کارایی ترکیبات تجاری مخلوط بردو درکنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای، *Pseudoperonospora cubensis*

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. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، مؤسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۲/۷

چکیده

سفیدک کرکی خیار ناشی از شبه قارچ، *Pseudoperonospora cubensis*، یکی از مهم‌ترین بیماری‌های این محصول در کشت‌های گلخانه‌ای است که سالانه خسارت زیادی وارد می‌کند. در مطالعه حاضر کارایی چهار برند از مخلوط بردو در دو غلظت چهار و پنج در هزار به عنوان قارچ‌کش هدف و فلوپیکولید + پروپاموکارب هیدروکلراید (اینفینیتو® SC 68.75%) دو در هزار و سیازوفامید (رانمن® SC 400) نیم در هزار به عنوان قارچ‌کش‌های استاندارد در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار در استان‌های تهران و مازندران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار ارزیابی شد. محلول‌پاشی کرت‌های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری شروع و با فاصله هفت الی ده روز در استان تهران سه بار و در استان مازندران چهار بار تکرار شد. شاخص شدت بیماری براساس روش توماس و همکاران محاسبه و تجزیه آماری داده‌ها با نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. مقایسه میانگین مرکب درصد شدت بیماری در استان‌های تهران و مازندران نشان داد که قارچ‌کش‌های رانمن نیم در هزار، بردوتکس پنج در هزار و اینفینیتو دو در هزار با کاهش شدت بیماری به میزان ۷۹/۱ ، ۷۵/۸ و ۷۲/۸ درصد نسبت به شاهد آب‌پاشی، بیشترین کارایی را در کنترل بیماری داشتند. قارچ‌کش‌های بردوکسین با دوز پنج درهزار، بردوتکس با دوز چهار درهزار، بردوسیف با دوز چهار و پنج درهزار و بردوفیکس با دوز پنج در هزار به ترتیب با ۶۷/۴، ۶۵/۳، ۶۰/۱، ۶۲/۲ و ۵۹/۲ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد آب‌پاشی در رتبه بعدی قرار گرفتند. بنابراین به‌طور کلی می‌توان گفت دوزهای چهار و پنج در هزار قارچ‌کش‌های بردوتکس و بردوسیف و دوز پنج در هزار قارچ‌کش‌های بردوکسین و بردوفیکس برای کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار از کارایی قابل قبولی برخوردار هستند.

واژه‌های کلیدی: پروپاموکارب هیدروکلراید، سیازوفامید، فلوپیکولید، کنترل شیمیایی.

* **مسئول مکاتبات**: سید رضا فانی، rezafani52@gmail.com

مقدمه

خیار یکی از تولیدات مهم در کشت‌های گلخانه‌ای کشور است. سطح زیرکشت آن در ایران در سال زراعی ۹۶-۹۵ برابر ۶/۵ هزار هکتار با مقدار تولید ۱۶۴۶ هزار تن است (Ahmadi *et al*., 2017). یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خیار در کشت‌های باز و زیر پلاستیک، سفیدک کرکی یا داخلی است. این بیماری همه‌ساله خسارت قابل توجهی را به این محصول وارد می‌نماید و در اکثر نقاط دنیا از اهمیت بالایی برخوردار است (McGrath, 2006). بیماری سفیدک داخلی کدوئیان اولین بار توسط برکلی و کورتیس از کوبا در سال ۱۸۶۸ گزارش شده است. گونه‌ی *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. et Curt.) Rostovzev عامل بیماری سفیدک کرکی در گیاهان خانواده کدوئیان شامل خیار، طالبی، کدو و خربزه است (Colucci and Holmes, 2010). سفیدک کرکی کدوئیان در نواحی گرم، حاره‌ای و حتی نواحی نیمه‌خشک مثل برخی مناطق مدیترانه گسترش دارد ولی خسارت آن در نواحی گرم و مرطوب بیشتر است (Colucci and Holmes, 2010; Palti and Cohen, 1980). عامل بیماری در تمامی مراحل رشد میزبان، آن را آلوده می‌سازد. اگرچه بیماری تنها قسمت‌های هوایی را آلوده می‌سازد ولی با کاهش سطح فتوسنتز بخصوص در مراحل اولیه رشد میزبان موجب کاهش استقرار گیاه و کاهش محصول می‌گردد. در ایران بیماری سفیدک داخلی اولین بار در سال ۱۳۴۳ توسط اسکندری روی خیار در مزارع گیلان و مازندران مشاهده شد و اکنون از سراسر کشور بویژه از کشت‌های گلخانه‌ای و زیر پلاستیک بواسطه مهیاشدن شرایط محیطی مطلوب (رطوبت نسبی بالا و دمای ۲۲-۱۶ درجه سانتی‌گراد) گزارش شده است(Etebarian, 2006). مدیریت بیماری از طریق استفاده از ارقام مقاوم، کنترل زراعی، پیش‌آگاهی و ردیابی هفتگی علایم بیماری، استفاده از قارچ‌کش‌های محافظتی با دامنه اثر گسترده قبل از بروز بیماری و قارچ‌کش‌های معالجه‌کننده با دامنه اثر محدود بعد از بروز علائم اولیه بیماری صورت می‌گیرد (McGrath, 2006). هرچند مقاومت به این بیماری در خیار بیشتر از سایر گیاهان خانواده کدوئیان است ولی غالب ارقام تجاری مقاومت کافی در مقابل این بیماری 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، به‌طوری‌که گیاه فرصت کافی برای خشک‌شدن قبل از تشکیل شبنم داشته باشد و استفاده کودی متعادل از روش‌های زراعی برای کاهش بیماری است (McGrath, 2006). عامل بیماری اغلب از طریق باد از مناطق آلوده و یا مناطقی که بیمارگر قادر به زمستان‌گذرانی است منتقل می‌شود. جهت حرکت باد و شرایط مساعد محیطی منطقه‌ای که اسپورهای عامل بیماری مستقر می‌شوند در وقوع بیماری نقش مهمی دارند. بنابراین از اطلاعات مربوط به این دو عامل برای پیش‌آگاهی بیماری استفاده می‌شود (McGrath, 2006). قارچ‌کش‌های براوو، مانب، دیتان و قارچ‌کش‌های مسی بعنوان قارچ‌کش‌های محافظتی برای پیش‌گیری از بیماری سفیدک کرکی کدوئیان استفاده می‌شوند (McGrath, 2006). تحقیقات انجام یافته در کارولینای شمالی آمریکا نشان داد که کلروتالونیل[1] تأثیر بهتری در مقایسه با مانب و قارچ‌کش‌های مسی در محافظت و پیش‌گیری از بیماری دارد (McGrath, 2006). استفاده از قارچ‌کش‌های سیستمیک با ماده تکنیکال مؤثر روی اُ-اومیست‌ها (Oomycetes)پس از مشاهده اولین علائم بیماری هر ۷-۵ روز یکبار توصیه می‌شود. هم‌چنین توصیه شده که چنانچه قارچ‌کش‌های فرموله‌شده با دو ماده مؤثره حفاظت و درمان‌کننده در دسترس نباشد با اختلاط آنها درون تانک سم‌پاش از ترکیب این دو گروه از قارچ‌کش‌ها

[1] Chlorothalonil

استفاده شود (McGrath, 2006). قارچ‌کش‌های سیموکسانیل[1] + مانکوزب (کورزیت®[2] 72%)، فاموکسادون[3] + سیموکسانیل (تانوس®[4] 50%)، دیمتومورف[5] (فوروم® 43.5%)، مانکوزب + زوفامید[6] (گاول®[7] 75%)، قارچ‌کش‌های جدید فسفریک اسید شامل فوسترول®[8]، پروفیت®[9] و فسفیت®[10]، پروپاموکارب[11] (پرویکور فلکس®[12] Previcur Flex 66.5%)، رانمن®[13] برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک کرکی جالیز توصیه شده‌اند (McGrath, 2006). قارچ‌کش‌های مانب + گوگرد، مانکوزب و کلروتالونیل در پیش‌گیری از وقوع بیماری و نیز قارچ‌کش‌های سیستمیک پروپاموکارپدر پیشگیری از تولید اسپورانژ و زئوسپور و در نتیجه پیش‌گیری از گسترش بیماری مؤثر گزارش شده‌اند (Sherf and Macnab, 1986). طی مطالعه‌ای در استان گیلان قارچ‌کش‌های مانکوزب، زینب و مانب در کنترل بیماری مؤثر و زمان مناسب برای سم-پاشی قبل و یا به محض ظهور بیماری ذکر شده است (Mirhosseini-Moghaddam *et al.*, 1992). نظر به اینکه قارچ‌کش‌های مانکوزب، زینب و مانب ممکن است برای انسان خطراتی در بر داشته باشند استفاده از آن‌ها به‌صورت سم‌پاشی روی بوته خیار توصیه نمی‌شود (Etebarian, 2008). طی تحقیقی در جیرفت، قارچ‌کش‌های آلومنیوم تریس (آلیت®[14] 80% WDG)، پروپاموکارپ و متالاکسیل + مانکوزب در کنترل بیماری مؤثر گزارش شد (Sardouyi*et al.*, 1995). طی آزمایشاتی در خوزستان اثر قارچ‌کش‌های آلومنیوم تریس، مانکوزب و ریدومیل ام-زد و عصاره کمپوست کود گاوی در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار بررسی شد و نتایج نشان داد که تیمار قارچ‌کش آلومنیوم تریس با متوسط اثربخشی ۹۰ درصد نسبت به شاهد موثر عمل نمود (Mozaffari, 1998). در استان خوزستان قارچ‌کش‌های دیمتومورف (آکروبات®[15] SC 500) با غلظت سه در هزار، فاموکسادون + سیموکسانیل (اکوییشن‌پرو®[16] WDG 52.5%) به مقدار ۴۰۰ گرم در هکتار، کلروتالونیل (داکونیل®[17] SC 40.4%) به مقدار سه لیتر در هکتار در کنترل بیماری در کشت‌های زیر پلاستیک مؤثر گزارش شدند (Dehghani *et al.*, 2010). در تحقیق دیگری اثر قارچ‌کش‌های اینفینیتو، ماندی‌پروپامید[18] (رووس®[19] SC 23.3 %) و کوپر + متالاکسیلام (ریدومیل گلدپلاس®[20] WP 44%) در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار در کشت گلخانه‌ای و زیر پلاستیک مورد بررسی قرار گرفت و قارچ‌کش اینفینیتو را با غلظت دو درهزار در کنترل بیماری مؤثر معرفی شد (Shahriari *et al.*, 2013). اثر قارچ‌کش رانمن 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 (Fani *et al.*, 2014). تیمارهای سه تا پنج در هزار فسفیت پتاسیم نیز کارایی مناسبی در کنترل بیماری به میزان ۸۱/۵۷ تا ۹۰٪ از خود نشان دادند (Fani *et al*., 2015; Pouzeshimiyab and Fani, 2017). قارچ‌کش‌های اکسیدمس (نوردوکس®[21] 75% WG)، اکسی‌کلرورمس (کوپراویت®[22] 35% WP) و اکسی‌کلرورمس+ سیموکسانیل (کوپروزیت سی®[23] 43.95% WP) از

[1] Cymoxanil
[2] Curzate
[3] Famoxadone
[4]-Tanos
[5]-Dimethomorph
[6]-Zoxamide
[7]- Gavel
[8]- Fostrol
[9]- Profit
[10]- Fosphite
[11]-Propamocarb
[12]- Previcur flex
[13]- Ranman
[14]-Aliette
[15]- Acrobat
[16]- EquationPro
[17]- Daconil
[18]-Mandipropamid
[19]- Revus
[20]- RidomilGoldPlus
[21]-Nordox
[22]- Cupravit
[23]- Cuprosate C

ترکیبات مسی ثبت شده برای کنترل طیف وسیعی از بیماری‌های قارچی و باکتریایی هستند. قارچ‌کش کوپراویت و کوپروسیت-سی برای کنترل بیماری سفیدک کرکی گیاهان جالیزی در کشور ثبت شده است (Sheikhi *et al.*, 2017). قارچ‌کش مخلوط بردو[1] با نام‌های تجاری بردوفیکس®18% SC، میشوبردوکس®18% SC و بردوکیمیا ®18% SC هرچند تنها برای کنترل بیماری‌های غربالی زردآلو و شانکر سیتوسپوریایی درخت سیب در کشور به ثبت رسیده است ولی برای کنترل طیف وسیعی از بیماری‌های قارچی و باکتریایی استفاده می‌شوند (Sheikhi *et al.*, 2017). در حال حاضر از قارچ‌کش‌های آلی و نیز قارچ‌کش‌های معدنی بر پایه مس و معمولاً به دفعات زیاد برای کنترل این بیماری استفاده می‌شود. نظر به اهمیت تولید محصول سالم و جلوگیری از بروز مقاومت در عامل بیماری بر اثر کاربرد مکرر قارچ‌کش‌های آلی، استفاده از قارچ‌کش‌های سازگار با محیط‌زیست و سالم و نیز مدیریت مصرف قارچ‌کش‌های آلی با نقطه اثر و مکانیسم تأثیر متفاوت و چندگانه در برنامه‌های مدیریت کنترل این بیماری ضروری است. هم‌چنین استفاده تازه‌خوری و برداشت تدریجی و تقریباً روزانه خیار اهمیت باقیمانده سموم آفت‌کش و از جمله سموم قارچ‌کش را در این محصول برجسته نموده و ضرورت استفاده از قارچ‌کش‌های مؤثر کم‌مصرف و کم‌خطر را اجتناب ناپذیر می‌سازد. دسترسی تولیدکنندگان به قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های شیمیایی متنوع ضمن کمک به کشاورزان در جهت کاهش خسارت اقتصادی ناشی از بیماری، امکان بروز مقاومت به قارچ‌کش‌ها در بیمارگرها را کاهش می‌دهد. مخلوط بردو که دراواخرقرن نوزدهم درمنطقه بردو فرانسه در خلال طغیان‌های بیماری سفیدک داخلی مو کشف شد، ترکیبی از سولفات مس ($CuSO_4$) و آهک ($Ca(OH)_2$) است و به عنوان قارچ‌کش در مزارع و باغات برای مهار بیماری‌های سفیدک داخلی، سفیدک پودری، بلایت سیب زمینی، پیچیدگی برگ هلو، لکه سیاه سیب و برخی دیگر از بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود. این قارچ‌کش به عنوان یک ترکیب جلوگیری‌کننده از بیماری روی گیاه پاشیده می‌شود. بردو برای استفاده در کشاورزی ارگانیک نیز تأیید شده است. مکانیسم عمل مخلوط بردو ناشی از اثر یون‌های مس (Cu^{2+}) موجود در مخلوط است. این یون‌ها با تأثیر در آنزیم‌های موجود در اسپورهای شبه قارچ عامل بیماری از جوانه‌زنی آن‌ها جلوگیری می‌کند. این بدان معنی است که از مخلوط بردو باید قبل از جمله بیماری استفاده شود. پوشش کاملی از سم‌پاشی روی گیاهان ضروری است (Pscheidt and Ocamb, 1999).

در این تحقیق کارآیی چهار ترکیب تجاری از قارچ‌کش مخلوط بردو شامل بردوسیف®18% SC تولید شرکت سبزآور نگین فلات، بردوفیکس®18% SC تولید شرکت باغبان تاک، بردوکسین®20% SC تولید شرکت اکسین شیمی آدان و بردوتکس®18% SC تولید شرکت پرتونار در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار در استان‌های تهران (ورامین) و مازندران (آمل) در مقایسه با قارچ‌کش‌های ثبت شده اینفینیتو و رانمن و با هدف بررسی امکان تأیید تأثیر این قارچ‌کش‌ها و ثبت دوز مؤثر آن‌ها بررسی شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور اجرای پروژه، آزمایش‌ها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار در استان‌های تهران (ورامین) و مازندران (آمل) و هر آزمایش با چهار تکرار اجرا شد. برای کاشت از بذر ارقام رایج هر منطقه اجرا که حساس به بیماری نیز بودند استفاده شد به‌طوری‌که در استان تهران بذر رقم سوپر سلطان و در استان مازندران بذر رقم ویکتور در سینی‌های نشاء و در بستر پیت‌ماس کشت

[1] Bordeaux mixture

و در مرحله برگ کوتیلدون به زمین اصلی گلخانه منتقل گردید. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ بوته به فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. بوته‌ها بر اساس نوع کاشت هدایت و آبیاری و تغذیه بوته‌ها و نیز مراقبت‌های ضروری انجام گرفت. تیمارهای آزمایش در استان‌های تهران و مازندران بشرح جدول ۱ بودند.

جدول ۱- تیمارهای آزمایش قارچ‌کش‌ها در استان‌های تهران و مازندران.

Table 1. Fungicide assay treatments in Tehran and Mazandaran provinces.

No.	Treatment	Dose
1	Bordeaux mixture (Bordofix® SC 18%)	4 ml/L
2	Bordeaux mixture (Bordofix® SC 18%)	5 ml/L
3	Bordeaux mixture (Bordoxin® SC 20%)	4 ml/L
4	Bordeaux mixture (Bordoxin® SC 20%)	5 ml/L
5	Bordeaux mixture (Bordosafe® SC 18%)	4 ml/L
6	Bordeaux mixture (Bordosafe® SC 18%)	5 ml/L
7	Bordeaux mixture (Bordotex® SC 20%)	4 ml/L
8	Bordeaux mixture (Bordotex® SC 20%)	5 ml/L
9	Propamocarb hydrochloride + Fluopicolide (Infinito® 68.75 SC)	2 ml/L
10	Cyazofamid (Ranman® SC 400)	0.5 ml/L
11	Controls (water spraying)	-
12	Control (without any spraying)	-

تیمار کرت‌های آزمایشی با مشاهده اولین علایم بیماری به‌صورت محلول‌پاشی با استفاده از سم‌پاش برقی ۲۰ لیتری با نازل مخروطی انجام گرفت. برای تهیه محلول قارچ‌کش از آب شرب هر محل استفاده شد. محلول‌پاشی با تیمارها هر ۷ الی ۱۰ روز تا رسیدن تیمار شاهد با آب‌پاشی به شاخص شدت بیماری ۹ در سیستم نمره‌دهی Thomas *et al.* (1987) ادامه یافت. بدین‌منظور در آزمایش استان تهران سه نوبت و در آزمایش استان مازندران چهار نوبت محلول‌پاشی با تیمارها انجام گرفت. آماربرداری از کرت‌های آزمایشی با رسیدن شدت آلودگی در کرت‌های تیمار شاهد آب‌پاشی به مرحله ۹ در استان‌های تهران و مازندران در روش نمره‌دهی (Thomas *et al.* 1987) انجام شد.

جهت ارزیابی بیماری، ۱۰ بوته در هر کرت و 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. در این روش به برگ‌های فاقد علائم نمره ۱، برگ‌هایی با حضور لکه‌ها و بدون اسپرانژیوم نمره ۳، اسپرانژیوم‌ها به تعداد محدود تشکیل و با میکروسکوپ قابل تشخیص باشند نمره ۵، اسپرانژیوم‌ها به صورت پراکنده تشکیل شده باشند نمره ۷ و اسپورانژیوم‌ها به تعداد فراوان تشکیل شده باشند نمره ۹ داده شد (جدول ۲).

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 (5×103 spores per square cm of spot)
9	Spots covered the leaf surface (highly compatible) with a lot of sporangium (5×104 spores per square cm of spot)

درصد شدت بیماری با استفاده از فرمول زیر برای هر کرت محاسبه شد.

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

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

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: داده‌های حاصل از شدت بیماری در هر کرت با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS، تجزیه واریانس و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (در سطح احتمال ۵ درصد) مقایسه شدند.

محاسبه اثربخشی[1] تیمارها: اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر برای میانگین‌ها محاسبه شد (Azimi, 2014).

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

در این فرمول *ef* اثربخشی تیمار، $\bar{x}_t$ میانگین تیمار و $\bar{x}_c$ میانگین شاهد است.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری در دو مکان مورد آزمایش نشان داد بین تکرارها اختلاف معنی‌دار نبوده ولی تیمارها در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار دارند. داده‌های حاصل از آزمایشات استان‌های تهران و مازندران به‌صورت مرکب تجزیه واریانس شدند و میانگین‌های شدت بیماری مورد مقایسه قرار گرفتند.

آزمایش استان‌های تهران و مازندران

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 دارد ولی بین مکان‌های اجرا و نیز اثر متقابل مکان × تیمار اختلاف معنی‌دار نیست (جدول ۳). براین اساس مقایسه میانگین مرکب به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت.

1- Efficacy

جدول۳- 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	10.08	0.13 ns
Block	6	218.35	2.90*
Treatment	11	4354.13	57.92**
Treatment×Location	11	19.96	0.27 ns
Error 2 (remained)	66	81.46	-
Coefficient of Variation (CV)	20.09%		

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

مقایسه میانگین شدت بیماری: مقایسه میانگین درصد شدت بیماری در استان‌های تهران و مازندران نشان داد که قارچ‌کش‌های رانمن ۰/۵ در هزار، بردوتکس پنج در هزار و اینفینیتو دو در هزار با کاهش شدت بیماری به میزان ۷۹/۱ ۷۵/۸ و ۷۲/۸ درصد برترین تیمارهای آزمایش بود. غلظت‌های پنج و چهار در هزار بردوتکس از نظر کارایی در کاهش شدت بیماری در دو گروه مجزا از نظر آماری قرار گرفتند. این حالت در مورد بردوکسین و بردوفیکس نیز اتفاق افتاد. غلظت پنج در هزار بردوتکس، بردوکسین و بردوفیکس شدت بیماری را به ترتیب به میزان ۷۵/۸، ۶۷/۴ و ۵۹/۲ درصد کاهش دادند درصورتی که غلظت چهار در هزار همین ترکیبات شدت بیماری را به ترتیب ۶۵/۳، ۵۰/۷ و ۳۲/۶ درصد کاهش دادند. بردوسیف در دو غلظت موجب کاهش ۶۲/۲-۶۰/۱ درصد شدند و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. در این آزمایش تیمارهای شاهد آب‌پاشی و شاهد بدون محلول‌پاشی دارای اختلاف معنی‌داری نسبت به هم بودند به‌طوری‌که آب‌پاشی ۱۰/۵ درصد بیماری را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داد (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین مرکب درصد شدت بیماری سفیدک داخلی خیار 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 (ml/l)	Disease severity* (%)	Efficacy (%)
Ranman® SC 400	0.5	19.2 h	79.1
Bordotex® SC 20%	5	22.2gh	75.8
Infinito® 68.75 SC	2	25fgh	72.8
Bordoxin® SC 20%	5	30efg	67,4
Bordotex® SC 20%	4	31.9ef	65.3
Bordosafe® SC 18%	5	34.7 e	62.2
Bordosafe® SC 18%	4	36.7 de	60.1
Bordofix® SC 18%	5	37.5 de	59.2
Bordoxin® SC 20%	4	45.3 d	50.7
Bordofix® SC 18%	4	61.9 c	32.6
Controls (without any spraying)	-	81.4 b	-
Control (water spraying)	-	91.9 a	-

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

بحث

عامل بیماری سفیدک داخلی که در اکثر گیاهان تیره کدوئیان ایجاد بیماری می‌کند، تغییرات زیادی را در طول دهه گذشته داشته است به‌طوری‌که گزارشات شدت بیماری بالا و اپیدمی‌های گسترده، پیدایش ژنوتیپ‌ها، نژادها، پاتوتیپ‌ها و تیپ‌های سازگار از بیمارگر نسبت به گذشته افزایش پیدا کرده است (Cohen *et al*., 2015). مدیریت بیماری سفیدک کرکی گیاهان جالیزی متکی به استفاده تلفیقی از ارقام مقاوم و قارچ‌کش‌های مؤثر است (Cohen *et al*., 2015). تا دهه ۱۹۴۰ کنترل شیمیایی بیماری‌های گیاهی محدود به استفاده از مواد شیمیایی غیر آلی که عمدتاً توسط خود کشاورزان آماده می‌شدند بود (Russell, 2005). استفاده از مخلوط بردو در اواخر قرن ۱۹ و در باغات مو در منطقه بردوی فرانسه شروع شد. مخلوط بردو از ترکیب سولفات مس ($CuSO_4$) و هیدروکسید کلسیم ($Ca(OH)_2$) تهیه می‌شود و برای کنترل بیماری‌های سفیدک داخلی و نیز برخی بیماری‌های دیگر عمدتاً در باغات مواستفاده می‌شود. با توجه به اینکه مخلوط بردو قارچ‌کشی تماسی است استفاده از آن بعد از استقرار بیماری مؤثر نیست. تأثیر مخلوط بردو روی عوامل بیماری‌زا به‌دلیل وجود یون مس (Cu^{2+}) است. یون مس با تأثیر روی برخی آنزیم‌ها مانع جوانه‌زنی اسپور بیمارگر می‌شود. در استفاده از مخلوط بردو باید پوشش کاملی روی گیاه ایجاد کرد و محلول‌پاشی بایستی بعد از هر بارندگی تکرار گردد. از مخلوط بردو یک نوبت در سال نیز بعنوان سم‌پاشی زمستانه درختان میوه استفاده می‌شود. از مخلوط بردو علاوه بر بیماری سفیدک داخلی مو به‌طور گسترده‌ای در مدیریت بیماری‌های سفیدک دروغی سیب‌زمینی، لب‌شتری هلو و لکه سیاه سیب نیز استفاده می‌شود. استفاده از مخلوط بردو در تولید ارگانیک محصولات مورد پذیرش قرار گرفته است (Anonymous, 2019). هفت (Heft, 2014) نیز مخلوط بردو را در کنترل سفیدک‌های داخلی مؤثر گزارش کرده و آن را یکی از قارچ‌کش های موفق در تولید محصولات ارگانیک معرفی کرده است.

استفاده از مخلوط بردو و مهار بیماری منجر به گسترش بهتر شاخ و برگ شده و در نتیجه تعداد میوه در بوته بیشتر و اندازه آن‌ها بزرگ‌تر شده و در نهایت عملکرد بالاتری حاصل می شود (Chaudhry *et al.* 2009). در هند شش بار سم‌پاشی با مخلوط بردو سه در هزار با فاصله هفت روز یا سه بار سم‌پاشی با آلیت دو در هزار با فاصله ۱۵ روز و پس از آن سه بار سم‌پاشی با مانکوزب سه در هزار با فاصله هفت روز از روز سی‌ام بعد از شروع کشت در کنترل سفیدک داخلی خیار در طول فصل بارندگی مؤثر بوده و در کنار آن افزایش عملکرد و تولید نیز مشاهده شده است (Khetmalas, 2003). در پاکستان طی آزمایشاتی اثربخشی مخلوط بردو در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار ۶۲/۴۶ درصد برآورد شده است (Chaudhry *et al*., 2009).

مقایسه اثربخشی تیمارها در این تحقیق نشان داد که قارچ‌کش مخلوط بردو با نام های تجاری بردوفیکس® تولید شرکت باغبان تاک، بردوکسین® تولید شرکت اکسین شیمی‌آدان، بردوسیف® تولید شرکت سبزآور نگین فلات و بردوتکس® تولید شرکت پرتونار در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار مؤثر هستند. نتایج این تحقیق که نشانگر اثربخشی ترکیبات تجاری مخلوط بردو در کنترل بیماری نسبت به شاهد آب‌پاشی بین ۵۹/۲ تا ۷۵/۸ درصد است با نتایج محققان قبلی تاحدودی مطابقت دارد (Chaudhry *et al*., 2009).

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که قارچ‌کش‌های با ماده مؤثره مخلوط بردو مورد بررسی با فواصل سم‌پاشی هفت تا ده روز به‌صورت محلول‌پاشی کنترل مناسبی از بیماری سفیدک کرکی خیار را به همراه دارد. تغییر فاصله محلول‌پاشی به شرایط محیطی مناسب برای گسترش بیماری بستگی خواهد داشت. با توجه به این‌که 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 (Colucci and Holmes, 2010)، با فراهم‌شدن این شرایط باید فاصله محلول‌پاشی در حداقل خود (۷ روز) در نظر گرفته شود.

بدون شک حضور برندهای تجاری از قارچ‌کش مخلوط بردو مطالعه شده در این تحقیق در سبد سموم سبزی و صیفی کشور در مدیریت این بیماری و نیز در تولید سالم‌تر محصولات جالیز مفید خواهد بود. با توجه به اینکه محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌های مؤثر برای کنترل بیماری سفیدک کرکی باید به دفعات انجام گیرد توجه به آلودگی خاک از طریق تجمع یون مس نیز ضروری است.

Refernces:

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Hosseinpour, R., Abdeshah, H., Rezaee, M. M. and Fazli-Estabragh, M. 2017. Agricultural Statistics of Iran, Information and Communication Technology Center, Planing and Economic Affair, Ministry of Agriculture-Jahad, Volume 3, 239 pp.

Anonymous. 2019. Bordeaux mixture. https://enacademic.com/dic.nsf/enwiki/1885572. [Accessed on 21-10-2018].

Azimi, H. 2014. Effect of chlorothalonil and famoxadone + cymoxanil in control of early blight disease of tomato under field conditions. Applied Research in Plant Protection 3(1): 35-48. [In Persian with English Abstract]

Chaudhry, S. U., Iqbal, J. and Mustafa, A. 2009. Efficacy of different fungicides for control of downy mildew of cucumber. The Journal of Animal and Plant Sciences. 19(4): 202-204.

Cohen,Y., Van den Langenberg, K. M., Wehner, T. C., Ojiambo, P. S., Hausbeck, M., Quesada Ocampo, L. M., Lebeda, A., Sierotzki, H. and Gisi, U. 2015. Resurgence of *Pseudoperonospora cubensis*: The causal agent of cucurbit downy mildew. Phytopathology. 105(7): 998-1012.

Colucci, S. J. and Holmes, G. J. 2010. Downy Mildew of Cucurbits. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2010-0825-01

Dehghani, A., Ranjbar, A., Bagheri, S. and Shahriari, D. 2010. Determination of fungicides effect in control of cucumber downy mildew in under covering crop and greenhouse. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 38387, 35pp. [In Persian with English Summary].

Etebarian, H. R. 2006. Vegetable Diseases and their Control, Tehran University Press, Iran, 554pp. [In Persian].

Fani, S.R., Moradi, M., Shahriari, D., EsmailzadehHosseini, S.A., Dashtekian, K. and Sarpeleh, A. 2014. Efficacy of cyazofamid (SC 400) fungicide in the control of downy mildew of greenhouse cucumber. Pesticides in Plan Protection Sciences. 1(2): 28-39.

Fani, S. R., Moradi, M., Shahriari, D., Esmailzadeh Hosseini, S. A. and Sarpeleh, A. 2015. Efficiency of Fosphite fungicide for cucumber downy mildew control in greenhouse. Pesticides in Plan Protection Sciences. 2(2): 83-91.

Heft, T. 2014. Bordeaux Mixture and Copper Are Best Organic Fungicides. http://www.bigblogofgardening.com/bordeaux-mixture-and-copper-are-best-organic-fungicides/ [Accessed on 9/23/2019)

Khetmalas M. B. 2003. Management of downy mildew disease of cucumber during rainy season. Journal of Maharashtra Agricultural Universities. 28(3): 281-282.

McGrath, M. T. 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 2018].

Mirhosseini-Moghaddam, A., Irani, H., Nourouzi, R. and Zaker, M. 1992. Study of cucumber downy mildew bio ecology and control method.Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 1023106, 11pp. [In Persian with English Summary].

Mozaffari, H. 1998. Study of cucumber downy mildew causal agent, *Pseudoperonospora cubensis* life cycle and its control under Khouzestan province. M.Sc. Thesis, ShahidChamran University, 120 pp. [In Persian with English Summary].

Palti, J. and Cohen, Y. 1980. Downy mildew of cucurbits (*Pseudoperonospora cubensis*): The fungus and its hosts, distribution, epidemiology and control. Phytoparasitica. (8):109–147.

Pouzeshimiyab, B. and Fani, S. R. 2017. Evaluation of some current fungicides against downy mildew on greenhouse cucumber *(Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev.). Research in Plant Pathology. 4 (2): 1-12.

Pscheidt, J. W. and Ocamb, C. M. 1999. Pacific Northwest Plant Disease Control Handbook. Corvallis: Oregon State University, 3p.

Russell, P. 2005. A century of fungicide evolution. The Journal of Agricultural Science. 143(1): 11-25.

Sardouyi, Z., Jalyani, N. and SharifiTehrani, A. 1995. Evaluation of some fungicides for cucumber downy mildew control and identification of other hosts. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 74/244, 18pp. [In Persian with English Summary].

Shahriari, D., Nasr-Esfahani, M., Dahghani, A. 2013. Study of Infinito, Revus and Ridomil gold plus fungicides effects in control of cucumber downy mildew in greenhouse and undercovering. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 43578, 19pp. [In Persian with English Summary].

Sheikhi, A., Najafi, H., Abbasi, S., Saberfar, F., Rashid, M., Moradi, M. 2017. Guideline of Chemical and Organic Pesticides of Iran, Vol.1 and 2, Rahdan Press, Iran, 695 pp [In Persian].

Sherf, A. F. and Macnab, A. A. 1986. Vegetable diseases and their control. Wiley Interscience, New York. 728 pp.

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

Efficacy of Various Commercial brands of Bordeaux mixture in the Control of Downy Mildew of Greenhouse Cucumber, *Pseudoperonospora cubensis*

Seyed Reza Fani•1, Hossein Azimi [2] and Farid Beiki [2]

1. Plant Protection Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran, 2. Department of Plant Disease Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: Jul, 25, 2019 Accepted: Apr, 26, 2020

Abstract

Downy mildew disease caused by fungal-like *Pseudoperonospora cubensis* is one of the most destructive disease of cucumber cultivated in greenhouses. In the present study efficacy of four commercial brands of Bordeaux mixture in two doses of 4 and 5 ml/L as target fungicides and propamocarb hydrochloride + fluopicolide (Infinito® 68.75 SC) at the rate of 2ml/L and Cyazofamid (Ranman® SC 400) at the rate of 0.5 ml/L as standard fungicides in controlling of cucumber downy mildew disease were assessed. Experiments were carried out in Tehran and Mazandaran provinces in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 4 replications. Foliar applications of fungicides started once after the early symptoms appearance and followed up at 7-10 days intervals and were repeated for three times in Tehran and four times in Mazandaran provinces. The disease severity was assessed based on a scale described by Thomas *et al.* Data were analyzed using SAS software and the means were compared using Duncan's multiple range test. Comparison of the complex average percentage of disease severity in the provinces of Tehran and Mazandaran shows that Ranman fungicide (0.5 ml/L), Bordotex (5 ml/L) and Infinito (2 ml/L) show decrease in disease severity by 79.1, 75.8 and 72.8% respectively and were effective in controlling the disease compared with water spray treatment. Meanwhile the results reveal that Bordoxin (5 ml/L), Bordotex (4ml/L), Bordosafe (4 and 5 ml/L) and Bordofix (5 ml/L) showed 67.4, 65.3, 60.1, 62.2 and 59.2% efficacy in comparison with water spray control respectively and were ranked after the other three brands. Therefore it is concluded that doses of 4 and 5 ml/L of Bordotex and Bordosafe and the dose of 5 ml/L of Bordoxin and Bordofix are appropriate rates to control cucumber downy mildew disease.

Keywords: Chemical control, Cyazofamid, Fluopicolide, Propamocarb hydrochloride.

* **Corresponding author: Seyed Reza Fani**, Email: rezafani52@gmail.com