

کارایی قارچ‌کش‌های سیازوفامید و پیراکلواستروبین + دی‌متومورف در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار

سید رضا فانی^{۱*}، حسین عظیمی^۲ و فرید بیکی^۲

۱- بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
 *مسئول مکاتبات: rezafani52@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲۶

چکیده

سفیدک کرکی یکی از مهمترین بیماری‌های خیار است. کارایی قارچ‌کش‌های سیازوفامید (رگنانت® SC 20%) و پیراکلواستروبین + دی‌متومورف (پیرادیم® DF 18.7%) در پیش‌گیری از بیماری سفیدک کرکی در آزمایش‌هایی در استان‌های تهران و مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار بررسی شد. تیمارها شامل غلظت‌های ۰/۵، ۰/۶ و ۰/۷۵ در هزار از قارچ‌کش رگنانت، غلظت‌های ۰/۲۵، ۰/۳ و ۰/۳۵ در هزار از قارچ‌کش پیرادیم به عنوان قارچ‌کش‌های هدف، قارچ‌کش‌های فلوپیکولید + پروپاموکارب هیدروکلراید (اینفینیتو® SC 68.75%) دو در هزار و سیازوفامید (رانمن® SC 400) ۰/۵ در هزار به عنوان قارچ‌کش‌های مرجع همراه با شاهد‌های آب‌پاشی و بدون آب‌پاشی بودند. تجزیه واریانس مرکب نشان داد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد ولی بین مکان‌های آزمایش و نیز اثر متقابل تیمار × مکان اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد. مقایسه مرکب میانگین درصد شدت بیماری تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد رانمن و اینفینیتو به عنوان قارچ‌کش‌های مرجع و غلظت‌های ۰/۷۵ در هزار قارچ‌کش رگنانت به ترتیب با ۰/۷۹، ۰/۷۲/۸ و ۰/۷۱/۹ درصد اثربخشی نسبت به شاهد محلول‌پاشی با آب بیشترین تأثیر را در کنترل بیماری داشتند. در این مقایسه غلظت ۰/۵ در هزار از قارچ‌کش رگنانت و غلظت‌های ۰/۲۵ و ۰/۳ در هزار از قارچ‌کش پیرادیم به ترتیب با ۰/۴۶/۷، ۰/۴۳/۲ و ۰/۴۶/۷ درصد اثربخشی کمترین تأثیر را در بین تیمارهای قارچ‌کش‌های هدف داشتند. بر اساس نتایج این تحقیق، غلظت‌های ۰/۶ و ۰/۷۵ در هزار از قارچ‌کش رگنانت و غلظت ۰/۳۵ در هزار از قارچ‌کش پیرادیم با فاصله سمپاشی ۱۰-۷ روز، غلظت‌های ترجیحی برای کنترل بیماری هستند.

واژه‌های کلیدی: کدوئیان، بیماری‌های شاخ و برگ، کنترل شیمیایی، کارایی آفت‌کش

مقدمه

طالبی، کدو و خربزه است. سفیدک کرکی کدوئیان در نواحی گرم، حاره‌ای و حتی نواحی نیمه خشک مثل برخی مناطق مدیترانه گسترش دارد ولی خسارت آن در نواحی گرم و مرطوب بیشتر است (Colucci and Holmes 2010). عامل بیماری در تمامی مراحل رشد میزبان آن را آلوده می‌سازد. اگر چه بیماری تنها قسمت‌های هوایی را آلوده می‌سازد ولی با کاهش سطح فتوسنتز به خصوص در مراحل اولیه رشد میزبان موجب کاهش استقرار گیاه و کاهش محصول می‌گردد. در ایران بیماری سفیدک کرکی

خیار یکی از محصولات مهم در کشت‌های مزرعه‌ای و گلخانه‌ای کشور است. یکی از مهم‌ترین بیماری‌های آن سفیدک کرکی یا داخلی است که در اکثر نقاط دنیا از اهمیت بالایی برخوردار است (Mc Grath 2006). بیماری سفیدک کرکی کدوئیان اولین بار توسط Berkeley and Curtis از کوبا در سال ۱۸۶۸ گزارش شده است، گونه‌ی *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev عامل بیماری سفیدک کرکی در گیاهان خانواده کدوئیان شامل خیار،

خوزستان قارچ‌کش‌های دیمتومورف (آکروبات^۱ SC 500) با غلظت سه در هزار، فاموکسادون + سیموکسانیل (اکوییشن پرو^۲ WDG 52.5%) به مقدار ۴۰۰ گرم در هکتار، کلروتالونیل (داکونیل^۳ SC 40.4%) به مقدار سه لیتر در هکتار در کنترل بیماری در کشت‌های زیر پلاستیک مؤثر گزارش شدند (دهقانی و همکاران ۱۳۸۸). در تحقیق دیگری اثر قارچ‌کش‌های اینفینیتو، ماندی-پروپامید^۴ (رووس^۵ SC 23.3%) و کوپر + متالاکسیل ام (ریدومیل گلدپلاس^۶ WP 44%) در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار در کشت گلخانه‌ای و زیر پلاستیک مورد بررسی قرار گرفت و قارچ‌کش اینفینیتو با غلظت دو در هزار در کنترل بیماری مؤثر معرفی شد (شهریاری و همکاران ۱۳۹۲). اثر قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن^۷ SC 400) در کنترل سفیدک کرکی خیار در کشت‌های گلخانه‌ای در مناطقی از استان یزد آزمایش و مقدار ۰/۴ و ۰/۵ در هزار از این قارچ‌کش روی بیماری مؤثر گزارش شد (فانی و همکاران ۱۳۹۲). تیمارهای سه تا پنج در هزار فسفیت پتاسیم نیز کارایی مناسبی در کنترل بیماری به میزان ۸۱/۵۷ تا ۹۰٪ از خود نشان دادند (فانی و همکاران، ۱۳۹۳، پوزشی‌میاب و فانی، ۱۳۹۶). در مطالعه دیگری اثر سیازوفامید (رانمن^۸ SC 10%) نیز مورد بررسی قرار گرفت و غلظت ۱/۵ در هزار آن بیماری را به نحو مطلوبی در کشت‌های گلخانه‌ای یزد و ورامین کنترل کرد (فانی و همکاران، ۱۳۹۷).

قارچ‌کش سیازوفامید از گروه سیانوایمیدازول در سال ۱۹۸۷ توسط شرکت ژاپنی ایشی‌هارا سانگیو کایشا^۹ برای کنترل بیماری‌های ناشی از اُمیست‌ها مثل بیماری بادزدگی سیب‌زمینی و گوجه فرنگی و سفیدک‌های داخلی کدوئیان معرفی شده است. این قارچ‌کش نقش حفاظتی

اولین بار در سال ۱۳۴۳ توسط اسکندری روی خیار در مزارع گیلان و مازندران مشاهده شد و اکنون از سرتاسر کشور بویژه از کشت‌های گلخانه‌ای و زیر پلاستیک به واسطه مهیا بودن شرایط محیطی مطلوب برای توسعه بیماری (رطوبت نسبی بالا و دمای ۱۶-۲۲ درجه سانتی‌گراد) گزارش شده است (اعتباریان ۱۳۸۷). مدیریت بیماری از طریق استفاده از ارقام مقاوم، کنترل زراعی، پیش‌آگاهی و ردیابی هفتگی علائم بیماری، استفاده از قارچ‌کش‌های محافظتی با دامنه اثر گسترده قبل از بروز بیماری و قارچ‌کش‌های معالجه کننده با دامنه اثر محدود بعد از بروز علائم اولیه بیماری است. هر چند مقاومت به این بیماری در خیار بیشتر از سایر گیاهان خانواده کدوئیان در دسترس است ولی غالب ارقام تجاری مقاومت کافی در مقابل این بیماری را ندارند (McGrath 2006). ایجاد تهویه کافی بین ردیف‌های کاشت، اجتناب از کاشت در سایه، اجتناب از آبیاری در اوایل صبح که برگ‌ها دارای شبنم هستند و نیز آخر روز به طوری که گیاه فرصت کافی برای خشک شدن قبل از تشکیل شبنم نداشته باشد و استفاده کودی متعادل از روش‌های زراعی برای کاهش بیماری است (McGrath 2006).

قارچ‌کش‌های سیموکسانیل^۱ + مانکوزب (کورزیت^۲ 72%)، فاموکسادون^۳ + سیموکسانیل (تانوس^۴ 50%)، دیمتومورف^۵ (فوروم^۶ 43.5%)، مانکوزب + زوفامید^۷ (گاول^۸ 75%)، قارچ‌کش‌های جدید فسفریک اسید شامل فوسترول^۹، پروفیت^{۱۰} و فسفیت^{۱۱}، پروپاموکارب^{۱۱} (پرویکور فلکس^{۱۲} Previcur Flex^{۱۲} 66.5%)، سیازوفامید (رانمن^{۱۳}) برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک کرکی جالیز توصیه شده‌اند (McGrath 2006). در استان

¹ Previcur flex 2
¹ Ranman 3
¹ Acrobat 4
¹ Equation Pro 5
¹ Daconil 6
¹ Mandipropamid 7
¹ Revus 8
¹ Ridomil Gold Plus 9
2 Shihara Sangyo Kaisha

¹ Cymoxanil
² Curzate
³ Famoxadone
⁴ Tanos
⁵ Dimethomorph
⁶ Zoxamide
⁷ Gavel
⁸ Fostrol
⁹ Profit
¹ Fosphite 0
¹ Propamocarb 1

ترکیب دیگری از سیازوفامید با نام تجاری رگنانت® ۲با فرمولاسیون SC 20 درصد توسط شرکت شاندونگ هایلیر^۴ چین و پیراکلواستروبین + دی متومورف با نام تجاری پیرادیم®^۵ با فرمولاسیون DF 18.7% توسط شرکت جیانگسو گرینسی^۶ چین تولید و به بازار عرضه شده است. در این تحقیق کارایی رگنانت و پیرادیم در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار در استان های تهران (ورامین) و مازندران (آمل) در مقایسه با قارچ کش های ثبت شده اینفینیتو و رانمن بررسی شد.

مواد و روش ها

بمنظور اجرای پروژه آزمایشات در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۱۰ تیمار و چهار تکرار در استان های تهران (ورامین) و مازندران (آمل) اجرا شد. برای کاشت از بذر ارقام معمول به کشت هر منطقه اجرا که حساس به بیماری نیز هستند (در استان تهران رقم سلطان و در استان مازندران رقم ویکتور) استفاده شد. بذور در سینی های نشاء و در بستر پیت ماس کشت و در مرحله برگ کوتیلدون به زمین اصلی منتقل گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ بوته به فاصله ۲۵ سانتی متر روی ردیف های کشت با فاصله ۵۰ سانتی متر بود. بوته ها بر اساس نوع کاشت هدایت و آبیاری و تغذیه بوته ها و نیز مراقبت های ضروری انجام گرفت. تیمارهای آزمایش شرح جدول ۱ بودند.

کرت های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری بصورت محلول پاشی با استفاده از سم پاش برقی ۲۰ لیتری با نازل مخروطی تیمار شدند. برای تهیه محلول قارچ کش از آب شرب هر محل استفاده گردید. محلول پاشی تیمارها هر ۷ الی ۱۰ روز تا رسیدن تیمار شاهد با آب پاشی به شاخص شدت بیماری ۹ در سیستم نمره دهی Thomas et al. (1987) ادامه یافت. بر همین اساس در طول آزمایشات در استان تهران سه نوبت و در استان

دارد و از طریق خاک و محلول پاشی اندام های هوایی مورد استفاده قرار می گیرد. سیازوفامید از نظر سازوکار و نقطه اثر در گروه بندی فراک ۴ در گروه C4 قرار داشته و از طریق تأثیر روی سیتوکروم میتوکندریایی bc1 در مکان Qi عمل و از تشکیل اسپرانژیوم و آزاد سازی زئوسپور و رشد میسلیم ممانعت می کند (Mitani et al., 1998). برای این قارچ کش مقاومت شناخته شده ای در بین جمعیت های قارچ های هدف وجود ندارد و از نظر بروز مقاومت در گروه ۲۱ گروه بندی فراک قرار دارد. با این حال به دلیل مشاهده شدن موتاسیون در مکان تأثیر روی میکروارگانیزم های مدل، این قارچ کش نیازمند مدیریت متوسط تا بالا در بروز مقاومت است (Anonymous 2018). قارچ کش سیازوفامید SC 400 با نام تجاری رانمن برای استفاده روی بیماری سفیدک داخلی خیار و بادزدگی سیب زمینی در کشور به ثبت رسیده است (شیخی و همکاران، ۱۳۹۶).

پیراکلواستروبین از گروه قارچ کش های متوکسی کاربامات ها نقش محافظتی دارد. این قارچ کش از نظر سازوکار و نقطه اثر در گروه بندی فراک در گروه C3 قرار داشته و از طریق تأثیر روی سیتوکروم میتوکندریایی bc1 در مکان Qo عمل می کند. پیراکلواستروبین از نظر بروز مقاومت در گروه بندی FRAC در گروه ۱۱ و با ریسک بالا قرار دارد و نیازمند مدیریت در استفاده برای ممانعت از بروز مقاومت است (Anonymous 2018). دی متومورف از قارچ کش های گروه اسید کربوکسیلیک آمیدها بوده و در تشکیل دیواره سلولی قارچ از طریق جلوگیری از سنتز گلوکوز تأثیر می کند. این قارچ کش در گروه بندی فراک از نظر بروز مقاومت در گروه ۴۰ و دارای ریسک کم تا متوسط قرار دارد (Anonymous 2018). قارچ کش پیراکلواستروبین + دی متومورف با نام تجاری کابریو دو^۲ با فرمولاسیون EC 11.2% برای استفاده در مدیریت بیماری لکه موجی گوجه فرنگی به ثبت رسیده است (شیخی و همکاران، ۱۳۹۶).

2^۴ Shandong Hailir
2^۵ Pyradim
2^۶ Jiangsu Grennsie

2 Fungicide Resistance Action Committee (FRAC)
2 Cabrio Dou
2 Regnant

جدول ۱- تیمارهای آزمایش قارچ‌کش‌ها در استان‌های تهران و مازندران

Table 1. Fungicide assay treatments in Tehran and Mazandaran provinces

No.	Treatment	Dose
1	Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.5 ml/L
2	Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.6 ml/L
3	Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.75 ml/L
4	Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.25 g/L
5	Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.3 g/L
6	Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.35 g/L
7	Propamocarb hydrochloride + Fluopicolide (Infinito® SC 68.75%)	2 ml/L
8	Cyazofamid (Ranman® SC 400)	0.5 ml/L
9	Controls (water spraying)	-
10	Control (without any spraying)	-

جدول ۲- الگوی مورد استفاده برای ارزیابی شدت بیماری (Thomas et al., 1987)

Table 2. The pattern used for disease severity scaling (Thomas et al., 1987)

Score	Symptoms description
1	No symptom
3	Visual spots without sporangium formation (incompatible)
5	Visual spots with a few sporangium (compatible)
7	Visual spots with scattered sporangium (5×10^3 spores per square cm of spot)
9	Spots covered the leaf surface (highly compatible) with a lot of sporangium (5×10^4 spores per square cm of spot)

$$DS = \frac{\sum (ni \times vi)}{N \times V} \times 100$$

در این فرمول DS شدت بیماری، ni تعداد برگهای با نمره مشابه، vi نمره بیماری از ۱-۹ برای هر برگ، N تعداد کل برگ‌های مورد ارزیابی، V بالاترین نمره بیماری (۹) است (فانی و همکاران، ۱۳۹۲).

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: داده‌های حاصل از شدت بیماری در هر کرت با استفاده از نرم افزار آماری SAS 9.4 تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند.

مازندران چهار نوبت محلول‌پاشی انجام شد. آماربرداری از کرت‌های آزمایشی بعد از وقوع بیماری در ۹۰ درصد بوته‌های کرت‌های شاهد انجام شد. جهت ارزیابی بیماری، از هر بوته ۱۰ برگ از قسمت‌های مختلف بوته (سه برگ از یک سوم بالایی، سه برگ از یک سوم میانی و چهار برگ از یک سوم پایینی بوته) به تصادف جمع‌آوری و شدت بیماری براساس معیار نمره‌دهی مذکور صورت گرفت (جدول ۲). درصد شدت بیماری با استفاده از فرمول زیر برای هر کرت محاسبه شد.

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی درصد شدت بیماری در دو مکان اجرا شامل استان‌های تهران و مازندران نشان داد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود داشت ولی بین مکان‌های آزمایش و نیز اثر متقابل تیمار × مکان اختلاف معنی‌دار آماری نبود (جدول ۲). بر این اساس مقایسه میانگین درصد شدت بیماری به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

محاسبه اثر بخشی^۸ تیمارها: اثر بخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر برای میانگین‌ها محاسبه شد (عظیمی ۱۳۹۳).

$$ef = 100 - \left(\frac{\bar{x}t}{\bar{x}c} \times 100 \right)$$

در این فرمول ef اثر بخشی تیمار، $\bar{x}t$ میانگین تیمار و $\bar{x}c$ میانگین شاهد است.

نتایج

تجزیه واریانس مرکب مکان اجرا

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب درصد شدت بیماری سفیدک داخلی خیار در استان‌های تهران و مازندران

Table 3. Location complex analysis of variance of cucumber downy mildew disease severity percentage in Tehran and Mazandaran provinces

Variation Resources	DF	MS	F value
Location	1	84.51	2.08 ^{ns}
Block	6	79.32	1.96*
Treatment	9	4918.03	121.29**
Treatment×Location	9	58.17	1.43 ^{ns}
Error 2 (remained)	54	40.55	-
Coefficient of Variation (CV)		14.25 %	

ns: no significant difference, * significance difference at $P < 0.05$, ** significance difference at $P < 0.01$

محلول‌پاشی با آب سبب افزایش شدت آلودگی در سطح معنی‌داری نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی شد، به طوری که میانگین شدت بیماری را به مقدار ۱۱/۴ درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داد. (جدول ۴).

بحث

عامل بیماری سفیدک کرکی خیار تغییرات زیادی را در طول دهه گذشته داشته است به طوری که گزارشات شدت بیماری بالا و اپیدمی‌های گسترده، پیدایش ژنوتیپ‌ها، نژادها، پاتوتیپ‌ها و تیپ‌های آمیزشی جدید از بیمارگر نسبت به گذشته افزایش پیدا کرده است. مدیریت بیماری سفیدک کرکی گیاهان جالیزی متکی به استفاده تلفیقی از ارقام مقاوم و قارچ‌کش‌های مؤثر است (Cohen et al., 2015).

مقایسه میانگین مرکب درصد شدت بیماری دو مکان اجرا به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن نشان داد قارچ‌کش رانمن به نسبت ۰/۵ در هزار با ۷۹/۱ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد محلول‌پاشی با آب بیشترین اثر بخشی را داشته و در پایین‌ترین گروه آماری (گروه e) قرار گرفته است. قارچ‌کش اینفنیتو با غلظت ۲ در هزار به همراه رگنانت با غلظت ۰/۷۵ در هزار به ترتیب با ۷۲/۸ و ۷۱/۹ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد محلول‌پاشی با آب در گروه مشترک (de) قرار گرفتند. غلظت ۰/۶ در هزار رگمانت و ۰/۳۵ در هزار پیرادیم نیز به ترتیب با ۶۹/۷ و ۶۷ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد محلول‌پاشی با آب در گروه بعدی (گروه d) قرار گرفتند. در این بررسی غلظت ۰/۵ در هزار رگنانت و غلظت‌های ۰/۳ و ۰/۲۵ در هزار پیرادیم به ترتیب با ۴۹/۲، ۴۹/۲ و ۴۳/۲ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد محلول‌پاشی با آب کمترین اثر بخشی را داشته و در گروه آماری c قرار گرفتند. نتایج این تحقیق نشان داد

جدول ۴. مقایسه میانگین مرکب درصد شدت بیماری سفیدک داخلی خیار و درصد اثربخشی آنها در آزمایش استان‌های تهران و مازندران

Table 4. Comparison of complex average of cucumber downy mildew disease severity percentage in Tehran and Mazandaran provinces assays

Treatment	Dose	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
Control (water spraying)	-	91.9 a	-
Controls (without any spraying)	-	81.4 b	11.4
Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.25 g/L	52.2 c	43.2
Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.3 g/L	46.7 c	49.2
Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.5 ml/L	46.7 c	49.2
Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim® DF 18.7%)	0.35 g/L	30.3 d	67
Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.6 ml/L	27.8 d	69.7
Cyazofamid (Regnant® SC 20%)	0.75 ml/L	25.8 de	71.9
Propamocarb hydrochloride + Fluopicolide (Infinito® SC 68.75%)	2 ml/L	25 de	72.8
Cyazofamid (Ranman® SC 400)	0.5 ml/L	19.2 e	79.1

*Significant differences are denoted by different letters within each column at $P < 0.05$ according to Duncan's Multiple ranges Test

سیازوفامید را در کنترل بیماری سفیدک داخلی موثر معرفی کردند. در ایران، فانی و همکاران (۱۳۹۲) در تحقیق خود اثربخشی غلظت ۰/۴ در هزار قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن 400 SC) را ۷۵/۷۷ درصد گزارش کرده‌اند. نتایج این مطالعات نتایج تحقیق حاضر را تأیید می‌کنند.

در تحقیق Rebollaralviter et al. (2007) پیراکلوآستروبین را در کنترل عامل بیماری پوسیدگی توت فرنگی ناشی از *Phytophthora cactorum* مؤثر معرفی کرده‌اند. (2010) Li et al. در مطالعاتی اثر پیراکلوآستروبین را در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار تأیید کرده‌اند. Matheron and Porchas (2000) اثرات بازدارندگی دیمتومورف را روی بیمارگرهای *Phytophthora capsici*، *Phytophthora citrophthora* و *P. parasitica* بررسی و مقدار غلظت کشندگی ۵۰ درصد آن را با فوزتیل آلومینیوم و متالاکسیل مقایسه و این مقدار را برای دیمتومورف کمتر از فوزتیل آلومینیوم و متالاکسیل گزارش کردند. نتایج منتشره در این منابع، نتایج حاصل از مطالعه حاضر را تأیید می‌کنند.

بدون شک حضور قارچ‌کش‌های مطالعه شده در این تحقیق در سبب سموم سبزی و صیفی کشور برای استفاده در مدیریت بیماری‌های سفیدک داخلی از جمله سفیدک کرکی خیار مفید خواهد بود. استفاده به‌هنگام از

مقایسه اثربخشی تیمارها در این تحقیق نشان داد که قارچ‌کش‌های رگنانت و پیرادیم در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار مؤثر هستند. این مقایسه، کارایی غلظت‌های ۰/۶ و ۰/۷۵ در هزار قارچ‌کش رگنانت و غلظت ۰/۳۵ در هزار قارچ‌کش پیرادیم را به ترتیب با ۶۹/۷، ۷۱/۹ و ۶۷ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد آب‌پاشی تأیید می‌کند. Mitani et al. (2001) اثر سیازوفامید را در بازدارندگی از رشد شبه قارچ‌های اُمیست در تمامی مراحل زندگی این شبه قارچ‌ها تأیید و آن را در کنترل بیماری‌های ناشی از بیمارگرهای *Phytophthora infestans*، *Pythium aphanidermatum*، *Pythium sojiae*، *Pythium sylvaticum*، *Pythium paddicum* و *coccollioides* مؤثر و مقدار غلظت کشندگی ۵۰ درصد آن را برابر با ۰/۰۰۸ تا ۰/۲ میکروگرم در میلی‌لیتر عنوان می‌کنند. در تحقیق دیگری Mitani et al. (2002) حداقل غلظت کشندگی ۵۰ درصد سیازوفامید را با مانکوزب و متالاکسیل روی بیمارگران بیماری‌های سفیدک دروغی گوجه‌فرنگی و سفیدک کرکی خیار مقایسه و حداقل غلظت کشندگی ۵۰ درصد سیازوفامید را ۶۳ بار کمتر از مانکوزب و ۱۶ بار کمتر از متالاکسیل گزارش کردند. در مطالعه‌ای González-Álvarez et al. (2012)

شرایط محیطی مناسب برای گسترش بیماری خواهد بود. با توجه به این که گسترش بیماری نیازمند رطوبت نسبی بالا و شب‌نم آزاد (میانگین رطوبت نسبی بالای ۸۵ درصد در طول روز) در سطح میزبان هم‌زمان با درجه حرارت مناسب (میانگین درجه حرارت در طول روز ۱۵ الی ۲۵ درجه سانتی‌گراد) است با فراهم شدن این شرایط باید فاصله محلول‌پاشی در حداقل خود (۷ روز) در نظر گرفته شود. قارچ‌کش‌های رگنانت دارای دوره کارنس سه روزه و پیرادیم دارای دوره کارنس هفت روزه در گیاهان جالیزی هستند. بنابراین تنظیم برداشت محصول باید با توجه به دوره کارنس این قارچ‌کش‌ها انجام گیرد.

قارچ‌کش‌ها با سازوکارهای تأثیر اختصاصی بخصوص موقعی که اختلاط دو قارچ‌کش با سازوکار و نقطه اثر متفاوت باشد معمولاً کنترل مطمئنی از بیماری هدف را فراهم و از بروز جمعیت‌های مقاوم جلوگیری خواهد نمود. نتایج حاصل از اجرای پروژه حاضر نشان داد که رگنانت با غلظت‌های ۰/۶ و ۰/۷۵ در هزار و پیرادیم با غلظت ۰/۳۵ در هزار با فاصله پاشش ۷ تا ۱۰ روز کنترل مناسبی از بیماری سفیدک کرکی خیار را به همراه دارد. نتایج همچنین نشان داد رانمن با غلظت ۰/۵ و اینفینیتو با غلظت ۲ در هزار که برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک کرکی خیار به ثبت رسیده‌اند هنوز از تأثیر کافی برخوردار هستند. تغییر فاصله محلول‌پاشی بسته به

منابع

- اعتباریان ح ر، ۱۳۸۷. بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آنها، انتشارات دانشگاه تهران.
- پوزشی‌میاب ب و فانی س ر، ۱۳۹۵. ارزیابی برخی قارچ‌کش‌های رایج در کنترل سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای ناشی از *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev. تحقیقات بیماری‌های گیاهی، سال چهارم، شماره ۲، صفحه‌های ۱ تا ۱۲.
- دهقانی ع، رنجبر ا، باقری س و شهریار د، ۱۳۸۸. تعیین اثر قارچ‌کش‌های مختلف در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار در کشت‌های زیر پلاستیک و گلخانه‌ای، گزارش طرح تحقیقاتی بخش گیاه پزشکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی، شماره فروست ۲۸۳۸۷، ۳۵ صفحه.
- شهریار د، نصراصفهانی م و دهقانی ع، ۱۳۹۲. بررسی تکمیلی اثر قارچ‌کش‌های اینفینیتو، ریوس و ریدومیل گلدپلاس در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار در کشت گلخانه‌ای و زیر پلاستیک. گزارش نهایی طرح پژوهشی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، مرکز فناوری اطلاعات و اطلاع رسانی کشاورزی، شماره فروست ۴۳۵۷۸، ۱۹ صفحه.
- شیخی‌گرجان ع، نجفی ح، عباسی س، صابرفر ف، رشید م و مرادی م، ۱۳۹۶. راهنمای آفت‌کش‌های شیمیایی و ارگانیک ایران. نشر راه‌دان.
- عظیمی ح، ۱۳۹۳. اثر کلرتالونیل و فاموکسادون + سیموکسانیل در کنترل بیماری لکه‌موجی گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی، جلد ۳ شماره ۱، صفحه‌های ۳۵ تا ۴۸.
- فانی س ر، شهریار د، مرادی م، اسمعیل‌زاده حسینی س ع و سرپله ا، ۱۳۹۳. کارایی قارچ‌کش پتاسیم فسفیت (WSL) (53% در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای، *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev. آفت‌کش‌ها در علوم گیاه‌پزشکی، شماره ۲ جلد ۲، صفحه‌های ۸۳ تا ۹۱.

فانی س ر، مرادی م، اسمعیل‌زاده حسینی س ع، دشتکیان ک. و سرپله ا، ۱۳۹۲. کارایی قارچ‌کش سیازوفامید (SC 400) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای. آفت‌کش‌ها در علوم کشاورزی جلد ۱، شماره ۲، صفحه‌های ۱۰۳-۱۱۴.

فانی س ر، سرپله ا، نجفی‌نیا م و شهریار د، ۱۳۹۷. کارایی قارچ‌کش سیازوفامید (SC 10%) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای، *Pseudoperonospora cubensis*، آفت‌کش‌ها در علوم گیاهپزشکی، شماره ۱ جلد ۷، صفحه‌های ۴۳ تا ۵۴.

Anonymous, 2018. FRAC Code List ©*2018: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC Code numbering), <http://www.phi-base.org/images/fracCodeList.pdf> [Accessed on 12 May 2019]

Cohen Y, Van den Langenberg KM, Wehner TC, Ojiambo PS, Hausbeck M, Quesada-Ocampo LM, Lebeda A, Sierotzki H, Gisi U, 2015. Resurgence of *Pseudoperonospora cubensis*: The causal agent of cucurbit downy mildew. *Phytopathology* 105 (7): 998-1012.

Colucci SJ, Holmes GJ, 2010. Downy Mildew of Cucurbits. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-0825-01

González-Álvarez M, González-Barreiro C, Cancho-Grande B, Simal-Gándara J, 2011. Impact of phytosanitary treatments with fungicides (cyazofamid, famoxadone, mandipropamid and valifenalate) on aroma compounds of Godello white wines. *Food Chemistry* 131 (3): 826-836.

Matheron ME, Porchas M, 2000. Impact of azoxystrobin, dimethomorph, fluazinam, fosetyl-al, and metalaxyl on growth, sporulation, and zoospore cyst germination of three *Phytophthora* spp. *Plant Disease* 84 (4): 454-458.

McGrath MT, 2006. Update on Managing Downy Mildew in Cucurbits. Vegetable MD Online, Long Island Horticultural Research and Extension Center. http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc_Downy.htm#Top [Accessed on 5 September 2019]

Li M, Liu CL, Li L, Yang H, Li ZN, Zhang H, Li Z, M. 2010. Design, synthesis and biological activities of new strobilurin derivatives containing substituted pyrazoles. *Pest Management Science* 66 (1): 107-112.

Mitani S, Araki S, Matsuo N, Kamblin P, 1998. IKF-916 - A novel systemic fungicide for the control of Oomycetes plant diseases, p. 351-358. The 1998 Brighton Conference Pests and Diseases. Brighton, UK.

Mitani S, Araki S, Yamaguchi T, Takii Y, Ohshima T, Matsuo N, 2001. Antifungal activity of the novel fungicide cyazofamid against *Phytophthora infestans* and other plant pathogenic fungi in Vitro. *Pesticide Biochemistry and Physiology* 70 (2): 92-99.

Mitani S, Araki S, Yamaguchi T, Takii Y, Ohshima T, Matsuo N, 2002. Biological properties of the novel fungicide cyazofamid against *Phytophthora infestans* on tomato and *Pseudoperonospora cubensis* on cucumber. *Pest Management Science* 58 (2): 139-145.

Rebollalalviter A, Madden LV, Ellis MA, 2007. Pre- and post-infection activity of azoxystrobin, pyraclostrobin, mfenoxam, and phosphite against leather rot of strawberry, caused by *Phytophthora cactorum*. *Plant Dis.* 91 (5): 559-564.

Thomas C, Indaba T, Cohen Y, 1987. Physiological and specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 77: 1621-1624

Efficacy of Cyazofamid and Pyraclostrobin+ Dimethomorph Fungicides in the Control of Cucumber Downy Mildew

Seyed Reza Fani ^{1*}, Hossein Azimi ² and Farid Beiki ²

¹Plant Protection Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran

²Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

*Corresponding author: rezafani52@gmail.com

Received: 14 February 2020

Accepted: 16 August 2020

Abstract

Downy mildew is the most important disease of cucumber. Efficacy of the fungicides Cyazofamid (Regnant[®] SC 20%) and Pyraclostrobin + Dimethomorph (Pyradim[®] DF 18.7%), in controlling cucumber downy mildew disease were assessed in Tehran and Mazandaran provinces in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 10 treatments and four replications. Treatments included the Regnant fungicide at three concentrations of 0.5, 0.6 and 0.75 ml/L and the Pyradim fungicide at three concentrations of 0.25, 0.3 and 0.35 ml/L as target fungicides and Propamocarb hydrochloride + Fluopicolide (Infinito[®] SC 68.75%) 2ml/L and Cyazofamid (Ranman[®] SC 400) 0.5 ml/L as standard fungicides including two controls as with and without water spray. The combined Analyses of Variance (ANOVA) revealed a significant difference between treatments at level of 1%, but no significant difference was detected between locations and treatment × location interactions. Means comparison based on Duncan Multiple Range Test revealed that the Ranman[®] and Infinito[®] fungicides together with the Regnant at the dose of 0.75 ml/L decreased disease severity by 79.1, 72.8 and 71.9% compared to water spray treatment (control), respectively. On the contrary, the fungicides Regnant at the dose of 0.5 ml/L and Pyradim at the concentrations of 0.25 and 0.3 ml/L decreased disease severity by 46.7, 46.7 and 43.2% showing the lowest efficacy compared to water spray treatment (control), respectively. Based on the results, the concentrations 0.6 and 0.75 ml/L of the Regnant and the dose of 0.35 ml/L of the Pyradim fungicides are recommended as the proper concentrations for control of the disease with 7-10 days intervals.

Keywords: Cucurbits, Foliar disease, Chemical control, Pesticide efficacy