Journal of Iranian Plant Protection Research

https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 1, Spring 2023, p. 1-10

Investigation on the Efficacy of Profiler® Fungicide in Grape Downy Mildew Control Caused by *Plasmopara viticola*

H. Khabbaz Jolfaee[1], H. Rabbani Nasab[2]*, A. Arjmandian[3]

Received: 22-05-2022
Revised: 08-01-2023
Accepted: 23-01-2023
Available Online: 23-01-2023

How to cite this article:
Khabbaz Jolfaee, H., Rabbani Nasab, H., & Arjmandian, A. (2023). Investigation on the efficacy of Profiler® fungicide in grape downy mildew control caused by *Plasmopara viticola*. *Journal of Iranian Plant Protection Research 37*(1): 1-10. (In Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/jpp.2023.76753.1093

Introduction

Downy mildew disease caused by *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & Toni is one of the most important diseases of vine. Especially in wet areas, it causes qualitative and quantitative damage to the crop. Although all green parts of the grapevine are susceptible, the first symptoms of downy mildew of grapes are usually seen on the leaves as soon as 5 to 7 days after infection. Foliar symptoms appear as yellow circular spots with an oily appearance (oilspots). Young oilspots on young leaves are surrounded by a brownish-yellow halo. This halo fades as the oilspot matures. The spots are yellow in white grape varieties and red in some red grape varieties (e.g., Ruby Red). Under favorable weather conditions, large numbers of oilspots may develop and coalesce to cover most of the leaf surface. After suitably warm, humid nights, a white downy fungal growth (sporangia) will appear on the underside of the leaves and other infected plant parts. The disease gets its name "downy mildew" from the presence of this downy growth. In late summer and early fall, the diseased leaves take on a tapestry-like appearance when the growth of the pathogen is restricted by the veinlets. Confirmation of active downy mildew is made by the "bag test." To do this test, seal suspect diseased leaves and/or fruit bunches in a moistened (not wet) plastic bag and incubate in a warm (13-28ºC), dark place overnight. Look for fresh, white downy sporulation beneath suspect oilspots or on shoots or fruit bunches. Note that mature berries, although they may be symptomatic and harbor the pathogen, may not support sporulation even when provided with ideal conditions. Infected parts of young fruit bunches turn brown, wither, and die rapidly. If infections occur on the young bunch stalk, the entire inflorescence may die. Developing young berries will either die or, if between 3 and 5 mm in diameter, become discolored. Berries become resistant to infection within 2-3 week after bloom, although all parts of the rachis may remain susceptible 2 months after bloom. The pathogen survives the winter period as oospores embedded in dead leaves and other host tissue on the vineyard floor. Oospores may be released from the decaying plant material on the soil surface. Oospores typically produce sporangia. These sporangia, in turn, produce zoospores. Sporangia and zoospores are splashed by rain or carried by wind to the lower leaves and tissues of the grapevines. The conditions necessary for oospore germination are wet soils with

1- Assistant Professor of Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
2- Assistant Professor of Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre of Golestan province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Gorgan, Iran
(*- Corresponding Author Email: h.rabbani@areeo.ac.ir)
3- Instructor of Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre of Hamadan province, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Hamadan, Iran
DOI: 10.22067/jpp.2023.76753.1093

temperatures above 10ºC. Sporangia for secondary infections are produced on sporangiophores that emerge through stomata of infected leaves and other grapevine tissues. Sexual reproduction occurs towards the end of the season. The resulting oospores are thick-walled and serve as survival spores.

Materials and Methods

The experiment was conducted in grape orchards located in Hamadan, Bojnourd, and Faruj, which had a history of Downey mildew. Different cultivars of grapes were selected for the experiment. The experimental design used was a randomized complete block design (RCBD) with 8 treatments and 4 replications.The control treatments included plots without any spraying and plots sprayed with water. The remaining treatments involved the application of specific treatments at three different stages. The first spraying was done before flowering, the second spraying after fall petals, and the third spraying 10 days after the second spray. Ten days after the final spraying, samples were collected from the grape leaves, and the percentage of disease incidence and disease severity were calculated. The data obtained for disease incidence and severity were analyzed using statistical software, such as SAS, and the means of these traits were compared using Duncan's multiple range test at a significance level of one percent. This test helps determine significant differences between the treatment means.

Results and Discussion

The analysis of variance conducted on the data obtained from the evaluation of treated grape leaves revealed a statistically significant effect of the treatments on reducing the percentage of disease severity and disease incidence. Among the treatments, Profiler® at concentrations of 3 ml L^{-1}, 2.5 ml L^{-1}, and 1 ml L^{-1}, Mishocap® at 3 ml L^{-1}, and Captan at 3 ml L^{-1} demonstrated high efficiency in controlling grape Downey mildew disease. The new fungicide Profiler® at a concentration of 3 ml L^{-1} exhibited an efficacy of 94% in Hamadan, 67% in Bojnourd, and 47% in Faruj. Profiler® at a concentration of 2.5 ml L^{-1} had slightly lower efficacy, but the difference was not statistically significant compared to Profiler® at 3 ml L^{-1}. Interestingly, the control treatments, including water spraying and no spraying, did not show a significant difference in disease control compared to the treated plots. These results indicate that Profiler® at appropriate concentrations and Mishocap® and Captan at their recommended concentrations can be effective options for controlling grape Downey mildew disease.

Conclusion

Because both Profiler® 3 and 2.5 ml L^{-1}concentrations are effective in controlling the disease, therefore in order to protect the health of the consumer and the environment as well as reduction in costs, the preferred dose is 2.5 ml L^{-1}.

Keywords: Chemical control, Fozetyl-aluminum + fluopicolide, Fungicide, Resistance, Vine

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۱، بهار ۱۴۰۲، ص. ۱۰-۱

بررسی کارایی قارچ‌کش پروفایلر در کنترل بیماری سفیدک کرکی انگور با عامل *Plasmopara viticola*

حسین خباز جلفایی[۱]- حجت اله ربانی نسب[۲*]- امیر ارجمندیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۱/۰۳

چکیده

بیماری سفیدک کرکی با عامل *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & Toni، یکی از بیماری‌های مهم انگور است که به‌ویژه در مناطق مرطوب، خسارت کمی و کیفی زیادی به این محصول وارد می‌کند. در بررسی حاضر کارایی قارچ‌کش سیستمیک فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید (پروفایلر® ۷۱/۱٪ WG) در مقایسه با قارچ‌کش‌های کاپتان (کاپتان®)، اکسی کلرور مس (میشوکاپ®) و زینب (دیتان زد-۷۸®) برای کنترل سفیدک کرکی انگور مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش در استان‌های خراسان شمالی (در دو منطقه) و همدان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار و هر تیمار در ۴ تکرار اجرا شد. تیمارهای شاهد شامل تیمار با آب‌پاشی و تیمار بدون آب‌پاشی بودند. سم‌پاشی در سه نوبت (نوبت اول: قبل از شروع گل‌دهی، نوبت دوم: پس از ریزش گلبرگ‌ها و تشکیل میوه، نوبت سوم: ۱۰ روز بعد از نوبت دوم) انجام شد. پس از گذشت ۱۰ روز از آخرین سم پاشی، درختچه‌های تیمار شده بررسی و نمونه‌برداری از برگ‌ها صورت گرفت. ده روز پس از آخرین سم‌پاشی، درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری محاسبه گردید و در برنامه آماری SAS مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. نتایج نشان داد که قارچ‌کش جدید پروفایلر با غلظت ۳، ۲/۵ و ۲ در هزار، میشوکاپ ۳ در هزار و کاپتان ۳ در هزار طی سه نوبت سم‌پاشی از کارایی قابل قبولی در کنترل بیماری سفیدک کرکی مو برخوردار بودند. کارایی قارچ کش پروفایلر در دز ۳ در هزار در سه منطقه همدان، بجنورد و فاروج به ترتیب ۹۴،۶۷ و ۴۷ درصد بوده و بیشترین اثربخشی را در بین همه تیمارها داشتند. هرچند کارایی آن با سایر دزهای پروفایلر تفاوت معنی‌دار نداشت بنابراین برای حفاظت از سلامت کشاورزان و محیط زیست و همچنین کاهش هزینه‌ها در مجموع دز ۲/۵ در هزار پروفایلر برای کنترل بیماری سفیدک کرکی مو توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: تاک، فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید، قارچ‌کش، کنترل شیمیایی، مقاومت

مقدمه

انگور یکی از مهمترین محصولات باغی در ایران به شمار می‌رود. سطح زیرکشت انگور در کشور حدود ۲۹۰ هزار هکتار می‌باشد و سالانه بیش از ۳ میلیون تن محصول، از این اراضی برداشت می‌گردد (Anonymous, 2016). سفیدک کرکی با عامل *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & Toni یکی از مخرب‌ترین بیماری‌های انگور در جهان است به خصوص در کشورهایی که در شرایط مرطوب تاکستان احداث می‌شود (Brown *et al*., 1999). مهم‌ترین مشکل در سفیدک کرکی، پیری زودرس برگ‌های جوان است که باعث کاهش ذخیره انرژی در گیاه شده و می‌تواند به آسیب زمستانی و مرگ گیاه منجر شود (Brown *et al*., 1999). قارچ *P. viticola* اولین بار در سال ۱۸۳۴ از شمال‌شرق آمریکا و در سال

۱- استادیار پژوهش موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۲- استادیار پژوهش بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، گرگان، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: h.rabbani@areeo.ac.ir
۳- مربی پژوهش بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان همدان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، همدان، ایران

DOI: 10.22067/jpp.2023.76753.1093

۱۸۷۸ از اروپا جمع‌آوری شد (Gregory, 1915). دمای ۱۰ تا ۲۳ درجه سانتی‌گراد یا ۲۳ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد به همراه رطوبت نسبی بالای ۸۰ درصد بهترین شرایط برای رشد *P. viticola* می‌باشد (Kadam *et al*., 2014). رایج‌ترین شیوه برای کنترل بیماری سفیدک کرکی استفاده از قارچ‌کش‌های محافظتی (preventative) و درمان کننده (curative) است. ترکیبات مسی مثل مخلوط بردو اولین ترکیب شیمیایی بودند که در سال ۱۸۸۵ برای کنترل سفیدک کرکی انگور معرفی شدند (Wicks, 1980). سپس کاپتان و دی‌تیوکاربامات‌ها مثل زیرام، زینب و مانب مطرح شدند. کارایی کاپتان بهتر از مخلوط بردو و کارایی قارچ‌کش‌های زیرام، زینب و مانب مشابه مخلوط بردو بود ولی احتمال گیاه‌سوزی به دنبال مصرف این قارچ‌کش‌ها بر خلاف ترکیبات مسی از بین رفت به همین دلیل در بین مردم رواج یافتند. سپس کارایی سایر قارچ‌کش‌های تماسی متعلق به گروه فتالامیدها مثل کاپتافول و فولپت و قارچ‌کش‌های متعلق به دی‌تیوکاربامات‌ها مثل متیرام، مانب، مانکوزب و پروپینب در کنترل بیماری سفیدک کرکی به اثبات رسید (Wicks and Hall, 1990). سیموکسانیل و فنیل‌آمیدها مثل متالاکسیل و بنالاکسیل گروه بعدی قارچ‌کش‌ها بودند که برای کنترل سفیدک کرکی انگور معرفی شدند. کارایی این گروه بهتر از دی‌تیوکاربامات‌ها و فتالامیدها بود (Wicks, 1980). بعدها به ترتیب فوزتیل آلومینیوم، دیمتومورف و استروبیلورین‌ها قارچ‌کش‌های دیگری بودند که برای کنترل سفیدک کرکی انگور معرفی شدند. فوزتیل آلومینیوم خاصیت محافظتی و درمانی برجسته دارد و سریع به بافت‌های گیاهی نفوذ می‌کند، دیمتومورف یک قارچ‌کش سیستمیک است که می‌تواند بعد از پاشش روی پوشش برگ به آن نفوذ کند و باقیمانده آن برای مدت زمان زیادی فعال می‌ماند. این قارچ‌کش اثر محافظتی و درمان کنندگی خوبی دارد و باعث گیاه‌سوزی نمی‌شود (Albert *et al*., 1988; Dercks and Creasy, 1989; Reuveni, 1997; Ellis, 2014) قارچ‌کش‌های زیادی در دنیا برای کنترل بیماری سفیدک کرکی بیان شده است مثل ایپروالیکارب[1] (Stubler *et al*., 1999)، بنتیووالیکارب[2] (Reuveni, 2003)، فاموکسادون[3] (Andrieu *et al*., 2001)، فنامیدون[4] (Latorse *et al*., 1998)، بنزامیدزوکسامید[5] (Ruggiero and Regiroli, 2000)، سیازوفامید[6] (Mitani *et al*., 1998)، مندیپروپامید[7] (Lamberth *et al*., 2007)، بنزامید فلوپیکولید[8] (Latorse *et al*., 2006; Gouot, 2006). فلوپیکولید که به‌طور تجاری با فوزتیل آلومینیوم ترکیب می‌شود، مهار کننده میتوز و تقسیم سلولی است و متعلق به گروه بنزامیدازها می‌باشد از جمله قارچ‌کش‌هایی است که در سال‌های اخیر برای کنترل سفیدک کرکی انگور در دنیا مطرح شده است و روی طیف وسیعی از اوومیست‌ها مثل *Phytophthora infestans, Plasmopara viticola* و گونه‌های مختلف *Pythium* بسیار مؤثر است (Toquin *et al*., 2006). این ترکیب با سایر قارچ‌کش‌های رایج برای اوومیست‌ها و کنترل قارچ‌های مقاوم به فنیل‌آمیدها، استروبیلورین‌ها و دی‌متومورف‌ها مقاومت تقاطعی ندارد (Rekanović, 2008). فیلوپیکولید در مدت چند دقیقه بعد از مصرف روی چندین مرحله از چرخه زندگی قارچ بیمارگر اثر می‌کند. این قارچ‌کش به‌طور مشخص روی آزاد شدن زئوسپور یا تندش کیست اثر نمی‌گذارد ولی در غلظت‌های کم، حرکت زئوسپور را مهار می‌کند. کاهش چشمگیر اسپورزایی به دنبال مصرف فلوپیکولید به اثبات رسیده است همچنین مهار آزاد شدن زئوسپورهای زنده متحرک از اسپورانژ (Latorse *et al*., 2006) برای جلوگیری از بروز مقاومت حداکثر ۳ بار استفاده این قارچ‌کش در یک فصل توصیه می‌شود (Gouot, 2006). در سال های اخیر ترکیبات جایگزینی برای مدیریت بیماری سفیدک کرکی انگور مورد بررسی قرار گرفته است. این ترکیبات غالبا غیر شیمیایی بوده اند مانند لایم سولفور، تحریک کننده های زیستی، روغن های اوکالیپتوس، کیتوزان و سیلیکات پتاسیم. این ترکیبات با افزایش مقاومت و همچنین پیشگیری از آلودگی های اول، فصل نقش مهمی در کنترل بیماری داشته اند (Ferreira *et al*, 2022). بیماری سفیدک کرکی اولین بار در سال ۱۳۲۵ توسط اسفندیاری از ایران گزارش شده است. برای کنترل آن ابتدا مخلوط بردو، فربام و کاپتان معرفی شد. به نحوی که سم‌پاشی قبل از گل دادن شروع شود و هر ۷ تا ۱۰ روز یک‌بار تکرار گردد. سپس زینب ۳ در هزار توصیه شده است. هم اکنون قارچ‌کش کاپتان تنها قارچ‌کش ثبت شده برای کنترل سفیدک داخلی انگور در ایران است (Khabbaz Jolfaei and Azimi, 2011) به‌طورکل برای کنترل این بیماری با قارچ‌کش‌های سیستمیک که اثر درمان کنندگی دارند سم‌پاشی باید قبل از گل‌دهی آغاز و تا پایان دوره وقتی که گیاه حداکثر رشد را دارد و مستعد ابتلا به بیماری است، ادامه یابد. هرچه تداوم بارندگی در این مرحله بیشتر باشد شرایط برای توسعه بیماری فراهم‌تر است بنابراین نیاز به تکرار سم‌پاشی بیشتر می‌گردد (Gessler *et al*., 2011). از آنجاکه در *P. viticola* مقاومت به انواع قارچ‌کش‌ها مثل، فنیل‌آمیدها، آنیلیدها، استروبیلورین‌ها، قارچ‌کش‌های مهار کننده سنتز کوئینون و

1- Iprovalicarb
2- Benthiavalicarb
3- Famoxadone
4- Fenamidone
5- benzamide Zoxamide
6- Cyazofamid
7- Mandipropamid
8- benzamide Fluopicolide

سیموکسانیل مشاهده شده (Gisi and Sierotzki, 2008) بهتر است در هر سال حداکثر از ۲ تا ۳ بار از قارچ‌کش‌ها استفاده شود. در ضمن از قارچ‌کش‌های سیستمیک در ترکیب با قارچ‌کش‌های محافظتی دارای چند محل اثر استفاده کرد. در اواخر فصل نیز بسته به شرایط آب و هوایی استفاده از قارچ‌کش‌های تماسی پیشگیری کننده ارجحیت دارد (Gessler *et al.*, 2011). ترکیبات مسی هنوز به‌طور گسترده در انتهای فصل استفاده می‌شوند که هدف از آن اصلاح چوب‌سازی در سرشاخه‌های مو است. در بررسی حاضر کارایی قارچ‌کش فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید (پروفایلر ®WG ٪۷۱/۱) محصول شرکت بایر در مقایسه با قارچ‌کش‌های کاپتان، اکسی کلرور مس و زینب در کنترل بیماری سفیدک کرکی انگور مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در استان‌های همدان و خراسان شمالی در دو شهرستان بجنورد (روستای نرگس لو) و فاروج (روستای تیتکانلو)، اجرا شد. در هر محل اجرا یک تاکستان دارای سابقه بیماری سفیدک کرکی انتخاب گردید. ارقام انگور در استان همدان، کشمشی بی دانه و در استان خراسان شمالی شهرستان بجنورد، کلاهداری و در شهرستان فاروج، کشمشی سفید بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۸ تیمار (جدول ۱) و هر تیمار شامل ۴ تکرار انجام شد. در این بررسی هر کرت آزمایشی شامل ۲ درختچه مو حدود ۵ ساله بود. بین موهای مورد آزمایش ۱ تا ۲ درختچه بدون تیمار جهت اجتناب از تأثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد. سمپاشی در سه نوبت به شرح زیر اعمال شد. نوبت اول: قبل از شروع گل‌دهی، نوبت دوم: پس از ریزش گلبرگ‌ها و تشکیل میوه، نوبت سوم: ۱۰ روز بعد از نوبت دوم. پس از گذشت ۱۰ روز از آخرین سمپاشی، درختچه‌های تیمار شده بررسی و نمونه‌برداری از برگ‌ها برای ارزیابی درصد وقوع بیماری و شدت بیماری انجام شد.

تعیین درصد وقوع بیماری

برای این منظور از درختچه‌های هر کرت به طور تصادفی ۱۰۰ برگ چیده و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها بر اساس تعداد برگ‌های دارای علایم و فاقد علایم بیماری سفیدک کرکی مشخص و طبق فرمول زیر درصد وقوع بیماری در آن‌ها محاسبه شد.

$$PDI = (n_d/N)\times 100$$

PDI[1]: درصد وقوع بیماری در برگ‌ها، n_d: تعداد برگ‌های دارای علایم بیماری، N : تعداد کل برگ‌های شمارش شده

تعیین درصد شدت بیماری

برای تعیین درصد شدت بیماری ۱۰۰ برگ از درختچه‌های هر کرت جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. علایم روی هر برگ، بر اساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح برگ از صفر تا ۱۰ بر اساس درجه‌بندی پراجونجیا و همکاران (Rekanović *et al.*, 2008) با اندکی تغییرات به شرح زیر:

درجه صفر: بدون علامت، درجه یک: ۱درصد تا۱۰ درصد، درجه ۲: ۱۱ درصد تا ۲۰ درصد، درجه ۳: ۲۱ درصد تا ۳۰ درصد، درجه ۴: ۳۱ درصد تا۴۰ درصد، درجه ۵: ۴۱ درصد تا ۵۰ درصد، درجه ۶: ۵۱ درصد تا ۶۰ درصد، درجه ۷: ۶۱ درصد تا ۷۰ درصد، درجه ۸: ۷۱ تا ۸۰ درصد، درجه ۹: ۸۱ تا ۹۰ درصد، ۱۰: ۹۱ تا ۱۰۰ درصد.

سپس با استفاده از فرمول زیر درصد شدت بیماری تعیین شد.

$$PDS = \Sigma (n_i\times v_i) / V\times N\times 100$$

در این فرمول PDS[2] : درصد شدت بیماری، n_i : تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه، v_i: درجه بیماری مربوط به هر نمونه، N : تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار، V: حداکثر درجه آلودگی

ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌ها

میزان کارایی با فرمول $E=100-((Tm\times 100)/Cm)$ محاسبه شد. در این فرمول E: میزان اثربخشی، Tm: میانگین شدت بیماری در تیمار و Cm: میانگین شدت بیماری در تیمار بدون آب‌پاشی است.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها

پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و نیز درصد شدت بیماری سفیدک کرکی برای هر کرت مقادیر مربوطه در برنامه آماری SAS تجزیه واریانس شدند و با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها، میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج

با توجه به این که ارقام درختان مورد بررسی در شهرستان‌هایی که آزمایش انجام گرفته متفاوت بودند و آزمون بارتلت نیز معنی دار بود، لذا داده‌های هر کدام از شهرستان‌ها به‌طور مجزا مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند، چرا که در چنین مواردی تجزیه مرکب نتیجه‌ی مناسب و قابل اطمینان در بر ندارد.

1- Percent Disease Incidence

2- Percent Disease Severity

جدول ۱- تیمارهای آزمایش در بررسی کارایی قارچ‌کش‌های مورد مطالعه برای کنترل بیماری سفیدک کرکی انگور

Table 1- Experimental treatments in evaluating the effectiveness of studied fungicides for the control of Grape Downy mildew

کد تیمار Treatment code	تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	نام عمومی قارچ‌کش Common name of fungicide	میزان مصرف Consumption rate	ملاحظات Considerations
T1	کاپتان® WP50% Captan®WP50%	کاپتان Captan	۳ در هزار 3 ml L^{-1}	دز ثبت شده Recorded dose
T2	پروفایلر® WG71.1% Profiler WG 71/1%	فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید Fozetyl-aluminum + fluopicolide	۲ در هزار 2 ml L^{-1}	دز حداقل Minimum dose
T3	پروفایلر® WG71.1% Profiler WG 71/1%	فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید Fozetyl-aluminum + fluopicolide	۲/۵ در هزار 2.5 ml L^{-1}	دز توصیه شرکت Company recommended dose
T4	پروفایلر® WG71.1% Profiler WG 71/1%	فوزتیل-آلومینیوم + فلوپیکولید Fozetyl-aluminum + fluopicolide	3 در هزار 3 ml L^{-1}	دز حداکثر Maximum dose
T5	میشوکاپ® WP35% Mishocap®WP 35%	اکسی کلرور مس copper oxychoride	۳ در هزار 3 ml L^{-1}	دز معمول General dose
T6	دیتان زد-۷۸® WP80% Dithane Z -78 WP 80%	زینب Zineb	۲/۵ در هزار 2.5 ml L^{-1}	دز معمول General dose
T7	شاهد۱ با آب‌پاشی Control 1: with sparying	-		
T8	شاهد۲ بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	-		

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری در همدان، بجنورد و فاروج

Table 2- Variance analysis of disease severity percent and disease incidence percent in Hamadan, Bojnourd and Faruj

		Hamadan همدان		Bojnourd بجنورد		Faruj فاروج	
S.O.V منابع تغییرات	D.F درجه آزادی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد اثربخشی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد اثربخشی
بلوک Blok	3	0.04	5.94	12.75	232.69	2.37	6.69
تیمار Treatment	7	8.1*	482.35**	786.14*	1222.45*	106.52*	101.46*
خطا Error	21	0.05	5.16	30.13	242.98	3.39	16.42
کل Total	31						
ضرایب تغییرات (٪) C.V		18.24	20.48	7.78	30.84	11.13	38.99

**معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد

**Significant at 1% level

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی درختان تیمار شده در همدان، بجنورد و فاروج نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در مقایسه با شاهدها معنی‌دار است (جدول ۲).

در همدان، مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که هر سه غلظت پروفایلر در مقایسه با دیگر قارچ‌کش‌ها و شاهدها بهترین کارایی را در کاهش شدت بیماری و وقوع بیماری داشته و همگی در یک گروه آماری قرار گرفتند. کارایی دزهای ۳، ۲/۵ و ۲ در هزار پروفایلر به ترتیب ۹۴،۹۲ و ۸۴ درصد در کنترل شدت بیماری محاسبه شد. قارچ‌کش‌های اکسی کلرور مس، کاپتان و زینب همگی در یک گروه آماری و مستقل از شاهدها واقع شدند و در کنترل شدت و وقوع بیماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر

نداشتند. ولی کارایی این قارچ‌کش‌ها نسبت به غلظت های ۳ و ۲/۵ در هزار پروفایلر در کنترل شدت بیماری و وقوع بیماری کمتر بود. البته پروفایلر ۲ در هزار با این قارچ‌کش‌ها در یک سطح آماری قرار گرفت ولی از لحاظ مقدار عددی کارایی آن در کنترل بیماری بهتر از آن‌ها بود (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسهٔ میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری و درصد اثربخشی تیمارها در همدان، بجنورد و فاروج

Table 3- Mean comparison of disease severity percent and disease incidence percent and Treatments efficacy in Hamadan, Bojnourd and Faruj

Treatment تیمارها	Mean squares میانگین مربعات								
	Hamadan همدان			Bojnourd بجنورد			Faruj فاروج		
	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد اثربخشی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد اثربخشی	Disease severity شدت بیماری	Disease incidence شیوع بیماری	Efficacy (%) درصد اثربخشی
کاپتان® WP50% ۳ در هزار Captan®WP50% (3ml L^{-1})	7.8b	0.8b	78	37.5c	6.87c	50	80.25a	19.25b	3
پروفایلر® WG71.1% ۳ در هزار Profiler WG 71/1% (3ml L^{-1})	1.8c	0.2c	94	26.2c	4.55c	67	55.00b	10.40c	47
پروفایلر® WG71.1% ۲/۵ در هزار Profiler WG 71/1% (2.5ml L^{-1})	2.5c	0.3c	92	47.2abc	7.67bc	44	53.5b	10.72c	46
پروفایلر® WG71.1% ۲ در هزار Profiler WG 71/1% (2ml L^{-1})	5.3bc	0.57bc	84	45.5bc	9.10bc	34	52.5b	10.95c	45
میشوکاپ® WP35% ۳ در هزار Mishocap®WP 35% (3ml L^{-1})	6.3b	0.7b	81	37.2c	6.55c	52	78.00a	19.35b	2
دیتان زد-۷۸® WP80% ۲/۵ در هزار Dithane Z -78 WP 80% (2.5mlL^{-1})	8.3b	0.9b	75	71.2a	17.42a	27	80.25a	17.92b	9
شاهد۱ با آب‌پاشی Control 1: with sparying	28.3a	3.6a	0	71.7a	17.2a	0	82.25a	24.02a	0
شاهد۲ بدون آب‌پاشی Control 2: without spraying	28.8a	3.6a	0	68.5ab	13.77ab	0	82.25a	19.77b	0

* میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند (آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد).

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

در بجنورد، مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که پروفایلر ۳ در هزار، اکسی کلرور مس ۳ در هزار، کاپتان ۳ در هزار، پروفایلر ۲/۵ و ۲ در هزار در مقایسه با دیتان زد ۲/۵ در هزار و شاهدها بهترین کارایی را در کنترل شدت بیماری و وقوع بیماری در مقایسه با شاهدها داشتند ولی از لحاظ مقدار عددی، پروفایلر ۳ در هزار با ۶۷ درصد اثربخشی بهترین کارایی را داشت. اگرچه غلظت‌های ۲ و ۲/۵ در هزار پروفایلر از لحاظ آماری با این قارچ‌کش‌ها اختلاف معنی‌داری نداشتند ولی نسبت به آن‌ها از کارایی کمتری در کنترل بیماری برخوردار بودند. قارچ‌کش دیتان زد نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها با ۲۷ درصد اثربخشی، در بین سایر تیمارهای قارچ کش کمترین کارایی را داشت (جدول ۳).

در فاروج، مقایسه میانگین درصد شدت و وقوع بیماری در تیمارها نشان داد که غلظت‌های ۳، ۲/۵ و ۲در هزار پروفایلر با ۴۷، ۴۶ و ۴۵ درصد اثربخشی، بهترین کارایی را در کنترل شدت بیماری و وقوع بیماری در درختان مورد بررسی داشتند. از لحاظ آماری، کارایی سه غلظت پروفایلر در کنترل بیماری، اختلاف معنی‌داری نداشته و در یک گروه آماری قرارگرفتند. قارچ‌کش‌های زینب، کاپتان و اکسی کلرور مس همچنین شاهدها از لحاظ کنترل وقوع بیماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. از نظر کنترل شدت بیماری نیز این قارچ کش‌ها و شاهد بدون آب‌پاشی در یک گروه آماری واقع شدند و اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول ۳).

بحث

در بررسی حاضر قارچ‌کش جدید پروفایلر که مخلوط فوزتیل-آلومینیوم و فلوپیکولید است با غلظت ۲، ۲/۵ و ۳ در هزار، میشوکاپ ۳ در هزار و کاپتان ۳ در هزار طی سه نوبت سم‌پاشی از کارایی قابل قبولی در کنترل بیماری سفیدک کرکی مو برخوردار بودند. با این حال قارچ‌کش فوزتیل آلومینیوم + فلوپیکولید (پروفایلر®WG 71/1%) با غلظت ۳ در هزار در تمام مناطق مورد بررسی از لحاظ مقدار عددی نسبت به سایر تیمارها، کارایی بهتری در کنترل بیماری سفیدک کرکی انگور داشت، ولی از لحاظ آماری در استان همدان و شهرستان

فاروج استان خراسان شمالی با سایر غلظت‌های پروفایلر و در استان خراسان شمالی شهرستان بجنورد با کاپتان و اکسی کلرور مس اختلاف معنی‌دار نداشت.

فوزتیل آلومینیوم یک ترکیب سیستمیک بوده که بعد از مصرف، به سرعت در گیاه جذب شده و دارای حرکت دو جانبه در آوندهای چوبی و آبکشی است. این قارچ‌کش با ایجاد مقاومت در گیاهان، از استیلای قارچ‌های اوومیست بر بافت‌های گیاهان جلوگیری می‌کندکه علت آن احتمالا تجزیه شدن فوزتیل و تولید اسید فسفونیک (Phosphonic acid) است. فلوپیکولید یک قارچ کش سیستمیک و دارای خاصیت درمان کنندگی (curative) بوده که روی طیف وسیعی از اوومیست‌ها از جمله *Plasmopara viticola* مؤثر می‌باشد (Toquin *et al.*, 2006). این ترکیب با سایر قارچ‌کش‌های رایج برای اوومیست‌ها و قارچ‌کش‌های مؤثر روی قارچ‌های مقاوم به فنیل‌آمیدها، استروبیلورین‌ها و دی‌متومورف‌ها مقاومت تقاطعی ندارد (Rekanović, 2008). از طرفی این قارچ‌کش محدودیت مصرف ترکیبات مسی از جمله ایجاد سوختگی در گیاه را نداشته و از آنجاکه خاصیت درمان کنندگی دارد حتی بعد از استقرار عامل بیماری‌زا در گیاه نیز می‌تواند بیماری را کنترل کند. مخلوط فوزتیل آلومینیوم و فلوپیکولید همان‌طور که در دنیا به عنوان یک قارچ‌کش مؤثر برای کنترل بیماری سفیدک داخلی انگور معرفی شده است (Latorse *et al.*, 2006; Gouot, 2006) در بررسی حاضر نیز با غلظت ۳، ۲/۵ و ۲ در هزار از کارایی خوبی در کنترل بیماری برخوردار بود. سفیدک کرکی انگور، ناشی از *Plasmopara viticola*، معمولاً توسط قارچ کش‌های مهارکننده خارجی کوئینون (QoI) و آمید اسید کربوکسیلیک (CAA) کنترل می شود. مقاومت به QoI توسط یک جهش در سیتوکروم‌b ایجاد می‌شود، در حالی که مقاومت به CAA با جهش در سلولز سنتاز همراه است. مقاومت چندگانه به QoI و CAA در *P. viticola* برای اولین بار در آمریکای جنوبی تایید شد. بنابراین در برنامه‌های پیش رو مقاومت به این ترکیبات باید مد نظر قرار بگیرد (Santos *et al.*, 2020). استفاده از ترکیبات ارگانیک مثل ترکیبات معدنی، روغن ها، محرک‌های رشد و سایر ترکیبات معدنی مانند سیلیکات پتاسیم که موجب افزایش مقاومت دیواره سلولی می‌شوند نیز، به منظور اجتناب از مقاومت در دستور کار قرار گرفته‌اند (Ferreira *et al.*, 2022).

قارچ‌کش‌های اکسی کلرور مس و کاپتان نیزکه از سال ۱۳۵۵ توسط مهرآوران و مظفر برای کنترل بیماری سفیدک کرکی معرفی شده‌اند (Behdad, 1990) در دو منطقه همدان و شهرستان بجنورد خراسان شمالی همچنان از کارایی خوبی در کنترل بیماری سفیدک داخلی مو برخوردار بودند و با شاهدها اختلاف چشمگیری داشتند. با توجه به متعدد بودن نقاط تاثیر قارچ‌کش‌های اکسی کلرور مس و کاپتان در بیمارگرهای گیاهی، احتمال بروز مقاومت به این قارچ‌کش‌ها کمتر است. از آنجاکه این قارچ‌کش‌ها تماسی و محافظتی هستند و بعد از ابتلاء گیاه به بیماری نمی‌توانند اثرگذار باشند لازم است مرحله اول سم‌پاشی قبل از مواجه گیاه با قارچ بیماری‌زا انجام شود در غیر این صورت قارچ‌کش نمی‌تواند بیماری را کنترل کنند. کاهش کارایی این قارچ‌کش‌ها در شهرستان فاروج نیز می‌تواند به همین دلیل باشد. از آنجاکه ترکیبات مسی در برخی گیاهان باعث بروز حساسیت، کاهش رشد گیاه و نیز سوختگی در برگ‌های جوان و حنایی شدن رنگ میوه‌های درختان در هوای مرطوب به خصوص در دوزهای بیشتر از میزان توصیه شده می‌شوند بنابراین لزوم رعایت احتیاط‌های لازم در مصرف اینگونه سموم وجود داشته و این موضوع موجب محدودیت مصرف آنها گردیده است. زینب نیز یک قارچ‌کش محافظتی متعلق به گروه دی‌تیوکاربامات‌ها با چند محل اثر است که احتمال بروز مقاومت به آن کم است. ولی چنانچه بعد از ابتلا گیاه به بیماری مصرف شود کارایی کافی برای کنترل بیماری را نخواهد داشت. بنابراین کاهش کارایی این قارچ‌کش در دو منطقه از سه منطقه مورد بررسی، بیانگر اهمیت مصرف این قارچ‌کش قبل از استقرار عامل بیماری‌زا در گیاه است.

در نقاط مختلف دنیا مقاومت قارچ عامل بیماری سفیدک کرکی مو (*P. viticola*) به انواع قارچ‌کش‌ها مثل دی تیوکاربامات‌ها، فنیل‌آمیدها، آنیلیدها، استروبیلورین‌ها، قارچ‌کش‌های مهار کننده سنتز کوئینون و سیموکسانیل مشاهده شده است (Gisi and Sierotzki, 2008). بنابراین بهتر است از قارچ‌کش‌های دارای چند محل اثر که عمدتاً محافظتی هستند در تناوب با قارچ‌کش‌های سیستمیک استفاده گردد (Wicks and Hall, 1990). با توجه به نتایج این پروژه در خصوص کارآیی قابل قبول اکسی‌کلرور مس (میشوکاپ® ۳۵٪ WP با غلظت ۳ در هزار)، فوزتیل آلومینیوم + فلوپیکولید (پروفایلر® WG 71/1%) بسته به شدت بیماری با غلظت های ۲، ۲/۵ و ۳ در هزار) و کاپتان (کاپتان® ۵۰٪ WP با غلظت ۳ در هزار) علیه سفیدک کرکی مو می‌توان قارچ‌کش‌های مذکور را در تناوب مناسب طی حداقل ۳ نوبت سم‌پاشی جهت کنترل این بیماری استفاده نمود.

پیشنهادها

۱- در مناطق سرد و مرطوب که بیماری سفیدک کرکی انگور شیوع دارد توصیه می‌شود در اوایل فصل پس از انجام هرس شاخه‌ها، نسبت به سم‌پاشی مرحله اول با یکی از قارچ‌کش‌های موثر اقدام شود.

۲- استفاده از قارچ‌کش‌های موثر به صورت تناوبی جهت اجتناب از بروز مقاومت در جمعیت‌های بیمارگر توصیه می‌شود.

۳- جهت گرفتن نتیجه مطلوب حداقل انجام سه نوبت سم‌پاشی با قارچ‌کش‌های موثر و مناسب توصیه می‌شود.

منابع

1. Albert, G., Curtze, J., & Drandarevski, C.A. (1988). *Dimethomorph (CME 151), a novel curative fungicide*. Proceedings of an International Conference, Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases, 16–19 November. Brighton, UK, 1: 17–24. http://doi.org/10.1016/0261-2194(94)90111-2.
2. Anonymus. (2016). *Agricultural Statistics*, Ministry of Jihad Agriculture. http://www.agri-jahad.ir.
3. Andrieu, N., Jaworska, G., Genet, J.L., & Bompeix, G. (2001). Biological mode of action of famoxadone on *Plasmopara viticola* and *Phytophthora infestans*. *Crop Protection* 20: 253–260. http://doi.org/10.1016/s0261-2194(00)00156-3.
4. Behdad, E. (1990). *Diseases of fruit trees in Iran*. Neshat Isfahan Publications. Pp. 293. (In Persian)
5. Brown, M.V., Moore, J.N., McNew, R.W., & Fenn, P. (1999). Inheritance of downy mildew resistance in table grapes. *Journal Amrican Socity Horticulture* 124: 262–267. http://doi.org/10.21273/jashs.124.3.262.
6. Dercks, W., & Creasy, L.L. (1989). Influence of fosetyl-Al on phytoalexin accumulation in the *Plasmopara viticola*- grapevine interaction. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 34: 203–213. http://doi.org/10.1016/0885-5765(89)90044-1.
7. Ellis, M.A. (2014). *Developing an effective fungicide spray program for wine grapes in Ohio*. The Ohio State University. 13 pp.
8. Ferreira, G.M., Moreira, R.R., Jarek, T.M., Nesi, C.N., Biasi, L.A., & May De Mio, L.L. (2022). Alternative control of downy mildew and grapevine leaf spot on *Vitis labrusca*. *Australasian Plant Pathology* 51: 193-201. http://doi.org/10.1007/s13313-021-00836-7.
9. Gessler, C., Pertot, I., & Perazzolli, M. (2011). *Plasmopara viticola*: a review of knowledge on downy mildew of grapevine and effective disease management. *Phytopathologia Mediterranea* 50: 30- 44.
10. Gisi, U., & Sierotzki, H. (2008). Fungicide modes of action and resistance in downy mildews. (Special Issue: The downy mildews- genetics, molecular biology and control). *European Journal of Plant Pathology* 122: 157–167. http://doi.org/10.1007/978-1-4020-8973-2_12.
11. Gouot, J.M. (2006). Field efficacy of Profiler, a fluopicolide and fosetyl-Al fungicide combination for the control of grape downy mildew (*Plasmopara viticola*). *Pflanzenschutz- Nachrichten Bayer* 59: 293–302.
12. Gregory, C. (1915). Studies on *Plasmopara viticola*. International congress of viticulture, July 12–13, San - Francisco, CA, USA, 126–150.
13. Jermini, M., Gobbin, D., Blaise, P., & Gessler, C. (2003). Influence of the overwintering methods on the germination dynamic of downy mildew (*Plasmopara viticola*) oospores. *Bulletin OILB/SROP* 26: 37–41.
14. Kadam, V., Shukla, M., & Ubale, A. (2014). Prevention of downy mildew disease in grape field. *International Journal of Advances in Engineering & Technology* 7: 200-205.
15. Kennelly, M.M., Gadoury, D.M., Wilcox, W.F., Magarey, P.A., & Seem, R.C. (2007). Primary infection, lesion productivity and survival of sporangia in the grapevine downy mildew pathogen *Plasmopara viticola*. *Phytopathology* 97: 512–522. http://doi.org/10.1094/phyto-97-4-0512.
16. Khabbaz Jolfaei, H., & Azimi, Sh. (2011). *Guidelines for the correct use of Iranian pathogens in the control of plant diseases (scientific and applied)*, Iranian Plant Protection Research Institute, Pp. 311.(In Persian with English abstract)
17. Lamberth, C., Kempf, H.J., & Kriz, M. (2007). Synthesis and fungicidal activity of *N*-2-(3-methoxy-4-propargyloxy) phenethyl amides. Part 3: Stretched and heterocyclic mandelamide oomyceticides. *Pest Management Science* 63: 57–62. http://doi.org/10.1002/ps.1308.
18. Latorse, M.P., Gouot, J.M., & Pepin, R.(1998). *Curative activity of RPA407213 against downy mildew on grapevine: biological and microscopical study*. Proceedings of an International Conference, Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases, 16–19 November. Brighton, UK, 3: 863–868.
19. Latorse M. P., Holah, D., & Bardsley, R. (2006). Fungicidal properties of fluopicolide-based products. *Pflanzenschutz- Nachrichten Bayer* 59: 185–200.
20. Mitani, S., Araki, S., Matsuo, N., & Camblin, P. (1998). *IKF- 916 - a novel systemic fungicide for the control of oomycete plant diseases.* Proceedings of an International Conference, Brighton Crop Protection Conference: Pests & Diseases. 16–19 November, Brighton, UK, 2: 351–358.
21. Rekanović, E., Potočnik, I., Stepanović, M., Milijašević, S., & Todorović, B. (2008). Field efficacy of Fluopicolide and Fosetyl-Al Fungicide Combination (Profiler®) for Control of *Plasmopara viticola* (Berk. & Curt.) Berl. & Toni. in grapevine. *Pesticid Fitomedology (Beograd)* 23: 183-187. http://doi.org/10.2298/pif0803183r.
22. Reuveni, M. (1997). Post-infection applications of K_3PO_3, phosphorous acid and dimethomorph inhibit development of downy mildew caused by *Plasmopara viticola* on grapevines. *Journal of Small Fruit & Viticulture* 5: 27–38. http://doi.org/10.1300/j065v05n02_03.
23. Reuveni, M. (2003). Activity of the new fungicide benthiavalicarb against *Plasmopara viticola* and its efficacy in controlling downy mildew in grapevines. *European Journal of Plant Pathology* 109: 243–251.

24. Ruggiero, P., & Regiroli, G. (2000). *Zoxamide, a novel fungicide for vines and vegetables*. Atti Giornate Fitopatologiche 16–20 Aprile, Perugia, Italy, pp. 215–220.
25. Santos, R.F., Fraaije, B.A., Garrido, L.D.R., Monteiro-Vitorello, C.B., & Amorim, L. (2020). Multiple resistance of *Plasmopara viticola* to QoI and CAA fungicides in Brazil. *Plant Pathology* 69: 1708–1720. http://doi.org/10.1111/ ppa.13254.
26. Stubler, D., Reckmann, U., & Noga, G. (1999). Systemic action of iprovalicarb (SZX 0722) in grapevines. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 52: 33–48.
27. Toquin, V., Barja, F., Sirven, C., Gamet, S., Latorse, M.P., Zundel, J., Schmitt, L.F., & Beffa, R. (2006). A new mode of action for fluopicolide: modification of the cellularlocalization of a spectrin-like protein. *Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer* 59: 171-184.
28. Wicks, T. (1980). The control of *Plasmopara viticola* by fungicides applied after infection. *Australasian Plant Pathology* 9: 2–3. http://doi.org/10.1071/app98030002.
29. Wicks, T., & Hall, B. (1990). Efficacy of dimethomorph (CME 151) against downy mildew of grapevines. *Plant Disease* 74: 114–116. http://doi.org/10.1094/pd-74-0114.