

نشریه علمی - ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۳، شماره ۴، سال ۱۳۹۳

امکان استفاده از مهارگرهای ارگانیک در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار

حسین عظیمی

عضو هیأت علمی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۹/۱۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۸

چکیده

عظیمی ح (۱۳۹۳) امکان استفاده از مهارگرهای ارگانیک در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار. نشریه علمی - ترویجی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی ۳ (۴): ۳۰۹ - ۲۹۷.

در این تحقیق اثر قارچ‌کش‌های ارگانیک بیکربنات پتاسیم (کالیبان SP ۸۵٪) و سی‌جی-تری (میلدیوکیور SL ۸۳٪) در کنترل سفیدک پودری خیار بررسی شد. نتایج نشان داد که کالیبان ۵، ۷ و ۱۰ در هزار به ترتیب با کاهش بیماری به مقدار ۳۴/۸، ۵۷/۲ و ۵۹/۶ درصد در مزرعه و ۵۵/۴، ۵۹/۵ و ۶۴ درصد در گلخانه نسبت به شاهد قادر به رقابت با قارچ‌کش مرجع دینوکاپ (کاراتان WP ۱۸٪/۲۵) ۲/۵ در هزار نبود. در تلفیق کالیبان با قارچ‌کش‌های آلی کروم کسیم متیل (استروبی WG ۵۰٪) و تتراکونازول (دومارک EC ۱۰٪) در شرایط گلخانه، نتایج نشان داد دو نوبت استفاده از کالیبان پس از دومارک و استروبی به عنوان سم‌پاشی‌های سوم و چهارم و یا دوم و چهارم به ترتیب بیماری را ۸۷/۹ و ۸۶/۴ درصد نسبت به شاهد کاهش می‌دهد. همچنین، سه نوبت استفاده از کالیبان پس از استروبی و یا دومارک بیماری را نسبت به شاهد به ترتیب ۷۵/۷ و ۷۴/۳ درصد کاهش داده است. در بررسی اثر میلدیوکیور به عنوان قارچ‌کش ارگانیک تماسی و محافظت‌کننده بر پایه مواد گیاهی، نتایج نشان داد که میلدیوکیور ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار بیماری را نسبت به شاهد به ترتیب ۴۹/۳، ۶۹/۲ و ۷۴/۳ درصد در مزرعه و ۶۹/۱۲، ۷۸/۵۷ و ۸۱/۸ درصد در گلخانه کاهش دادند. بر اساس این نتایج، در استفاده از میلدیوکیور میزان ۱۰ در هزار برترین گزینه به لحاظ ارجحیت‌های اقتصادی در مدیریت بیماری سفیدک پودری است.

واژه‌های کلیدی: بیکربنات پتاسیم، تتراکونازول، تری فلوکسی استروبین، سفیدک پودری، سی‌جی-تری، کروم کسیم متیل و مدیریت ارگانیک.

مقدمه

ارقام مقاوم کدوییان را دارند (۱۱). بهداد گونه غالب را در ایران *S. fuliginea* معرفی کرد، در حالی که بابای اهری و همکاران گونه‌ی غالب در آذربایجان شرقی را *G. cichoracearum* معرفی کرده‌اند (۱ و ۲).

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های عامل بیماری و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به موقع بیماری است. روش‌های زراعی مثل تناوب به دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدی بیمارگر و جوانه‌زنی آن‌ها در رطوبت نسبی پایین کارایی چندانی در کنترل بیماری ندارند و یا بی اثر هستند (۱۴). راهکارهای متکی بر استفاده از ارقام متحمل و مقاوم به بیماری، استفاده از ترکیبات غیر سمی برای میزبان مثل روغن‌های طبیعی و معدنی، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم که با مکانیسم‌های ناشناخته‌ای بروز بیماری را کاهش می‌دهند (۶)، قارچ کش‌های آلی، عوامل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی که موجب برانگیختن مقاومت سیستمیک اکتسابی می‌شوند، اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز می‌باشند (۹). امروزه، استفاده از مهارکننده‌های زیستی در تولید محصولات سالم و ارگانیک بسیار مورد توجه قرار گرفته است. مهارکننده‌های زیستی به سه گروه تقسیم می‌شوند. گروه اول شامل موادی مثل بیکربنات پتاسیم، دی‌اکسید هیدروژن، اسید فسفوریک، عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی

سفیدک پودری از بیماری‌های مهم محصولات جالیزی در دنیا و در ایران است. این بیماری در خیار، خربزه، طالبی، کدو و هندوانه در هر دو شرایط مزرعه و گلخانه دیده می‌شود. بیماری با کاهش فتوسنتز موجب کاهش رشد و از بین رفتن زود هنگام شاخ و برگ شده و از طریق کاهش تعداد و اندازه میوه و نیز از طریق کوتاه کردن دوره‌ی برداشت باعث بروز خسارت می‌گردد (۱۸). میوه‌های تولید شده از بوته‌های آلوده به بیماری، بدشکل می‌شوند و کیفیت بازار پسندی پایینی دارند (۱۴).

گونه‌های *Sphaerotheca fuliginea* Pollacci (Schltdl.) و *Erysiphe cichoracearum* DC. به عنوان عوامل این بیماری شناخته شده‌اند (۱۱). پیشرفت‌های سیستماتیک مولکولی منجر به تغییر نام این دو گونه به ترتیب به *Podospaera fuliginea* (Schltdl.) U. Braun & S. Takam. و *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta شده است (۷). بررسی‌ها نشان داده است که *P. fuliginea* در مناطق استوایی و نیمه استوایی و گلخانه‌ها گسترش بیشتری دارد، در حالی که پراکنش گونه‌ی *G. cichoracearum* در مناطق سرد و خنک و مزرعه بیشتر است (۱۲). علاوه بر این، نژادهای زیادی از گونه‌های عامل بیماری گزارش شده است که در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، توانایی ایجاد بیماری در بسیاری از

قارچ کش‌ها در کنترل بیماری‌های سفیدک پودری به دلیل ماهیت این بیماری‌ها که امکان تماس عامل بیماری با قارچ کش نسبت به بیماری‌های دیگر بیشتر فراهم می‌گردد، موفقیت‌آمیزتر بوده است (۱۳). علی‌رغم تأثیر متوسط بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری این ماده با نام‌های مختلف تجاری توسط سازمان حفاظت محیط زیست جهت استفاده در محصولات سالم و ارگانیک ثبت و توصیه شده است (۱۳).

عصاره‌ها و روغن‌های گیاهی با اسامی تجاری مختلف به‌عنوان قارچ کش‌های ارگانیک ثبت و معرفی شده‌اند. اکوای-ریس، جی‌سی-تری، ارگانوسید، سپوران، تریلوگی، رگالیا، اسپوراتک برای مهار بیماری‌های قارچی به‌خصوص سفیدک‌های پودری توصیه شده‌اند. میلیدیوکیور که همان GC-3 است قارچ‌کشی تماسی و محافظت‌کننده بر پایه مواد طبیعی گیاهی است. این قارچ‌کش دارای ۳۰ درصد روغن پنبه‌دانه، ۳۰ درصد روغن ذرت و ۲۳ درصد عصاره سیر است. میلیدیوکیور اثر کنترل‌کنندگی خوبی روی بیماری‌های سفیدک پودری به‌خصوص سفیدک پودری جالیز دارد (۱۶). در استفاده از این قارچ‌کش نیازی به رعایت فاصله بین دو سم‌پاشی و نیز فاصله آخرین سم‌پاشی تا برداشت نیست و محدودیتی در خصوص میزان باقیمانده آن در محصولات غذایی وجود ندارد. میلیدیوکیور با ایجاد مانع

هستند. گروه دوم میکروارگانیسم‌هایی هستند که از طریق متابولیت‌های خود به‌طور مستقیم یا غیر مستقیم عوامل بیماری‌زا را مهار می‌کنند. گروه سوم که کم‌تر شناخته شده هستند شامل مواد محافظتی همراه گیاه هستند که توسط گیاهانی که دستکاری ژنتیکی شده‌اند، تولید می‌شوند (۱۷). گروه اول که می‌توان آن‌ها را مهارکننده‌های ارگانیک نامید، در کنترل بیماری‌های محصولات جالیزی به‌خصوص بیماری سفیدک پودری بسیار مورد توجه قرار گرفته است.

نمک‌های بیکربنات (عمدتاً بیکربنات پتاسیم) به‌عنوان ماده اصلی، در ساخت قارچ‌کش‌هایی برای کنترل سفیدک‌های پودری مورد استفاده قرار می‌گیرند. زیو (۲۰) بیکربنات‌ها و پلیمرهای تشکیل‌دهنده لایه پوششی را روی شاخ و برگ کدوئیان آزمایش و آن‌ها را در کنترل بیماری سفیدک پودری مؤثر گزارش نموده است. بیکربنات پتاسیم از طریق برهم زدن تعادل یون‌های پتاسیم در دیواره سلولی باعث مرگ قارچ‌عامل بیماری می‌گردد (۱۳، ۱۹ و ۲۰). بیکربنات پتاسیم به‌صورت میکروکپسول بوده و به مقدار ۵-۱ کیلوگرم در هکتار استفاده می‌شود و در مقادیر بالاتر از پنج کیلوگرم در هکتار ممکن است خاصیت گیاه‌سوزی داشته باشد. کالی‌گرین، میل‌استاپ، آرمیکارب، رم‌دی، فرست‌استپ و کالیان قارچ‌کش‌هایی هستند که بر پایه بیکربنات پتاسیم ثبت و معرفی شده‌اند (۱۳، ۱۹ و ۲۰). استفاده از این

۱۰ در هزار کالیبان، میزان ۲/۵ در هزار دینوکاپ و شاهد بدون سم پاشی بودند.

آزمایش تلفیق کالیبان با قارچ کش‌های آلی
 آزمایش در شرایط گلخانه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نه تیمار و چهار تکرار طی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایش برنامه‌های مختلف سم پاشی با استفاده از قارچ کش‌های ثبت شده جدید شامل تتراکونازول (دومارک ME ۴۰٪)، کروزکسیم متیل (استروبی WG ۵۰٪) و بیکربنات پتاسیم (کالیبان SP ۸۳٪) بودند (جدول ۱).

فیزیکی از ورود عامل بیماری به بافت میزبان پیش‌گیری می‌نماید (۱۶).

این بررسی با هدف استفاده از مهار کننده‌های ارگانیک در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیارو جایگزینی آن‌ها با قارچ‌کش‌های آلی در فرآیند تولید محصولات سالم انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

آزمایش کالیبان

این آزمایش با پنج تیمار و چهار تکرار در شرایط مزرعه و گلخانه در سال ۱۳۸۷ در کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایشات میزان‌های ۵، ۷ و

جدول ۱- تیمارهای آزمایش تلفیق کالیبان با قارچ‌کش‌های آلی

تیمار	نوبت‌های سم پاشی *		
	سم پاشی اول	سم پاشی دوم	سم پاشی سوم
۱	استروبی ۰/۳ در هزار	دومارک ۰/۴ در هزار	استروبی ۰/۳ در هزار
۲	استروبی ۰/۳ در هزار	کالیبان ۵ در هزار	دومارک ۰/۴ در هزار
۳	دومارک ۰/۴ در هزار	کالیبان ۵ در هزار	استروبی ۰/۳ در هزار
۴	دومارک ۰/۴ در هزار	استروبی ۰/۳ در هزار	کالیبان ۵ در هزار
۵	استروبی ۰/۳ در هزار	کالیبان ۵ در هزار	کالیبان ۵ در هزار
۶	دومارک ۰/۴ در هزار	کالیبان ۵ در هزار	کالیبان ۵ در هزار
۷	تیوویت ۳ در هزار	تیوویت ۳ در هزار	تیوویت ۳ در هزار
۸	کالیبان ۵ در هزار	کالیبان ۵ در هزار	کالیبان ۵ در هزار
۹	عدم سم پاشی	عدم سم پاشی	عدم سم پاشی

* فاصله بین سم پاشی‌ها هفت روز بود.

آزمایش میلدیوکیور

سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در کرج اجرا شد. تیمارهای آزمایش میزان‌های ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار از قارچ‌کش سی‌جی-تری (میلدیوکیور SL ۸۳٪)،

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار در شرایط مزرعه و گلخانه طی

روز تا آلودگی تیمار شاهد به حداکثر آلودگی ممکن در مقیاس هورسفال و بارات ادامه یافت (۱۰، ۱۴ و ۱۵). ارزیابی کرت‌ها با ارزیابی سطوح فرضی قبل از هر سم‌پاشی انجام گرفت. برای ارزیابی کرت‌های آزمایشی شاخص شدت بیماری (DSI) برای هر سطح فرضی با توجه به درصد سطح پوشش بوته توسط بیماری (FPP) (۵) با اختصاص نمره ۷-۱ تخمین و نیز میانگین شدت بیماری برای هر سطح فرضی در هر نوبت ارزیابی به روش هورسفال و بارات (۱۰) مشخص شد (جدول ۲).

جدول ۲- گروه‌بندی شدت بیماری به روش هورسفال و بارات (۱۰)

گروه	درصد سطح پوشش بوته توسط بیماری	میانگین گروه
۱	۰	۰
۲	۰ < FPP < ۵	۲/۵
۳	۵ < FPP < ۱۰	۷/۵
۴	۱۰ < FPP < ۲۵	۱۷/۵
۵	۲۵ < FPP < ۵۰	۳۷/۵
۶	۵۰ < FPP < ۷۵	۶۲/۵
۷	۷۵ < FPP < ۱۰۰	۸۷/۵

محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری

برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش بیماری، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) با استفاده از میانگین شدت بیماری در ارزیابی‌های بین مرحله شروع تا توقف توسعه بیماری طبق فرمول کمپل و مدن محاسبه شد (۸).

میزان ۰/۲ در هزار قارچ کش تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت WG ۵۰٪) به عنوان قارچ کش مرجع و تیمار شاهد بدون سم‌پاشی بودند.

کشت مزرعه‌ای

بذر هیبرید خیار نسل اول از گروه بتا آلفا ($\alpha\beta$) که به بیماری سفیدک پودری حساس است در ردیف‌هایی به طول شش متر و عرض ۱/۵ متر با فاصله ۲۵ سانتی‌متر کشت شد. هر کرت آزمایشی واجد سه ردیف کاشت بود. آزمایشات گلخانه با بذر لاین L48 خیار که حساس به بیماری سفیدک پودری است با فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف‌های کاشت با فاصله ۷۵ سانتی‌متر در کف گلخانه کشت شد. هر کرت آزمایشی واجد ۱۰ بوته بود. مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، تنک کردن، تغذیه، وجین و مدیریت آفات مکنده شامل مگس‌های سفید، زنجره و تریپس به عمل آمد. بوته‌ها در مرحله شروع گل‌دهی با اسپورهای عامل بیماری که از روی کدو جمع‌آوری شده بود به روش تکاندن مایه‌زنی شدند. برای هر کرت آزمایشی ده سطح فرضی ۵۰ × ۵۰ سانتی‌متر به طور تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شد.

سم‌پاشی و ارزیابی کرت‌های آزمایشی

با مشاهده اولین علائم بیماری طبق روش پیشنهادی مک‌گرات سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش آغاز و هر هفت

نتایج و بحث

آزمایش کالیبان

تجزیه واریانس نتایج آخرین ارزیابی و مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری به ترتیب با $(F = 33/65, P < 0/0001)$ و $(F = 109/71, P < 0/0001)$ در شرایط مزرعه و $(F = 87/74, P < 0/0001)$ و $(F = 400/44, P < 0/0001)$ در شرایط گلخانه اختلاف معنی‌داری را در سطوح کم‌تر از ۰/۱ درصد در بین تیمارهای آزمایش نشان داد. مقایسه میانگین شدت بیماری در تیمارها و اثربخشی آن‌ها نشان داد که کالیبان در هر سه میزان مورد آزمایش قادر به رقابت با قارچ کش مرجع (دینوکاپ ۲/۵ در هزار) نبود (جدول ۳). نتایج نشان داد که در شرایط مزرعه کالیبان ۷ و ۱۰ در هزار دارای تأثیر یکسان هستند.

آزمایش تلفیق کالیبان با قارچ‌کش‌های آلی

تجزیه واریانس نتایج حاصل از ارزیابی تیمارها $(F = 43/41, P < 0/0001)$ اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها در سطوح کم‌تر از ۰/۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد استفاده از قارچ‌کش‌های استروپی و تراکونازول به تناوب و با فاصله سم‌پاشی هفت روزه برترین برنامه سم‌پاشی بوده و توانسته است بیماری را نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی به میزان ۹۴/۳ درصد کاهش دهد. در استفاده از قارچ‌کش کالیبان در برنامه سم‌پاشی، دو نوبت استفاده از این قارچ‌کش پس از قارچ‌کش‌های

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{i+1} + 1}{2} \right) (t_{i+1} - t_i)$$

در این فرمول n تعداد دفعات ارزیابی، i نوبت ارزیابی، y_i و t_i به ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی قبلی، y_{i+1} و t_{i+1} به ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی حاضر هستند.

محاسبه اثربخشی تیمارها

اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر برای داده‌ها محاسبه شد (۴).

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

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

داده‌های حاصل از هر نوبت ارزیابی متوالی پس از تبدیل به جذر، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و نیز نتایج حاصل از محاسبه اثربخشی تیمارها نسبت به شاهد با استفاده از نرم‌افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۳- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک پودری خیار در آزمایش کالیبان

آزمایش گلخانه		آزمایش مزرعه		تیمار
سطح زیر منحنی شدت بیماری		سطح زیر منحنی شدت بیماری		
درصد اثربخشی	میانگین	درصد اثربخشی	میانگین	
-	۱۳۵۷/۶a	-	۸۶/۲a	شاهد
۵۵/۴	۶۰۵/۵b	۲۶/۱	۶۳/۷b	کالیبان پنج درهزار
۵۹/۵	۵۴۹/۷c	۳۵/۱	۵۵/۹c	کالیبان هفت درهزار
۶۴/۰	۴۸۸/۹d	۴۵/۲	۴۷/۲d	کالیبان ۱۰ درهزار
۸۰/۱	۲۷۰/۷e	۷۳/۹	۲۲/۵e	دینوکاپ ۲/۵ درهزار

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

۷۵/۷ درصد و ۷۴/۳ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، بیماری را کاهش داد. هم‌چنین، استفاده از کالیبان به صورت تنها در سم‌پاشی‌ها با فاصله ۷ روز ۶۵/۷ درصد بیماری را نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، کاهش داد (جدول ۴).

آزمایش میلدیوکیور

تجزیه واریانس نتایج حاصل از آخرین ارزیابی و مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در شرایط مزرعه، به ترتیب با $F = ۱۷۸/۹$ ، $P < ۰/۰۰۰۱$ و $F = ۵۸۸/۰۹$ ، $P < ۰/۰۰۰۱$ و تجزیه واریانس نتایج حاصل از آخرین ارزیابی و مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در شرایط گلخانه به ترتیب با $F = ۸۷/۷۴$ ، $P < ۰/۰۰۰۱$ و $F = ۴۰۰/۴۴$ ، $P < ۰/۰۰۰۱$ اختلاف معنی‌داری را در سطوح کم‌تر از ۰/۱ درصد در بین تیمارهای آزمایش نشان دادند.

مقایسه میانگین تیمارها در آزمایش مزرعه

تتراکونازول و استروبی به عنوان سم‌پاشی‌های سوم و چهارم به فاصله هفت روز (تیمار شماره ۴) و یا به عنوان سم‌پاشی دوم و چهارم (تیمار شماره ۲) بهترین برنامه سم‌پاشی بوده و به ترتیب بیماری را ۸۷/۹ و ۸۶/۴ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی کاهش داد. مقدار اثر کالیبان در صورت استفاده به عنوان سم‌پاشی دوم و چهارم همراه با قارچ‌کش‌های استروبی و تتراکونازول با جابه‌جایی این دو قارچ‌کش فرق کرد، به طوری که با استفاده از قارچ‌کش استروبی در اولین سم‌پاشی (تیمار شماره ۲) بیماری ۸۷/۹ درصد و با استفاده از تتراکونازول به عنوان اولین سم‌پاشی (تیمار شماره ۳) بیماری ۷۲/۹ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، کاهش یافت. سه نوبت استفاده از کالیبان، به فاصله هفت روز از هم در برنامه سم‌پاشی، پس از سم‌پاشی با استروبی (تیمار شماره ۵) و یا با تتراکونازول (تیمار شماره ۶) به عنوان سم‌پاشی‌های دوم، سوم و چهارم به ترتیب

جدول ۴- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک پودری خیار در آزمایش تلفیق کالیبان با قارچ کش‌های آلی

میانگین شدت بیماری (درصد)	درصد اثربخشی	تیمار
۵/۰۰e	۹۴/۳	استروبی - تراکونازول - استروبی - تراکونازول
۱۰/۶۲d	۸۷/۹	تراکونازول - استروبی - کالیبان - کالیبان
۱۱/۸۷d	۸۶/۴	استروبی - کالیبان - تراکونازول - کالیبان
۲۱/۲۵c	۷۵/۷	استروبی - کالیبان - کالیبان - کالیبان
۲۲/۵۰c	۷۴/۳	تراکونازول - کالیبان - کالیبان - کالیبان
۲۳/۷۵bc	۷۲/۹	تراکونازول - کالیبان - استروبی - کالیبان
۲۷/۵۰bc	۶۸/۲	تیوویت - تیوویت - تیوویت - تیوویت
۳۰/۰۰b	۶۵/۷	کالیبان - کالیبان - کالیبان - کالیبان
۸۷/۵۰a	-	شاهد (بدون سم‌پاشی)

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

منحنی پیشرفت بیماری که تأثیر تیمارها را در یک دوره ۳۵ روزه و از آغاز شروع بیماری تا گسترش حداکثری آن در تیمار شاهد بدون سم‌پاشی نشان می‌دهد، میل‌دیوکیور ۷/۵، ۱۰، ۱۵ و فلینت ۰/۲ در هزار به ترتیب با میانگین ۸۳/۴۴، ۵۰/۵۸، ۴۲/۲۸ و ۲۸/۰۹ و با ۴۹/۳، ۶۹/۲، ۷۴/۳ و ۸۲/۹ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد در گروه‌های آماری جداگانه قرار گرفت (جدول ۵).

مقایسه میانگین تیمارها در آزمایش گلخانه نشان داد که تیمار میل‌دیوکیور ۷/۵ در هزار با میانگین وقوع بیماری ۲۱/۲۵ درصد و میل‌دیوکیور ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب با میانگین آلودگی ۱۴/۷۵ و ۱۲/۵ درصد و تیمار فلینت ۰/۲ در هزار با میانگین آلودگی ۸/۲۵ درصد در کنترل بیماری مؤثر بودند. این نتایج نشان می‌دهند که تیمارهای میل‌دیوکیور

نشان داد که میل‌دیوکیور ۷/۵ در هزار با میانگین ۴۲/۳۷ درصد و با ۴۹/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، در گروه آماری b قرار گرفته و کم‌ترین تأثیر را در کنترل بیماری داشت. تیمارهای میل‌دیوکیور ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب با میانگین آلودگی ۲۰/۰۶ و ۱۹/۵۶ درصد و به ترتیب با ۷۶/۲ و ۷۶/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، از نظر آماری تأثیر یکسان داشتند و در یک گروه آماری (گروه c) قرار گرفتند. بر اساس نتایج، تیمار فلینت ۰/۲ در هزار به عنوان قارچ‌کش مرجع با کم‌ترین میانگین آلودگی (۱۱/۳۱ درصد) و با ۸۶/۶ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد، بیشترین تأثیر را در کنترل بیماری داشته و در پایین‌ترین گروه آماری (گروه آماری c) قرار گرفت (جدول ۵). در بررسی نتایج حاصل از محاسبه سطح زیر

۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار به بیماری را به ترتیب ۶۹/۱، ۷۸/۶، ۸۱/۸ و ۸۸ درصد کاهش دهند (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک پودری خیار در آزمایش میلدیوکیور

بیمار	آزمایش مزرعه		آزمایش گلخانه	
	آخرین ارزیابی		سطح زیر منحنی شدت بیماری	
	میانگین شدت بیماری	درصد اثربخشی	میانگین شدت بیماری	درصد اثربخشی
شاهد (بدون سم پاشی)	۸۴/۳۷a	-	۱۶۴/۵۲a	-
میلدیوکیور ۷/۵ در هزار	۴۲/۳۷b	۴۹/۸	۸۳/۴۴b	۴۹/۱
میلدیوکیور ۱۰ در هزار	۲۰/۰۶c	۷۶/۲	۵۰/۵۸c	۷۸/۶
میلدیوکیور ۱۵ در هزار	۱۹/۵۶c	۷۶/۸	۴۲/۲۸d	۸۱/۸
فلینت ۰/۲ در هزار	۱۱/۳۱d	۸۶/۶	۲۸/۰۹e	۸۸/۰

میانگین‌هایی در هر ستون، که دارای حروف مشترک می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

زیست نیز هر چند به تعداد اندک، وجود دارند (۳). استفاده تازه‌خوری و برداشت تدریجی و تقریباً روزانه خیار اهمیت باقیمانده سموم آفت کش و از جمله سموم قارچ کش را در این محصول برجسته می‌سازد و ضرورت استفاده از قارچ کش‌های مؤثر سازگار با محیط زیست، و جایگزینی آن‌ها با قارچ کش‌های متداول را اجتناب ناپذیر می‌سازد. استفاده از مواد ارگانیک در مدیریت بیماری مثل روغن‌های طبیعی و معدنی، شیر گاو، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم که با مکانیسم‌های ناشناخته‌ای بروز بیماری را کاهش می‌دهند (۶) از نظر بهداشت غذایی و باقیمانده سموم حایز اهمیت است.

نتایج حاصل از مطالعات حاضر نشان دهنده پایین بودن اثر قارچ کش کالیبان در پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری جالیز به خصوص در

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های بیمارگر و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به موقع بیماری است. کاربرد قارچ کش‌ها که از اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز هستند، همواره با مشکل بروز مقاومت در عامل بیماری نسبت به قارچ کش‌های مورد استفاده همراه است که باید در ارائه روش‌های مدیریت بیماری قبل از بروز مقاومت مورد توجه قرار گیرد و تا حد ممکن ضرورت استفاده از قارچ کش‌هایی را که احتمال بروز مقاومت به آن‌ها زیاد است کاهش داد (۱۵). قارچ کش‌های متنوعی از گروه‌های شیمیایی مختلف برای مدیریت بیماری سفیدک پودری در کشور ثبت و معرفی شده است که در بین آن‌ها قارچ کش‌های آلی با مکانیسم‌های تأثیر متفاوت و قارچ کش‌های سازگار با محیط

پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار دارند. این نتایج با نتایج مک‌گرات (۱۶) که اثر GC-3 را در کنترل بیماری سفیدک جالیز ۷۷-۷۹ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی گزارش کرده، در انطباق است. هر چند فلینت ۰/۲ در هزار با ۸۶/۶ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد برترین تیمار آزمایشات است، ولی ارجحیت‌های میلدیوکیور به لحاظ سازگاری آن با محیط زیست، نداشتن مشکل باقیمانده سم در میوه برداشتی و عدم وجود مشکل بروز مقاومت در جمعیت‌های بیمارگر تفاوت حدود ده درصدی در مقدار کاهش بیماری بین این دو قارچ‌کش را کم‌رنگ‌تر می‌کند. استفاده از میلدیوکیور ۱۰ در هزار برترین گزینه به لحاظ ارجحیت‌های اقتصادی در مقایسه با میلدیوکیور ۱۵ در هزار در مدیریت بیماری سفیدک پودری در شرایط مزرعه‌ای است.

نتایج مطالعات نشان داد که در شرایط گلخانه‌ای میلدیوکیور ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب با ۶۹/۱، ۷۸/۶ و ۸۱/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد، تأثیر کافی و یکسان در کنترل و پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار دارند. این نتایج نشان می‌دهد که به لحاظ ارجحیت‌های اقتصادی میزان ۷/۵ در هزار میلدیوکیور برای مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار در شرایط گلخانه قابل توصیه است. نتایج اجرای پروژه با نتایج مک‌گرات (۱۶) که اثر میلدیوکیور را در کنترل بیماری سفیدک پودری در شرایط گلخانه‌ای

شرایط مزرعه‌ای است. این نتایج با نتایج مطالعات کوپر و همکاران منطبق است (۱۳). علی‌رغم تأثیر متوسط بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری این ماده با نام‌های مختلف تجاری توسط سازمان حفاظت محیط زیست EPA جهت استفاده در محصولات سالم و ارگانیک ثبت و توصیه شده است (۱۳).

قارچ‌کش‌های استروبی و دومارک از ترکیبات پیشرفته شیمیایی با نقطه اثر تخصصی هستند و استفاده بیش از یک نوبت از این قارچ‌کش‌ها در طول یک فصل زراعی به دلیل ریسک بالای بروز مقاومت‌ها مجاز نمی‌باشد. بنابراین، جایگزینی کالیبان در نوبت‌های سم‌پاشی بعدی و تکمیلی متعاقب اولین و یا دومین سم‌پاشی ضمن افزایش ضریب نفوذ استفاده از قارچ‌کش‌های معدنی سازگار با محیط زیست ریسک بروز مقاومت نسبت به قارچ‌کش‌های فوق را کاهش می‌دهد.

میلدیوکیور قارچ‌کشی تماسی و محافظت‌کننده بر پایه مواد گیاهی است که از ۳۰ درصد روغن پنبه‌دانه، ۳۰ درصد روغن ذرت، ۲۳ درصد عصاره سیر و ۱۷ درصد مواد همراه شامل اسید اولئیک، اسید لاریک و بیکربنات سدیم ساخته می‌شود. بررسی نتایج حاصل از اجرای پروژه در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که میلدیوکیور ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب با ۷۶/۲ و ۷۶/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، تأثیر یکسان در کنترل و

۹۰-۷۳ درصد گزارش کرده است، در انطباق می باشد.

هر چند قارچ کش فلینت با بیشترین کنترل بیماری نسبت به شاهد کمترین مقدار آلودگی را داشته است، ولی با توجه به این که استفاده مکرر از این قارچ کش آلی در مدیریت بیماری احتمال بروز جمعیت های مقاوم عامل بیماری را فراهم می سازد (۳، ۱۴، ۱۵) استفاده بیش از یک نوبت در طول یک فصل زراعی توصیه نمی گردد. قارچ کش میلدیوکیورقارچ کشی تماسی و محافظت کننده بر پایه مواد طبیعی گیاهی است که اثر سوء محیط زیستی ندارد. به طوری که در استفاده از این قارچ کش نیازی به رعایت فاصله بین دو سم پاشی و نیز فاصله آخرین سم پاشی تا برداشت نیست و محدودیتی در خصوص میزان باقیمانده آن در محصولات غذایی وجود ندارد.

توصیه ترویجی

• قارچ کش های ارگانیک آزمایش شده در این تحقیق شامل بیکرنات پتاسیم (کالیان) با میزان پنج در هزار و جی سی - تری (میلدیوکیور) با میزان هفت در هزار توانایی مهارعامل بیماری سفیدک پودری خیار را دارند. بنابراین، استفاده از آنها در برنامه های مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار در راستای تولید محصولات سالم تر توصیه می شود.

• مطالعات حاضر نشان می دهند که در کاربرد کالیان و میلدیوکیور، زمان شروع

سم پاشی ها و مقدار اولیه بیماری در شروع سم پاشی ها در موفقیت امر بسیار مهم است. نمک های پتاسیم از طریق افزایش pH در سطح برگ و نامساعد کردن محیط سطح برگ، از تندش اسپور عامل بیماری پیش گیری می کنند. بنابراین، در استفاده از این قارچ کش باید پوشش کامل روی سطوح برگ ایجاد نمود.

• نظر به این که امروزه قارچ کش های آلی و سیستمیک متعددی با قابلیت تأثیر کامل در پیش گیری از بیماری سفیدک پودری خالیز در دسترس هستند، استفاده تلفیقی از کالیان با این قارچ کش ها می تواند در کاهش دفعات استفاده از قارچ کش های با اثرات سوء زیست محیطی مفید باشد. به طوری که نتایج مطالعات تلفیق بیکرنات پتاسیم با قارچ کش های آلی استروبی و دومارک نشان می دهد که در این شرایط کالیان با میزان پنج در هزار اثر کنترل کنندگی کافی برای استفاده در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار را دارد. بر اساس نتایج حاصل، استفاده از کالیان به عنوان جزیی از رژیم سم پاشی در تلفیق با قارچ کش های آلی مورد آزمایش توصیه می گردد. در شرایط آلودگی سنگین، بهترین برنامه سم پاشی برای استفاده از این قارچ کش در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار برنامه سم پاشی دومارک - استروبی - کالیان - کالیان می باشد. در صورت متعادل بودن شرایط آب و هوایی می توان فقط یک نوبت سم پاشی را با یکی از قارچ کش های استروبی یا دومارک انجام داد و در بقیه

- سم‌پاشی‌ها کالیبان را جایگزین نمود.
- توصیه می‌شود برای تعیین زمان شروع سم‌پاشی از روش پیش‌آگاهی مک‌گرات که در آن بوته‌های کدو در اطراف مزارع پایش و با مشاهده اولین علائم شروع بیماری در این میزبان نسبت به سم‌پاشی مزارع خیار اقدام می‌شود استفاده شود.
- برای کنترل موفق بیماری سم‌پاشی باید هر ۷-۱۰ روز تکرار شود.
- توصیه می‌شود برای اخذ نتایج مطلوب در استفاده از قارچ‌کش‌های ارگانیک پوشش کاملی از قارچ‌کش در سطوح رویی و زیری برگ ایجاد شود.

منابع

- ۱- بابای‌اهری ا، خوش‌کلام م، ولیزاده م (۱۳۹۱) تعیین گونه و نژاد قارچ‌های عامل سفیدک سطحی خیار و کدو در مزارع جالیز استان آذربایجان شرقی. گیاه‌پزشکی (مجله علمی کشاورزی). ۳۵ (۱): ۶۸-۵۵
- ۲- بهداد ا (۱۳۵۹) بیماری‌های گیاهان زراعی ایران (تألیف). چاپ نشاط اصفهان، ۴۲۴ صفحه
- ۳- عظیمی ح (۱۳۹۱) اثر تلفیق قارچ‌کش‌های کروم‌کسیم متیل و تتراکونازول با بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز در شرایط گلخانه‌ای. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی. ۱ (۱): ۵۷-۶۵
- ۴- عظیمی ح (۱۳۹۳) اثر کلروتالونیل و فاموکسادون + سیموکسانیل در کنترل بیماری لکه‌موجی گوجه‌فرنگی در شرایط مزرعه. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۳ (۱): ۴۸-۳۵
5. Ahmed SM (2010) Effects of salicylic acid, ascorbic acid and two fungicides in control of early blight disease and some physiological components of two varieties of potatoes. J. Agri. Res. 36 (2): 220-237
6. Belanger R, Labbe C (2002) Control of powdery mildew without chemicals: prophylactic and biological alternatives for horticultural crops. Pp 256-267. In: Belanger R, Bushnell WR, Dik AJ, Carver TLW (eds.) The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise, The American Phytopathological Society, Minnesota, USA
7. Braun U, Cook RT, Inman AJ, Shin HD (2002) The taxonomy of the powdery mildew fungi. pp 13-25. In: Belanger R, Bushnell WR, Dik AJ, Carver TLW (eds.) The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA . Pp 13-25
8. Campbell CL, Madden LV (1990) Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons. New York. USA. 532 pp
9. Hector G, Palenius N, Hopkins D, Cantiffe DJ (2006) Powdery mildew of Cucurbits in Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu/hs321> [Accessed on March 1, 2014]

10. **Horsfall JG, Barratt RW (1945)** An improved grading system for measuring plant disease. *Phytopathology* 35: 655 (Abstract)
11. **Jahn M, Munger HM, McCreight JD (2002)** Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. Pp. 239-248. In: Belanger R, Bushnell WR, Dik AJ, Carver TLW (eds.) *The Powdery Mildews. A Comprehensive Treatise*, The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA
12. **Kiristakova E, Lebeda A, Sedlkova B (2009)** Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in the Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. *Phytoparasitica* 37 (4): 337-350
13. **Kuepper G, Thomas R, Earles R (2001)** Use of baking soda as a fungicide. horticulture technical note. 4 pp. <https://attra.ncat.org/attra-pub/summaries/summary.php?pub=126> (Accessed on November 12, 2014)
14. **McGrath MT (1997)** Powdery mildew of cucurbits fact sheet. Department of Plant Pathology, Cornell University, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Riverhead, USA, pp. 730-732 http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Cucurbits_PM.htm (Accessed on November 12, 2014)
15. **Mc Grath MT (2005a)** Guidelines for managing cucurbit powdery mildew with fungicides. Department of Plant Pathology, Cornell University. Long Island Horticultural Research and Extension Center, Riverhead, USA http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cuc_PM_Update.htm (Accessed on November 12, 2014)
16. **Mc Grath MT (2005b)** Botanical oils and other products for managing powdery mildew in organically-produced cucurbits. *Phytopathology* 95 (6)
17. **Mc Grath MT, Vallad G, Gardener BMS (2010)** Bio-pesticides for plant disease management in organic farming. Americans Research-based Learning Network. http://www.extension.org/pages/29380/biopesticides-for-plant-disease-management-in-organic-farming/print/#.VGNCTe_Lah0 (Accessed on November 12, 2014)
18. **Mossler MA, Nesheim ON (2005)** Florida crop/pest management profile: squash electronic data information source of UF/IFAS extension (EDIS). CIR 1265. <http://edis.ifas.ufl.edu/pi046> (Accessed on November 12, 2014)
19. **Zitter TA, Hopkins DL, Thomas CE (1996)** Compendium of cucurbit diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 120 pp
20. **Ziv O, Zitter TA (1992)** Effects of bicarbonates and film-forming polymers on cucurbit foliar diseases. *Plant Dis.* 26(5): 513-517