Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

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

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

S.O.V	DF	Mean squares					
		West Azerbaijan		Fars		Khorasan Razavi	
		incidence	severity	incidence	severity	incidence	severity
Replicate	3	96.32 n.s.	17.57 n.s.	6.32 n.s.	7.09 n.s.	21.85 n.s.	45.95 n.s.
Treatment	6	1380.86**	497.50**	1704.20**	1766.56**	2140.78**	1911.39**
Error	18	19.59	2.99	10.04	5.45	4.46	6.86
CV%	-	9.21	9.90	6.39	8.99	5.39	6.40

** : Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

کنند (جدول ۴ و ۵). کمترین میزان درصد وقوع و شدت بیماری در برگ و میوه مربوط به تیمارهای توپاس® با سه و دو نوبت محلول‌پاشی بود که بدون اختلاف آماری به صورت مشترک در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۴ و ۵). در هیچ‌یک از قارچ‌کش‌های به کار رفته، اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی در شدت و وقوع بیماری روی برگ و میوه وجود نداشت (جدول ۴ و ۵).

استان آذربایجان غربی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد وقوع و شدت بیماری روی برگ و میوه مو در استان آذربایجان غربی نشان داد که اثر تیمارها در کاهش بیماری نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵٪ معنی دار بوده است (جدول ۲ و ۳). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ نشان داد که تمامی قارچ‌کش‌ها نسبت به شاهد توانسته‌اند کاهش معنی‌داری را از نظر وقوع و شدت بیماری در برگ و میوه ایجاد

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

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

S.O.V	DF	Mean squares					
		West Azerbaijan		Fars		Khorasan Razavi	
		incidence	severity	incidence	severity	incidence	severity
Replicate	3	90.47 n.s.	6.36 n.s.	48.88 n.s.	16.93 n.s.	57.14 n.s.	17.61 n.s.
Treatment	6	1400.00**	1865.61**	1333.33**	2343.91**	3223.80**	2547.48**
Error	18	57.04	16.22	88.88	14.46	23.80	4.98
CV%	-	13.74	13.75	15.71	11.74	12.65	5.85

** : Significant at 1% probability level

n.s.: not significant

اختلاف معنی‌دار بین اثر تیمارها بر شدت و وقوع بیماری در برگ و میوه وجود دارد (جدول ۲ و ۳). کمترین میزان شدت بیماری روی برگ مو مربوط به تیمارهای توپاس® و استروبی® با سه و

استان فارس

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی درختچه‌های تیمار شده در استان فارس نشان داد که در سطح احتمال ۵٪

نوبت محلول‌پاشی و بلیکوت® با سه نوبت محلول‌پاشی نداشت (جدول ۵). در تمامی قارچ‌کش‌های مورد مطالعه، استفاده از سه یا دو نوبت محلول‌پاشی سبب بروز اختلاف آماری معنی‌دار در وقوع و شدت بیماری روی برگ و میوه نشد (جدول ۴ و ۵).

دو نوبت محلول‌پاشی بود که همگی بدون اختلاف آماری معنی‌دار در بالاترین گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۴). کم‌ترین میزان شدت بیماری روی میوه نیز در تیمار توپاس با سه نوبت محلول‌پاشی مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با تیمارهای توپاس® با دو نوبت محلول‌پاشی، استروبی® با سه

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

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

Treatment	West Azerbaijan			Fars			Razavi provinces		
	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
Topas® ¹	30.25 ± 5.12 ^e	8.85 ± 1.42 ^d	78.81	36.25 ± 3.5 ^c	13.32 ± 1.64 ^c	81.70	22.68 ± 4.09 ^d	19.50 ± 0.57 ^e	77.78
Topas® ²	35.25 ± 1.70 ^{de}	9.78 ± 1.22 ^d	76.58	41.25 ± 2.98 ^{bc}	15.75 ± 2.21 ^c	78.36	31.50 ± 2.21 ^{bc}	35.25 ± 2.38 ^c	59.83
Stroby® ¹	41.00 ± 5.90 ^{cd}	15.03 ± 2.81 ^c	65	40.50 ± 3.69 ^{bc}	15.60 ± 2.27 ^c	78.57	27.75 ± 3.94 ^c	28.75 ± 2.23 ^d	67.24
Stroby® ²	46.75 ± 3.36 ^{bc}	15.39 ± 1.21 ^{bc}	63.14	44.50 ± 3.31 ^b	17.50 ± 1.88 ^c	75.60	31.50 ± 2.21 ^{bc}	35.25 ± 2.38 ^c	59.83
Belkute® ¹	49.00 ± 4.69 ^b	16.42 ± 2.99 ^b	60.68	41.75 ± 1.70 ^{bc}	22.67 ± 3.11 ^b	68.86	34.75 ± 1.56 ^b	39.25 ± 1.70 ^{bc}	55.28
Belkute® ²	46.75 ± 2.98 ^{bc}	17.17 ± 3.23 ^b	58.88	46.75 ± 2.36 ^b	24.03 ± 2.90 ^b	66.99	35.50 ± 2.40 ^b	40.75 ± 2.31 ^b	53.57
Control	87.25 ± 0.95 ^a	41.75 ± 2.90 ^a	-	95.75 ± 3.5 ^a	72.78 ± 2.31 ^a	-	90.75 ± 1.70 ^a	87.75 ± 7.84 ^a	-

*Significant differences are denoted by different letters within each column at $p < 0.01$ according to Duncan's Multiple ranges Test. The application rates are 0.125, 0.2, and 0.75 per thousand for Topas®, Stroby®, and Belkute®, respectively.

1. Three foliar sprays

2. Two foliar sprays

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

Table 5. Mean comparison of percentage of disease incidence, disease severity and treatment efficacy on grape fruits in West-Azerbaijan, Fars and Khorasan-Razavi provinces.

Treatment	West Azerbaijan			Fars			Khorasan Razavi		
	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)	Disease incidence* (%)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
Topas® ¹	25.00 ± 11.54 ^c	10.00 ± 3.84 ^d	84.10	45.00 ± 10 ^b	18.33 ± 3.33 ^d	78.85	20.00 ± 0 ^c	18.50 ± 3.14 ^d	80.32
Topas® ²	30.00 ± 11.54 ^c	11.66 ± 3.33 ^d	86.36	55.00 ± 10 ^b	21.66 ± 3.33 ^{cd}	75.01	25.00 ± 10 ^c	29.50 ± 2.08 ^c	68.62
Stroby® ¹	55.00 ± 10 ^b	18.33 ± 3.33 ^c	75.00	50.00 ± 11.54 ^b	20.00 ± 0 ^{cd}	76.93	20.00 ± 0 ^c	27.00 ± 2.16 ^c	71.28
Stroby® ²	60.00 ± 0 ^b	21.66 ± 3.33 ^{bc}	70.46	55.00 ± 10 ^b	26.66 ± 5.55 ^{bc}	69.24	25.00 ± 10 ^c	28.50 ± 2.11 ^c	69.69
Belkute® ¹	55.00 ± 10 ^b	21.66 ± 3.33 ^{bc}	70.46	55.00 ± 10 ^b	25.0 ± 3.33 ^{bcd}	71.16	40.00 ± 0 ^b	34.25 ± 2.75 ^b	63.57
Belkute® ²	60.00 ± 0 ^b	26.66 ± 3.33 ^b	63.63	60.00 ± 0 ^b	28.33 ± 3.33 ^b	67.31	40.00 ± 0 ^b	35.2 ± 2.38 ^b	62.50
Control	100.00 ± 0 ^a	73.30 ± 5.44 ^a	-	100.00 ± 0 ^a	86.66 ± 5.44 ^a	-	100.00 ± 0 ^a	94.00 ± 3.36 ^a	-

*Significant differences are denoted by different letters within each column at $p < 0.01$ according to Duncan's Multiple ranges Test. The application rates are 0.125, 0.2, and 0.75 per thousand for Topas®, Stroby®, and Belkute®, respectively.

1. Three foliar sprays

2. Two foliar sprays

وجود داشت اما در قارچ‌کش‌های استروبی® و بلیکوت® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی مشاهده نشد (جدول ۴). از نظر شدت بیماری روی برگ نیز در قارچ‌کش‌های توپاس® و استروبی® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی وجود داشت اما در قارچ‌کش بلیکوت® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی مشاهده نشد (جدول ۴). از نظر وقوع بیماری روی میوه هیچ اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای توپاس®, استروبی® و بلیکوت® در دو یا سه نوبت محلول‌پاشی

استان خراسان رضوی

نتایج تجزیه واریانس داده‌های وقوع و شدت بیماری روی برگ و میوه مو در استان خراسان رضوی نشان داد که اثر تیمارها در کاهش بیماری نسبت به شاهد در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بوده است (جدول ۲ و ۳). کم‌ترین میزان شدت بیماری روی برگ و میوه در تیمار توپاس® با سه نوبت محلول‌پاشی مشاهده شد (جدول ۴ و ۵). از نظر وقوع بیماری روی برگ در قارچ‌کش توپاس® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی

& Callora 2002; Bakhtiari & Kalhor 2013; Safaiefarahani *et al.* 2020a, b). نتایج به دست آمده در این پژوهش نیز با تایید نتایج پژوهش‌های پیشین نشان داد استروبی® با سه نوبت محلول‌پاشی بین ۶۵ تا ۷۸٪ در کنترل سفیدک سطحی مو روی برگ و بین ۷۱ تا ۷۶٪ در کنترل سفیدک سطحی مو روی میوه کارایی دارد. این مقادیر هنگام دو نوبت محلول‌پاشی با آن به ترتیب ۶۰ تا ۷۵٪ و ۶۹ تا ۷۰٪ بود. در این پژوهش، تیمارهایی که کاهش بیماری برابر یا بیش از ۶۰٪ نشان دادند، به‌عنوان دارای کارایی مطلوب در نظر گرفته شدند. بنابراین استروبی® با دو نوبت محلول‌پاشی همچنان دارای کارایی مطلوبی است. در میان سه قارچ‌کش مورد بررسی در این پژوهش، قارچ‌کش بلکیوت® کم‌ترین کارایی را در کنترل سفیدک سطحی مو روی برگ و میوه مو داشت؛ این قارچ‌کش با سه نوبت محلول‌پاشی بین ۵۵ تا ۶۸٪ در کنترل سفیدک سطحی مو روی برگ و بین ۶۳ تا ۷۱٪ در کنترل سفیدک سطحی مو روی میوه کارایی داشت. این مقادیر هنگام دو نوبت محلول‌پاشی با بلکیوت® به ترتیب ۵۳ تا ۶۷٪ و ۶۲ تا ۶۷٪ بود که همچنان کارایی نسبتاً مطلوبی از این قارچ‌کش نشان می‌دهد. بلکیوت® با نام عمومی ایمونکتادین‌تریس قارچ‌کش تماسی از گروه گوانیدین‌ها (Guanidines) با نقطه اثر چندگانه از طریق تأثیر بر غشای سلولی و سنتز لیپیدها در جوانه‌زنی هاگ، رشد لوله تندشی و تشکیل مکنه اختلال ایجاد می‌کند (Pratte-Santos *et al.* 2015). مطالعات پیشین نشان داده است که قارچ‌کش بلکیوت® با سه نوبت محلول‌پاشی کارایی مطلوبی در مدیریت سفیدک سطحی مو دارد (Khabbaz Jolfaee *et al.* 2018, Safaiefarahani *et al.* 2020a, b) که نتایج بررسی حاضر را تایید می‌کند.

کاربرد گسترده آفت‌کش‌های شیمیایی سبب بروز مشکلات زیادی مانند افزایش هزینه‌ها، باقی‌ماندن آفت‌کش‌ها در غذا و خطرات آن برای انسان و محیط زیست شده است؛ لذا در سال‌های اخیر یافتن راه‌حل‌هایی مانند بهینه‌سازی برنامه‌های سم‌پاشی، کاهش دفعات کاربرد سموم شیمیایی، استفاده از عوامل زیستی و توسعه مدیریت تلفیقی بیماری‌ها جهت کاهش مصرف سموم شیمیایی مورد توجه پژوهش‌گران قرار گرفته است (Nicolopoulou-Stamati *et al.* 2016, Yadav & Devi 2017). در همین راستا، در پژوهش حاضر امکان کاهش برنامه سم‌پاشی از سه نوبت به دو نوبت با استفاده از قارچ‌کش‌های مرسوم در مدیریت سفیدک سطحی مو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که در باغ مورد بررسی در آذربایجان غربی،

وجود نداشت و همگی تیمارها به صورت مشترک در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۵). از نظر شدت بیماری روی میوه در قارچ‌کش توپاس® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی وجود داشت اما در قارچ‌کش‌های استروبی® و بلکیوت® اختلاف معنی‌داری بین دو و سه نوبت محلول‌پاشی مشاهده نشد (جدول ۵).

بحث

نتایج این پژوهش نشان داد هر سه قارچ‌کش مورد بررسی شامل توپاس®, استروبی® و بلکیوت® قادرند وقوع و شدت بیماری سفیدک سطحی را در برگ و میوه‌های مو کاهش دهند. قارچ‌کش توپاس® با نام عمومی پنکونازول قارچ‌کشی از گروه تریازول‌ها است که با تأثیر بر بیوسنتز ارگسترول در قارچ‌ها، طیف وسیعی از بیماری‌های قارچی گیاهان از جمله سفیدک‌های سطحی را کنترل می‌کند (Mercadante *et al.* 2016; Husak *et al.* 2017). مطالعات پیشین نشان داده است که توپاس® با سه نوبت محلول‌پاشی کارایی مطلوبی در مدیریت سفیدک سطحی مو در ایران دارد (Ouroumchi & Callora 2002; Karbalaee *et al.* 2017; Khabbaz Jolfaee *et al.* 2018, Safaiefarahani *et al.* 2020a, b). نتایج پژوهش حاضر ضمن تایید پژوهش‌های پیشین نشان داد قارچ‌کش توپاس® از بالاترین کارایی در بین قارچ‌کش‌های مورد بررسی برخوردار است. به طوری که حتی در استان آذربایجان غربی، دو نوبت محلول‌پاشی با این قارچ‌کش کارایی بیشتری از سه نوبت محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های استروبی® و بلکیوت® روی برگ و میوه داشت. البته باید در نظر داشت اگرچه همچنان توپاس® از کارایی قابل قبولی برخوردار است اما از آن‌جا که احتمال بروز مقاومت به این قارچ‌کش متوسط است و مقاومت به آن در مناطق مختلف دنیا گزارش شده، لازم است جهت مدیریت سفیدک سطحی مو این قارچ‌کش در تناوب با سایر قارچ‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرد (Bordelon *et al.* 2015). پس از قارچ‌کش توپاس®, قارچ‌کش استروبی® بیشترین کارایی را در کنترل سفیدک سطحی مو روی برگ و میوه‌های مو داشت. استروبی® با نام عمومی کرزوکسیم متیل به گروه قارچ‌کش‌های QoI (Quinone outside inhibitor) متعلق دارد و با تأثیر بر مکان Qo در آنزیم سیتوکروم bc1، قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی را کنترل می‌کند (Wong & Wilcox 2002; Reddy *et al.* 2019). پژوهش‌های پیشین نشان داده است سه نوبت استفاده از قارچ‌کش استروبی® سفیدک سطحی را روی برگ و میوه‌ی مو به طور کارآمدی کاهش می‌دهد (Ouroumchi

کاربرد برای دستیابی به حداکثر یا نزدیک به حداکثر کارایی در آن شرایط کافی بوده و به همین دلیل نوبت سوم نتوانسته است اختلاف معنی داری ایجاد کند.

در مجموع، نتایج این پژوهش در تاکستان های مورد مطالعه نشان داد که در شرایط این آزمایش، دو نوبت محلول پاشی با قارچ کش های بررسی شده عموماً توانسته است کنترل قابل قبولی از بیماری فراهم کند و در بسیاری از موارد افزودن نوبت سوم افزایش کارایی معنی داری در میزان کنترل بیماری ایجاد نکرده است. با این حال، با توجه به محدودیت های این مطالعه، از جمله انجام آزمایش در یک تاکستان در هر استان و طی یک فصل زراعی، و همچنین تنوع قابل توجه شرایط اقلیمی و مدیریتی در تاکستان ها، تعمیم نتایج این پژوهش به سایر مناطق باید با احتیاط انجام گیرد. از این رو، انجام پژوهش های تکمیلی در چندین تاکستان و طی چند سال زراعی می تواند به دستیابی به نتایج قابل اتکاتر و ارائه توصیه های مدیریتی دقیق تر کمک کند.

سپاسگزاری

نویسندگان از موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان های فارس، آذربایجان غربی و خراسان رضوی برای حمایت از این پژوهش تشکر و قدردانی می نمایند.

References

- Asadi A, Khabbaz-Jolfai H, 2021. Executive guideline for the management of grape powdery mildew. Plant Protection Organization of Iran, Deputy for Pest Control. 9 pp.
- Bakhtiari MH, Khabbaz-Jolfaei H, 2014. 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*, February 13-15, Hamadan, Iran. Pp. 2-12 (In Persian with English abstract).
- Bastos RW, Rossato L, Goldman GH, Santos D, 2021. Fungicide effects on human fungal pathogens: cross-resistance to medical drugs and beyond. *PLoS Pathogens* 17: e1010073.
- Bordelon B, Foster R, Ward Gautier N, 2015. Midwest Small Fruit & Grape Spray Guide. Ohio State

افزایش تعداد نوبت های محلول پاشی از دو به سه نوبت تأثیر معنی داری در کاهش شدت و وقوع بیماری نداشت و اختلاف کارایی قارچ کش های مورد ارزیابی در برگ ها و خوشه ها از نظر آماری معنی دار نبود. این یافته می تواند نشان دهد که در شرایط این آزمایش و با سطح آلودگی موجود، دو نوبت محلول پاشی برای دستیابی به کنترل قابل قبول بیماری کافی بوده و افزایش دفعات کاربرد الزاماً منجر به بهبود معنی دار کنترل بیماری نمی شود. به طور مشابه، در باغ مورد بررسی در فارس نیز تفاوت آماری معنی داری بین دو و سه نوبت محلول پاشی برای قارچ کش های توپاس[®]، استروبی[®] و بلیکوت[®] مشاهده نشد که می تواند بیانگر کارایی مناسب این قارچ کش ها در برنامه های مدیریتی با تعداد دفعات کمتر در شرایط این مطالعه باشد. در مقابل، در باغ مورد بررسی در خراسان رضوی افزایش تعداد نوبت محلول پاشی در مورد قارچ کش توپاس[®] موجب افزایش کارایی آن در کاهش شدت بیماری در برگ ها و خوشه ها شد. این تفاوت می تواند ناشی از شرایط محیطی خاص محل اجرای آزمایش، شدت اولیه آلودگی، یا تفاوت در روند پیشرفت بیماری در طول فصل باشد. به عبارت دیگر، ممکن است خصوصیات مربوط به نحوه اثر، ماندگاری، یا کارایی توپاس[®] در شرایط باغ مورد مطالعه در خراسان رضوی موجب شده باشد که افزایش یک نوبت محلول پاشی، اثر بیشتری نسبت به سایر ترکیبات نشان دهد. در مقابل، در مورد قارچ کش های استروبی[®] و بلیکوت[®]، دو نوبت

University Extension Publications. US. P: 89.

- Cordero-Bueso G, Arroyo T, Valero E, 2014. A longterm field study of the effect of fungicides penconazole and sulfur. *International Journal of Food Microbiology* 189: 189–194.
- Dolati-Baneh A. 2016. Grape: Integrated management, cultivation, production, and processing. University of Kurdistan Press, Iran. 720 pp.
- Ficke A, Gadoury DM, Seem RC, 2002. Ontogenic resistance and plant disease management: A case study of grape powdery mildew. *Phytopathology* 92: 671–675.
- Gadoury DM, Cadle-Davidson L, Wilcox WF, Dry IB, Seem RC, Milgroom MG. 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.

- Goswami SK, Singh V, Chakdar H, Choudhary P, 2018. Harmful effects of fungicides-current status. *International Journal of Agriculture & Environment & Biotechnology* 11: 1011-1019.
- Halleen F, 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 & Viticulture* 22: 111-121.
- Husak VV, Mosiichuk NM, Storey JM, Storey KB, Lushchak VI, 2017. Acute exposure to the penconazole-containing fungicide Topas partially augments antioxidant potential in goldfish tissues. *Toxicology & Pharmacology* 193: 1-8.
- Karbalaei Khiavi HK, Shahri MH, Keshavarz K, Jolfaei HK, Zohor E, et al., 2017. Evaluation of sulfur SC 80% and penconazole effects on grape powdery mildew disease and quantitative and qualitative traits of grape. *Iranian Plant Protection Research* 31: 242-249 (In Persian with English abstract).
- Khabbaz Jolfaei H, Omati F, Keshavarz K, 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 abstract).
- Kunova A, Pizzatti C, Saracchi M, Pasquali M, Cortesi P, 2021. Grapevine Powdery Mildew: Fungicides for Its Management and Advances in Molecular Detection of Markers Associated with Resistance. *Microorganisms* 20: 1541.
- Mercadante R, Polledri E, Scurati S, Moretto A, Fustinoni S, 2016. Identification of metabolites of the fungicide penconazole in human urine. *Chemical Research in Toxicology* 29: 1179-1186.
- Mitani S, Kamachi K, Sugimoto K, Araki S, Yamaguchi T, 2003. Control of cucumber downy mildew by cyazofamid. *Journal of Pesticide Science* 28: 64-68.
- Nicolopoulou-Stamati P, Maipas S, Kotampasi C, Stamatis P, Hens L, 2016. Chemical pesticides and human health: the urgent need for a new concept in agriculture. *Frontiers in public health* 4: 148-158.
- Ouroumchi S, Callora L, 2002. Comparison of the efficacy of some fungicides against powdery mildew of grape in west Azerbaijan. *Proceeding of the 15th Iranian Plant Protection Congress*, September 7-11, Karaj, Iran. Pp. 218-219.
- Peirovi-Minaee R, Zarei A, Alami A, Afsharnia M, 2025. Health risk assessment of penconazole fungicide residues in grapes: insights from Monte Carlo simulation. *Scientific Reports* 15: 42476.
- Pratte-Santos R, Ramos DR, Becalle TL, De-Oliveira JP, Prado AR, 2015. Evaluation mutagenic potential of pesticides through bioassays with *Allium cepa*. *World Journal of Cell Biology & Genetics* 2: 5-10.
- Reddy GR, Kumari DA, 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 & Biological Studies* 6: 05-09.
- Rombough L, 2002. The grape grower: A guide to organic viticulture. Chelsea Green Publishing, USA. 283 pp.
- Safaiefarahani B, Karimi Shari MR, Shekariesfahlan A, Khabbaz Jolfaei H, 2020a. Evaluation of the efficacy of fluxapyroxad (SC, 26.5%) in the management of grapevine powdery mildew. *Pesticides in Plant Protection Sciences* 9: 27-38 (In Persian with English abstract).
- Safaiefarahani B, Shekariesfahlan A, Karimi Shari MR, Heydariyan A, Khabbaz Jolfaei H, et al., 2020b. Evaluation of the efficacy of spiroxamine (SC 300) for chemical control of grapevine powdery mildew in comparison with some other fungicides. *Pesticides in Plant Protection Sciences* 9: 49-60 (In Persian with English abstract).
- Scheinpflug H, Kuck KH. 1987. Sterol biosynthesis inhibiting piperazine, pyridine, pyrimidine and azole fungicides. In: Lyr H (ed). Modern selective fungicides: properties, applications, mechanisms of action. Longman Scientific and Technical, New York. Pp. 173-197.
- Sholberg PL, 2004. Management of grape diseases in arid climates. In: Naqvi, S (ed). Diseases of Fruits and Vegetables. Springer, Netherlands. Pp. 53-80.
- Tromp A, Marais PG, 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 & Viticulture* 2: 25-28.

- Tsalidis GA, 2022. Human health and ecosystem quality benefits with life cycle assessment due to fungicides elimination in agriculture. *Sustainability* 14: 846–858.
- Wan Y, Schwaninger H, He P, Wang Y, 2007. Comparison of resistance to powdery mildew and downy mildew in Chinese wild grapes. *Vitis* 46: 132–136.
- Wicks T, Hitch C, Hall B, 2002. Controlling powdery mildew - What to spray and when? *Australian Journal of Grape & Wine Research* 59: 132–139.
- Wilcox WF, Gubler WD, Uyemoto JK, 2015. Compendium of Grape Diseases, Disorders, and Pests. American Phytopathological Society, USA. 232 pp.
- Wong FP, Wilcox WF, 2002. Sensitivity to azoxystrobin among isolates of *Uncinula necator*: Baseline distribution and relationship to myclobutanil sensitivity. *Plant Disease* 86: 394–404.
- Yadav IC, Devi NL, 2017. Pesticides classification and its impact on human and environment. *Environmental science & engineering* 6: 140–158.
- Ypema HL, Ypema M, Gubler WD, 1997. Sensitivity of *Uncinula necator* to benomyl, triadimefon, myclobutanil, and fenarimol in California. *Plant Disease* 81: 293–297.