تاثیر قارچ‌کش میلدیوکیور در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار

Effect of Mildew cure fungicide in controlling the cucumber powdery mildew disease

حسین عظیمـــی[۱] و داریوش شهریاری[۲]

دریافت: ۱۳۹۲/۱۰/۵ پذیرش: ۱۳۹۳/۲/۸

چکیده

سفیدک پودری جالیز از مهم‌ترین بیماری‌های گیاهان خانواده کدوئیان بوده و در بیش‌تر نقاط جهان از اهمیت بالایی برخوردار است. برای ثبت قارچ‌کش‌های جدید سازگار با محیط زیست و با هدف ایجاد تنوع در قارچ‌کش‌های در دسترس، اثر میلدیوکیور (قارچ‌کش ارگانیک بر پایه مواد طبیعی گیاهی) در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار طی آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار در شرایط مزرعه و گلخانه در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در کرج بررسی شد. تیمارهای آزمایش دوزهای ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار از قارچ‌کش میلدیوکیور، دوز ۰/۲ درهزار قارچ‌کش تری‌فلوکسی استروبین به عنوان قارچ‌کش مرجع و تیمار شاهد بدون سم‌پاشی بودند. سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با فاصله هفت روز و با مشاهده اولین علائم آلودگی به بیماری شروع و تا رسیدن شدت بیماری در تیمار شاهد به حداکثر ممکن در سیستم گروه‌بندی هورسفال و بارات ادامه یافت. ارزیابی کرت‌های آزمایشی با قرار دادن هر کدام از سطوح فرضی در یکی از گروه‌های تعریف شده بر اساس الگوی اصلاح شده هورسفال و بارات انجام و میانه سطوح فرضی برای هر کرت آزمایشی محاسبه گردید. تجزیه واریانس داده‌های آزمایش‌ها اختلاف معنی-داری را بین تیمارها در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد نشان داد. مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که قارچ‌کش میلدیوکیور ۱۰ در هزار با ۷۶/۲ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی در مزرعه و میلدیوکیور ۷/۵ در هزار با ۹۰ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی در گلخانه در مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار قابل توصیه هستند.

واژگان کلیدی: تری‌فلوکسی‌استروبین، تولیدات طبیعی گیاهی، فلینت، قارچ‌کش ارگانیک، مدیریت بیماری.

۱- مربی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، آزمایشگاه تحقیقات گیاهپزشکی کرج

۲- استادیار، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین
نویسنده مسئول مکاتبات: hazimi61@yahoo.com

مقدمه

سفیدک پودری جالیز از مهم‌ترین بیماری‌های گیاهان خانواده کدوئیان بوده و در بیش‌تر نقاط جهان در شرایط مزرعه و گلخانه از اهمیت بالایی برخوردار است (Hector *et al.*, 2006). بیماری از طریق کاهش تعداد و اندازه میوه و نیز از طریق کوتاه کردن دوره برداشت باعث بروز خسارت می‌گردد (Mossler and Nesheim, 2005). میوه‌های تولید شده از بوته‌هایی که برگ آن‌ها آلوده به بیماری سفیدک پودری است بدشکل بوده وکیفیت بازارپسندی پایینی دارند (McGrath, 2011). دیک و آلباجه (Dik and Albajes, 1999) ارتباط خطی منفی بین شدت آلودگی و محصول تولیدی را ارائه نموده‌اند. گونه‌های *Sphaerotheca fuliginea* (Schltdl.) Pollacci و *Erysiphe cichoracearum* DC. به عنوان عوامل بیماری شناخته شده‌اند (بهداد، ۱۳۵۹؛ Kriskova *et al.*, 2009؛ Jahn *et al.*, 2002؛ Lebeda, 1983).

تا سال ۱۹۵۸ گونه *E. cichoracearum* به‌عنوان عامل اولیه بیماری در اکثر نقاط دنیا محسوب می‌گردید ولی امروزه گونه *S. fuliginea* گسترش بیش‌تری داشته و از قدرت تهاجم بیش‌تری نسبت به گونه‌های دیگر برخوردار است (McGrath, 2011). گونه *E. cichoracearum* درجه حرارت بهینه پایین‌تری نسبت به گونه دیگر از نظر سرعت رشد دارد، بنابراین در فصل بهار و نیز اوایل تابستان‌های خنک، بیش‌تر به‌عنوان عامل بیماری شناخته می‌شود، درحالی‌که *S. fuliginea* در ماه‌های گرم با سرعت بیش‌تری گسترش می‌یابد (McGrath, 2011). شرایط بهینه برای گسترش بیماری دمای ۲۹-۲۴ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۵ - ۸۰ درصد است. هم‌چنین تابش مستقیم آفتاب در کاهش شدت بیماری موثر است (Hector *et al.*, 2006). کنیدی گونه‌های عامل بیماری به سختی از هم قابل تشخیص بوده و کلیستوتیس (مرحله جنسی) آن‌ها نیز به‌ندرت مشاهده می‌شود. تفاوت این دو گونه تا دهه ۱۹۶۰ شناخته نشده بود به‌طوری‌که این گونه‌ها همیشه کاملا قابل تشخیص از هم نیستند (McGrath and Thomas, 1996). علاوه بر این نژادهای زیادی از گونه‌های عامل بیماری گزارش گردیده است که در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، توانایی ایجاد بیماری در بسیاری از ارقام مقاوم و متحمل کدوئیان را دارند (Jahn *et al.*, 2002). بهداد (۱۳۵۹) گونه غالب را در ایران *S. fuliginea* معرفی می‌کند در حالی‌که بابای‌اهری و همکاران (۱۳۹۱) گونه‌ی غالب در آذربایجان شرقی را *G. cichoracearum* معرفی کرده‌اند. جمالی‌زواره (۱۳۸۳) تشکیل مرحله تلئومورف عامل بیماری را روی رقم سوپر دومینوس در شرایط گلخانه‌ای در کرج گزارش کرده است. روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های عامل بیماری و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به‌موقع بیماری است. روش‌های زراعی مثل تناوب به‌دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدی بیمارگر و جوانه‌زنی آن‌ها در رطوبت نسبی پایین کارایی چندانی در کنترل بیماری نداشته و یا بی‌اثر است. راه‌کارهای متکی بر استفاده از ارقام متحمل و مقاوم به بیماری، استفاده از ترکیبات غیرسمی برای میزبان مثل روغن‌های طبیعی و معدنی، شیر گاو (Bettiol, 1999)، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم که با مکانیسم‌های ناشناخته‌ای بروز بیماری را کاهش می‌دهند (Bélanger and Labbe, 2002)، قارچ‌کش‌ها، عوامل بیولوژیک و فرآورده‌های آن‌ها و ترکیبات شیمیایی که موجب برانگیختن مقاومت سیستمیک اکتسابی (Systemic Acquired Resistance) می‌شوند اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز می‌باشند (Hector *et al.*, 2006). کاربرد قارچ‌کش‌ها که از اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز هستند همواره با مشکل بروز مقاومت در عامل بیماری نسبت به قارچ‌کش‌های مورد استفاده همراه است که باید در ارائه روش‌های مدیریت بیماری قبل از بروز مقاومت‌ها مورد توجه قرار گرفته و تا حد ممکن ضرورت استفاده از قارچ‌کش‌هایی که احتمال بروز مقاومت به آن‌ها زیاد است را کاهش داد (McGrath, 2005a). قارچ‌کش‌های متنوعی برای مبارزه با بیماری‌های سفیدک پودری معرفی و ثبت گردیده است. قارچ‌کش‌های غیرسیستمیک مثل ترکیبات گوگردی و مسی دارای اثر نسبی در کنترل بیماری سفیدک پودری هستند. گوگرد یکی از قارچ‌کش‌های طبیعی است که

سالیان طولانی برای مبارزه با طیف وسیعی از بیماری‌های سفیدک پودری مورد استفاده قرار گرفته است (Hector *et al.*, 2006). بر اساس گزارش موسلر و نشیم (Mossler and Nesheim, 2005) ترکیبات گوگردی دارای اثر کامل در کنترل بیماری سفیدک پودری به‌خصوص روی میزبان کدو نیستند. هم‌چنین بعضی از گونه‌های کدوئیان مثل طالبی به ترکیبات گوگردی حساس هستند (Hector *et al.*, 2006). قارچ‌کش‌های تولید شده با پایه نمک‌های مسی مثل Kocide® و Microcop® دارای اثر سمی کم‌تری نسبت به قارچ‌کش‌های گوگردی هستند (Zitter *et al.*, 1996). با توجه به این‌که بیماری سفیدک پودری که در هر دو سطح رویی و زیرین برگ میزبان گسترش می‌یابد برای پیش‌گیری از بروز مقاومت، کنترل بیماری در سطح زیرین برگ و به‌خصوص در برگ‌های پایینی ضرورت دارد که قارچ‌کش‌های تماسی و غیرسیستمیک فاقد این توانایی هستند (McGrath, 2005a). استفاده از قارچ‌کش‌های سیستمیک مثل تیوفانات‌متیل (Topsin® M WP 70%)، میکوبوتانیل (Nova® W 40%) و یا قارچ‌کش‌هایی که خاصیت حرکت بین سلولی دارند مثل تری‌فلوکسی استروبین (Flint® WG 50%)، آزوکسی استروبین (Amistar® SC 250)، پیراکلو استروبین (Cabrio® EG 20%) در مدیریت سفیدک پودری جالیز برای اجتناب از این مشکل توصیه می‌شوند (McGrath, 2005a). قارچ‌کش‌هایی که دارای مکانیسم‌های تاثیر چند گانه هستند مثل سولفور (Microthiol® Disperss® W 80%)، سولفور میکرونیزه (Micro Sulf® W 80%)، بیکربنات پتاسیم (Armicarb® SP 85%)، مونوپتاسم فسفات (Nutrol® L 80%)، روغن‌های معدنی مثل روغن پارافین (Ultra-Fine® JMS Stylet-oil® و SunSpray®) و ماده بیولوژیک بر مبنای *Ampelomyces quisqualis* Ces. (AQ10) برای کنترل سفیدک پودری جالیز ثبت گردیده‌اند (McGrath and Zitter, 2000). در ایران قارچ‌کش‌های متعددی از گروه‌های معدنی و آلی برای استفاده در پیش‌گیری و کنترل بیماری سفیدک پودری خیار شامل تری‌فلوکسی استروبین (Flint® WG 50%)، آزوکسی استروبین + دیفنوکونازول (Ortiva top® SC 32.5%)، کروزکسیم‌متیل (Stroby® WG 50%)، تتراکونازول (Domark® EC 10%)، سولفور (Sulfolac® WP 80%)، ایمنوکتادین‌تریس (Belkute® WP 40%)، بیکربنات پتاسیم (کالیبان® SP 80%) آزمایش و ثبت شده‌اند (شیخی و همکاران، ۱۳۹۴). عظیمی (۱۳۹۲) اثر بیکربنات پتاسیم (کالیبان) را در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار در شرایط مزرعه و گلخانه بررسی و استفاده از آن را با دوز ۷ در هزار در کشت‌های مزرعه و ۵ درهزار در کشت‌های گلخانه‌ای توصیه کرد. عظیمی (۱۳۹۱) در مطالعه دیگری امکان تلفیق کروزکسیم متیل و تتراکونازول را با بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار بررسی و آن‌را در گسترش استفاده از قارچ‌کش‌های سازگار با محیط زیست موثر دانست. عصاره‌ها یا فرآوره‌های گیاهی نیز با اثر ضد میکروبی از طریق تاثیر مستقیم (Ansari, 1995) و یا از طریق تحریک مکانیسم‌های دفاعی گیاه، از جمله عواملی هستند که در کنترل بیماری سفیدک‌های پودری استفاده می‌شوند (Schneider and Ullrich, 1994). قارچ‌کش‌هایی با پایه روغن‌های گیاهی ساخته شده‌اند که به عنوان قارچ‌کش‌های سازگار با محیط زیست از طرف سازمان محیط زیست آمریکا EPA و انستیتو بررسی تولیدات ارگانیک OMRI پذیرفته شده‌اند. مک‌گرات (McGrath, 2005b) اثر شش قارچ‌کش با پایه روغن‌های گیاهی شامل روغن پنبه‌دانه + روغن ذرت + عصاره سیر (GC-3)، روغن کنجد (Organocide™)، روغن ژوژوبا (Eco E-Rase™)، روغن رزماری (Sporan™) و عصاره چریش (Trilogy®) را در کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز آزمایش و برخی از آن‌ها را موثر معرفی نمود. اثر روغن سیاه دانه (*Nigella sativa* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) در پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار به ترتیب ۸۵/۱۹ و ۶۴/۲۳ درصد گزارش شده است (Hafez, 2008). در بررسی انجام شده در چین، تنگ و همکاران (Tang *et al.*, 2003) اثر عصاره ریواس (*Rheum palmarum* L.) را در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار ۹۰/۱۴ درصد ارزیابی کردند. لیو و همکاران (Liu *et al.*, 2010) اثر عصاره ۲۲ گونه‌ی گیاهی از چین را در بازدارندگی از بیماری سفیدک پودری خیار بررسی و عصاره فرفیون (*Euphorbia humifusa* Willd) و اقاقیای سفید (*Robinia pseudoacacia* L.)، *Photinia serrulata* Lindl و *Cucurbita moschata* (Duch.) Poiret را در کنترل سفیدک پودری خیار موثر گزارش کرده‌اند. کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2004) عصاره گیاه *Achyranthes japonica* (Miq.) Nakai و ترشک (*Rumex crispus* L.) را

در کنترل سفیدک پودری خیار موثر گزارش کرده‌اند. سیروس و جمالی‌زواره (۱۳۹۳) عصاره کلم، کرفس و تربچه را در پیش‌گیری سفیدک پودری خیار در آزمایش‌های گلخانه‌ای بررسی و آن‌ها را موثر ارزیابی کردند. جمالی‌زواره و شریفی‌تهرانی (۱۳۸۴) اثر عصاره برگ گیاه *Reynoutria sachalinensis* (F. Schmidt) Nakai را بر واکنش‌های دفاعی بوته خیار مایه‌زنی شده با بیمارگر سفیدک پودری کدوئیان بررسی و نشان دادند که عصاره *R. sachalinensis* دارای ترکیبات موثر برای القاء مقاومت در برابر سفیدک پودری خیار است و می‌تواند بیماری سفیدک پودری را ۹۵ درصد نسبت به شاهد کنترل کند.

میلدیوکیور (Mildew cure® L. 83%) که همان GC-3 است قارچ‌کشی تماسی و محافظت کننده بر پایه مواد طبیعی گیاهی است. این قارچ‌کش دارای ۳۰ درصد روغن پنبه دانه، ۳۰ درصد روغن ذرت و ۲۳ درصد عصاره سیر است. میلدیوکیور اثر کنترل کنندگی خوبی روی بیماری‌های سفیدک پودری محصولات مختلف و گیاهان زینتی و نیز سفیدک پودری جالیز دارد (McGrath, 2005b). 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 (McGrath, 2005b). میلدیوکیور با ایجاد موانع فیزیکی از ورود عامل بیماری سفیدک پودری به بافت میزبان پیش‌گیری می‌نماید. این قارچ‌کش در صورت اختلاط با مواد پخش کننده اثر کنترل کنندگی بهتری دارد، هم‌چنین در صورت اختلاط با مواد تغذیه گیاهی جذب این مواد را افزایش می‌دهد. سم‌پاشی با میلدیوکیور بایستی قبل از بروز علائم بیماری شروع شده و با توجه به شدت بیماری تکرار گردد (McGrath, 2005b). هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر قارچ‌کش ارگانیک میلدیوکیور در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار در مزرعه و گلخانه بود.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های مزرعه و گلخانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار (جدول ۱) در چهار تکرار طی سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ اجرا شد.

جدول ۱- تیمارهای آزمایش

Table 1. Experimental treatments

شماره No.	تیمار Treatments
1	Mildew Cure L. 83% 7.5 $ml l^{-1}$
2	Mildew Cure L. 83% 10 $ml l^{-1}$*
3	Mildew Cure L. 83% 15 $ml l^{-1}$
4	Flint WG 50%** 0.2 $ml l^{-1}$
5	Control

*Registered dose, ** As standard fungicide

آزمایش مزرعه

برای انجام آزمایش، کرت‌های آزمایشی به طول شش متر با سه ردیف کاشت به عرض ۱/۵ متر و فاصله ۷۵ سانتی‌متر تهیه و بذر پیش‌جوانه‌زده رقم بیت‌آلفا که حساس به بیماری سفیدک پودری است (عظیمی، ۱۳۹۱) روی ردیف با فاصله ۲۵ سانتی‌متر کاشته شد. مراقبت‌های لازم شامل آبیاری، تغذیه و وجین به‌عمل آمد. بوته‌ها در مرحله شروع گل‌دهی با اسپورهای عامل بیماری (*E. cichoracearum*) که روی کدو تکثیر شده بود به روش تکاندن برگ‌های آلوده روی بوته‌ها مایه‌زنی شدند. با مشاهده اولین علائم آلودگی طبق روش پیشنهادی مک‌گرات (McGrath, 2005a؛ McGrath, 2011) ارزیابی و سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش آغاز و هر هفت روز تا آلودگی تیمار شاهد به حداکثر آلودگی ممکن در روش گروه‌بندی هورسفال و بارات ادامه یافت. ارزیابی

کرت‌های آزمایشی قبل از هر نوبت سم‌پاشی انجام شد. برای ارزیابی هر کرت، ده سطح فرضی ۰/۵ متر در ۰/۵ متر به‌طور تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شد. شاخص شدت بیماری (Disease Severity Index) برای هر سطح فرضی با توجه به درصد سطح پوشش بوته توسط بیماری (Foliage Protection Percentage) (Ahmed, 2010) با اختصاص نمره ۷-۱ تخمین و نیز میانه شدت بیماری (H-B midpoint) برای هر سطح فرضی در هر نوبت ارزیابی به‌روش هورسفال و بارات (Horsfall and Barratt, 1945) مشخص شد (جدول ۲).

شکل ۱ الگویی برای برآورد شدت وقوع بیماری است که برای آزمایش‌های گلخانه‌ای تهیه شده است (عظیمی، ۱۳۹۱). این شکل می‌تواند با تعمیم به سطوح فرضی به عنوان الگویی برای آزمایش‌های مزرعه‌ای نیز استفاده گردد.

شکل ۱- الگوی مورد استفاده برای گروه‌بندی شدت بیماری سفیدک پودری خیار به روش اصلاح شده هورسفال و بارات (Horsfall and Barratt, 1945)

Fig. 1. Horsfall and Barratt (1945) modified scale for disease severity assessment of cucumber powdery mildew

میانگین داده‌های حاصل از ارزیابی سطوح فرضی کرت‌های آزمایشی در هر نوبت ارزیابی محاسبه شد. برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش اپیدمی بیماری، مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری با استفاده از میانگین شدت بیماری ارزیابی‌ها طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Campbell and Madden, 1990).

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

در این فرمول n تعداد دفعات ارزیابی، i نوبت ارزیابی، y_i و t_i به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی قبلی، y_{i+1} و t_{i+1} به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی حاضر هستند. داده‌های حاصل از هر نوبت ارزیابی و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری سال‌های اجرای آزمایش با استفاده از نرم افزار SAS در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس مرکب و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن انجام شد.

آزمایش گلخانه

به‌این منظور بذر رقم سلطان قبل از کاشت خیسانده شد و روی ردیف‌های کاشت با فاصله ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها ۲۵ سانتی‌متر کاشته شد. هر کرت آزمایشی دارای دو ردیف کاشت به‌طول دو متر بود. بوته‌ها به‌طور عمودی هدایت و آبیاری و تغذیه بوته‌ها و نیز مراقبت-های ضروری انجام شد. مایه‌زنی بوته‌ها با عامل بیماری در مرحله چهار

برگی به روش تکاندن برگ‌های آلوده جمع‌آوری شده از مزرعه انجام شد. سم‌پاشی بوته‌ها با مشاهده اولین علائم بیماری آغاز و با فاصله هفت روز تا رسیدن آلودگی تیمار شاهد بدون سم‌پاشی به حداکثر آلودگی ممکن (گروه هفت در روش گروه‌بندی هورسفال و بارات) ادامه یافت.

برای ارزیابی کرت‌های آزمایشی چهار بوته برای هر کرت به‌طور تصادفی انتخاب و شماره‌گذاری شدند. در هر کدام از بوته‌ها برگی را که بیش‌ترین مقدار آلودگی به بیماری را داشت انتخاب و بر اساس سطح پوشش برگ با عامل بیماری نسبت به کل سطح برگ (Foliage Protection Percent) و به صورت نظری در یکی از گروه‌های تعریف شده در روش گروه‌بندی هورسفال و بارات (جدول ۲) قرار گرفت. بر اساس همین جدول میانه گروه هورسفال و بارات (H-B midpoint) برای هر سطح فرضی مشخص شد. میانگین نتایج حاصل از ارزیابی چهار بوته محاسبه و نتایج دو سال در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با نرم افزار SAS تجزیه مرکب و مقایسه میانگین‌ها به‌طریق دانکن انجام شد.

جدول ۲- برآورد شدت بیماری سفیدک پودری خیار با روش اصلاح شده هورسفال و بارات (Horsfall and Barratt, 1945)

Table 2. Estimated disease severity of cucumber powdery mildew by modified Horsfall and Barratt (1945) scale

شاخص ارزیابی Index Rating	درصد آلودگی Infected %	میانگین شاخص H-B midpoint
1	0	0
2	0< FPP <5	2.5
3	5< FPP <10	7.5
4	10< FPP <25	17.5
5	25< FPP <50	37.5
6	50< FPP <75	62.5
7	75< FPP <100	87.5

نتایج

آزمایش‌های مزرعه‌ای

تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی تیمارها قبل از هر نوبت سم‌پاشی و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری اختلاف معنی‌داری را در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد در بین تیمارهای آزمایش نشان داد (جدول ۳). ارزیابی اول که با مشاهده علائم شروع بیماری و قبل از سم‌پاشی اول انجام شد، برای ایجاد امکان محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری و امکان رسم منحنی‌های پیشرفت بیماری است و نباید از آن برای نتیجه‌گیری استفاده شود. با توجه به این‌که استفاده از نتایج ارزیابی هفت روز پس از آخرین سم‌پاشی و مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری مطمئن‌ترین برداشت را از نتایج آزمایش‌ها فراهم می‌کند، از این دو معیار برای ارزیابی اثر تیمارها استفاده گردید.

مقایسه میانگین تیمارها در ارزیابی هفت روز پس از آخرین سم‌پاشی نشان داد که تیمار میلدیوکیور ۷/۵ در هزار با میانگین شدت بیماری ۴۲/۴ درصد و با ۴۹/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی کم‌ترین تاثیر را در کنترل بیماری داشت. تیمارهای میلدیوکیور ۱۰ و ۱۵ در هزار به‌ترتیب با میانگین شدت بیماری ۲۰/۱ و ۱۹/۶ درصد و با ۷۶/۲ و ۷۶/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی از نظر آماری تاثیر یکسان داشتند. (جدول ۴) بر اساس نتایج همین ارزیابی قارچ‌کش فلینت ۰/۲ در هزار به‌عنوان قارچ‌کش مرجع با کم‌ترین میانگین آلودگی (۱۱/۳ درصد) و با ۸۶/۶ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بیش‌ترین تاثیر را در کنترل بیماری داشت (جدول ۴). در بررسی نتایج حاصل از محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری که تاثیر 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 درهزار به‌ترتیب با میانگین ۸۳/۴، ۵۰/۶، ۴۲/۳ و ۲۸/۱ و با ۴۹/۳ ، ۶۹/۲، ۷۴/۳ و ۸۲/۹ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۴).

آزمایش‌های گلخانه‌ای

تجزیه واریانس مرکب آزمایش‌های دو سال در شرایط گلخانه تفاوت معنی‌داری را بین تیمارهای آزمایش در سطوح احتمال ۱ و ۵ درصد نشـان داد (جدول ۳). نظر به این‌که اثر سال و نیز اثر متقـابل سال و تیمـار در آزمایش‌های دو سال معنی‌دار شد، نتایج دو سال اجرای آزمایش در شرایط گلخانه‌ای به‌صورت جدا تجزیه واریانس شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی آزمایش‌ها هفت روز پس از آخرین سم‌پاشی در سال اول و دوم نشان داد که بین تیمارها در هر دو سال اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت. مقایسه میانگین تیمارها در سال اول نشان داد که تیمار میلدیوکیور ۷/۵ درهزار با میانگین وقوع بیماری ۲۱/۲۵ درصد و میلدیوکیور ۱۰ و ۱۵ در هزار به‌ترتیب با میانگین آلودگی ۱۴/۷ و ۱۲/۵ درصد و تیمار فلینت ۰/۲ در هزار با میانگین آلودگی ۸/۲ درصد در کنترل بیمـاری موثر بودند. این نتایج نشان داد که تیمـارهای میلـدیوکیـور ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هـزار و فلینت ۰/۲ در هزار به‌ترتیب توانستند نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی بیماری را ۶۹/۱، ۷۸/۶، ۸۱/۸ و ۸۸ درصد کاهش دهند (جدول ۵). مقایسه میانگین تیمارها در سال دوم نیز نشان داد که تیمارهای میلدیوکیور ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ و فلینت ۰/۲ در هزار به‌ترتیب با میانگین شدت بیماری ۷/۸، ۶/۹، ۵/۶ و ۱/۹ درصد و با کاهش بیماری، به‌مقدار ۹۰، ۹۱/۲، ۹۲/۸ و ۹۷/۶ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی اختلاف معنی‌داری داشتند (جدول ۵).

بحث

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های بیمارگر و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به‌موقع بیماری است. کاربرد قارچ‌کش‌ها که از اجزای اصلی مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز هستند همواره با مشکل بروز مقاومت در عامل بیماری نسبت به قارچ‌کش‌های مورد استفاده همراه است که باید در ارائه روش‌های مدیریت بیماری قبل از بروز مقاومت‌ها مورد توجه قرار گرفته و تا حد ممکن ضرورت استفـاده از قارچ‌کش‌هایی که احتمـال بروز مقاومت به آن‌ها زیاد است را کاهـش داد (McGrath, 2005a). قارچ‌کش‌های متنوعی برای مدیریت بیماری سفیدک پودری در کشور ثبت شده است که در بین آن‌ها قارچ‌کش‌های سازگار با محیط زیست نیز هر چند به تعداد اندک وجود دارد (عظیمی، ۱۳۹۱). استفاده تازه‌خوری و برداشت تدریجی و تقریبا" روزانه خیار اهمیت باقیمانده سموم آفت‌کش و از جمله سموم قارچ‌کش را در این محصول برجستـه ساختـه و ضـرورت استفـاده از قارچ‌کش‌های موثر سـازگار با محیـط زیست، و جایـگـزینـی آن‌ها با قـارچ‌کش‌های متـداول را اجتناب‌ناپذیر می‌سازد. میلدیوکیور قارچ‌کشی تماسی و محافظت کننده بر پایه مواد گیاهی است که از ۳۰ درصـد روغن پنبـه دانـه، ۳۰ درصـد روغن ذرت، ۲۳ درصـد عصـاره سیـر به‌علاوه ۱۷ درصـد مواد همـراه شامل اسیـد اولئیـک (Oleic Acid)، اسیـد لاریک (Lauric Acid) و بیکـربنات سدیم (Sodium bicarbonate) ساختـه می‌شود.

در این تحقیق، بررسی نتایج حاصل از اجرای پروژه در دو سال در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که میلدیوکیور ۱۰ و ۱۵ درهزار به‌ترتیب با ۷۶/۲ و ۷۶/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، تاثیر یکسان در کنترل و پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار داشت (جدول ۴ و شکل‌های ۲ و ۳).

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی شدت و مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری سفیدک پودری خیار در آزمایش‌های مزرعه و گلخانه

Table 3. Combined analysis of variance of disease severity assessment of cucumber powdery mildew and area under the disease progress curve in field and glasshouse trials

S. O. V. منابع تغییرات	درجه آزادی df.	Mean square میانگین مربعات							
		Field مزرعه							Glasshouse گلخانه
		1st†	2nd	3rd	4th	5th	6th	AUDPC††	
Year سال	1	2.02**	0.22ns	0.02ns	17.56ns	24.02ns	2.76ns	1.31ns	255.28*
Block (Year) بلوک (سال)	6	0.16	2.50	3.94	8.10	8.45	29.11	23.58	16.55
Treatment تیمار	4	0.53**	23.54**	310.80**	999.90**	3517.80**	7026.80**	23887. 90**	6566.30**
Year × Treatment سال × تیمار	4	0.11ns	0.03ns	6.47ns	2.54ns	30.71ns	36.15ns	45.62ns	144.67*
Error اشتباه	24	0.21	1.21	3.47	7.84	19.25	39.28	40.62	24.79
C. V. % ضریب تغییرات		22.19	27.35	27.03	19.43	14.80	17.63	8.64	22.04

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد، ۱ درصد و غیرمعنی‌دار، †: ارزیابی اول قبل از شروع سم‌پاشی‌ها انجام گرفته است و نباید از اطلاعات آن برای نتیجه‌گیری استفاده نمود، ††: مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری.

*,** and ns: Significant at 5%, 1% of probability levels and not significant respectively, †: First evaluation was carried out before sprayings, so results cannot be used for any subsequent conclusions.

جدول ۴- مقایسه میانگین شدت بیماری و اثربخشی تیمارهای قارچ‌کش در نوبت‌های مختلف ارزیابی و مقادیر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری سفیدک پودری خیار در آزمایش‌های مزرعه

Table 4. Comparison of disease severity means of cucumber powdery mildew and efficacy of fungicide treatments at different assessments and area under the disease progress curve in field trials

Treatment تیمار	Assessments ارزیابی‌ها											
	1st†	2nd		3rd		4th		5th		6th		AUDPC††	
	Mean	Mean	*Ef.*†††	Mean	*Ef.*	Mean	*Ef.*	Mean	*Ef.*	Mean	*Ef.*	Mean	*Ef.*
Control	2.2a	6.7a	-	17.9a	-	32.9a	-	63.7a	-	84.4a	-	164.5a	-
Mildew cure 7.5 ml^{-1}	1.9a	4.6b	32.0	5.5b	69.4	16.1b	51.0	35.1b	44.9	42.4b	49.8	83.4b	49.3
Mildew cure 10 ml^{-1}	1.8a	3.2c	52.7	4.8b	73.1	11.0c	66.4	20.6c	67.7	20.1c	76.2	50.6c	69.2
Mildew cure 15 ml^{-1}	2.1a	3.2c	52.7	3.5bc	80.4	7.4d	77.6	17.4c	72.7	19.6c	76.8	42.3d	74.3
Flint 0.2 ml^{-1}	2.4a	2.4c	64.3	2.8c	84.4	4.7d	85.8	11.4d	82.2	11.3d	86.6	28.1e	82.9

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند، †: میانگین‌ها مربوط به دوره قبل از سم‌پاشی اول است. بنابراین برای آن‌ها اثربخشی درج نشد است.، ††: مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری، †††: اثربخشی

Means with at least one similar letter in each column are not significantly different at 5% probability level, †: Means are related to pre-spraying period, so no efficacy has been recorded., ††: Area Under the Disease Progressive Curve, †††: Efficacy

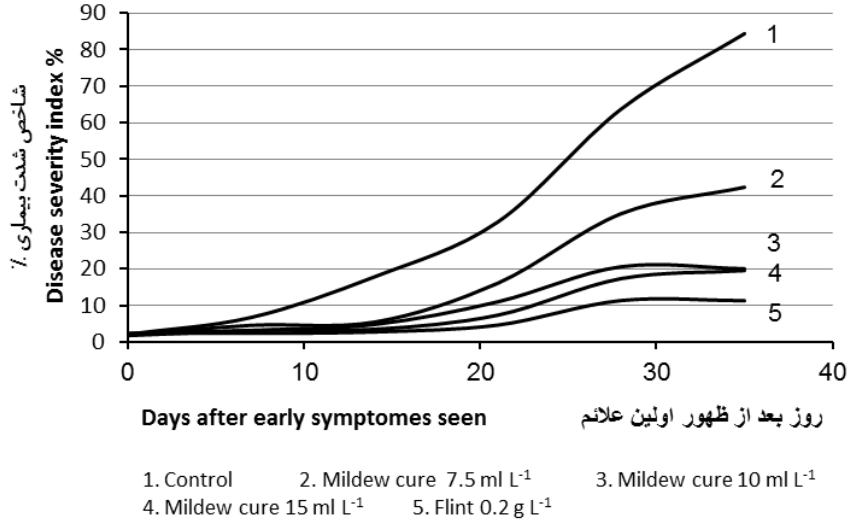
جدول ۵- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک پودری خیار و اثربخشی تیمارهای مختلف قارچ‌کش در گلخانه به تفکیک سال‌های اجرا

Table 5. Comparison of disease severity means of cucumber powdery mildew and efficacy of fungicides treatments in glasshouse trials separately by years

تیمار Treatment	سال اول 1st Year		سال دوم 2nd Year	
	Mean	*Ef.*†	Mean	*Ef.*
Control	68.8a	-	78.1a	-
Mildew cure 7.5 mll^{-1}	21.2b	69.1	7.8b	90.0
Mildew cure 10 mll^{-1}	14.7bc	78.6	6.9b	91.2
Mildew cure 15 mll^{-1}	12.5bc	81.8	5.6b	92.8
Flint 0.2 mll^{-1}	8.2c	88.0	1.9b	97.6

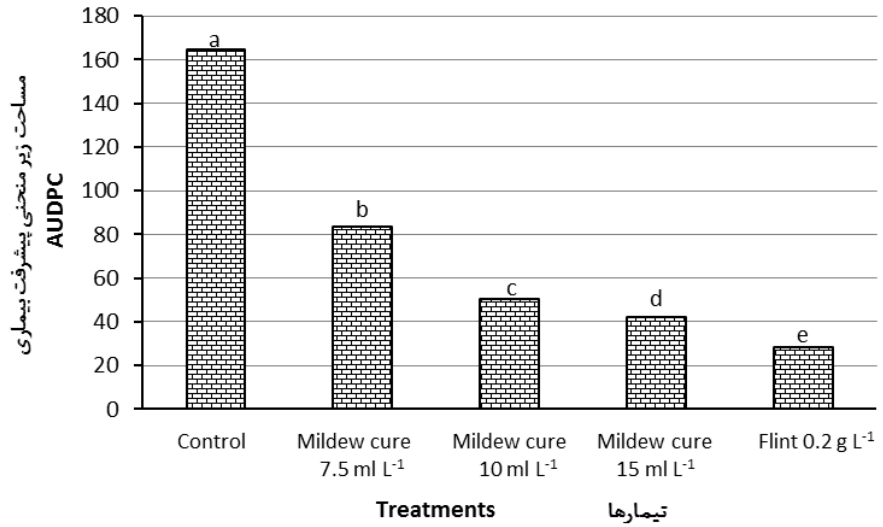
در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشابه هستند، در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند، †:اثربخشی

Means with at least one similar letter in each column are not significantly different at 5% probability level, †*Ef*: Efficacy



شکل ۲- منحنی پیشرفت بیماری سفیدک پودری خیار در تیمارهای مختلف قارچ‌کش در زمان‌های مختلف بعد از مایه‌زنی در آزمایش‌های مزرعه‌ای

Fig. 2. Disease progress curve of cucumber powdery mildew in different fungicide treatments at different times after inoculation in field trials

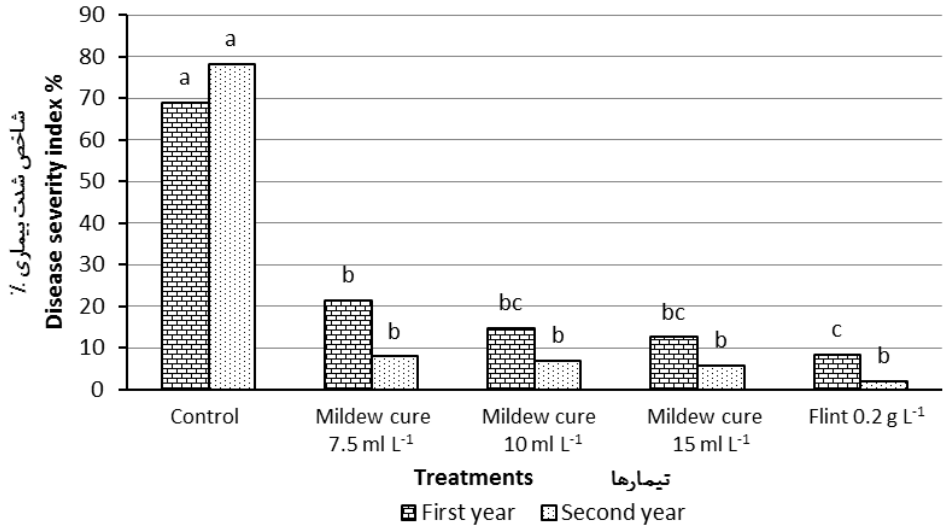


شکل ۳- مقایسه میانگین مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری سفیدک پودری خیار در تیمارهای مختلف قارچ‌کش آزمایش‌های مزرعه‌ای

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Fig. 3. Mean comparison of area under the disease progress curve of cucumber powdery mildew in different fungicide treatments in field trials

Means with similar letters are not significantly different.



شکل ۴- مقایسه میانگین شاخص شدت بیماری سفیدک پودری خیار در تیمارهای مختلف قارچ‌کش در سال‌های اجرای آزمایش‌های گلخانه‌ای

میانگین‌ها با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار هستند.

Fig. 4. Mean comparison of disease severity index of cucumber powdery mildew in different fungicide treatments in different years of glasshouse trials

Means with similar letters are not significantly different.

این نتایج با نتایج مک‌گرات (McGrath, 2005b) که اثر GC-3 را در کنترل بیماری سفیدک جالیز ۷۹-۷۷ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی گزارش کرده در انطباق است. هر چند قارچ‌کش فلینت ۰/۲ در هزار با ۸۶/۶ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی برترین تیمار آزمایش‌ها بود، ولی ارجحیت‌های میلدیوکیور از نظر 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 درهزار برترین گزینه از نظر ارجحیت‌های اقتصادی در مقایسه با میلدیوکیور ۱۵ در هزار و به لحاظ ارجحیت‌های زیست محیطی و تولیدات سالم و ارگانیک در مدیریت بیماری سفیدک پودری در شرایط مزرعه‌ای است.

نتایج حاصل از اجرای پروژه در شرایط گلخانه‌ای در سال اول نشان داد که میلدیوکیور ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار به ترتیب ۶۹/۱۲، ۷۸/۵۷ و ۸۱/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی، تاثیر کافی و یکسان در کنترل و پیش‌گیری از بیماری سفیدک پودری خیار دارند. این نتایج نشان داد که از نظر ارجحیت‌های اقتصادی دوز ۷/۵ در هزار میلدیوکیور برای مدیریت بیماری سفیدک پودری خیار در شرایط گلخانه قابل توصیه است. هم‌چنین نتایج اجرای پروژه در سال دوم نیز نشان داد دوزهای ۷/۵، ۱۰ و ۱۵ در هزار میلدیوکیور به ترتیب با ۹۰، ۹۱/۲ و ۹۲/۸ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی تاثیر قاطع و یکسان در کنترل بیماری دارند. این نتایج توصیه دوز ۷/۵ در هزار میلدیوکیور را در شرایط گلخانه‌ای تایید می‌کنند (جدول ۴ و شکل ۴). نتایج این تحقیق با نتایج مک‌گرات (McGrath, 2005b) که اثر میلدیوکیور را در کنترل بیماری سفیدک پودری در شرایط گلخانه‌ای ۹۰-۷۳ درصد گزارش کرده است در انطباق می‌باشد.

هر چند قارچ‌کش فلینت با بیش‌ترین کنترل بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی کم‌ترین مقدار آلودگی را داشته است ولی با توجه به اینکه استفاده مکرر از این قارچ‌کش آلی در مدیریت بیماری احتمال بروز جمعیت‌های مقاوم عامل بیماری را فراهم می‌سازد (عظیمی، ۱۳۹۱؛ McGrath, 2011؛ McGrath, 2005a)، استفاده از آن بیش از یک نوبت در طول یک فصل زراعی توصیه نمی‌گردد. قارچ‌کش میلدیوکیور قارچ‌کشی تماسی و محافظت کننده بر پایه مواد طبیعی گیاهی است که اثر سو محیط زیستی ندارد. به‌طوری‌که 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 (McGrath, 2005a).

استفاده به‌هنگام از قارچ‌کش‌ها در مقدار اثر آن‌ها در کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز بسیار مهم است (عظیمی ۱۳۹۱). این مسئله در خصوص قارچ‌کش‌های عمومی و نیز قارچ‌کش‌های با پایه روغن‌های گیاهی اهمیت بیش‌تری دارد. بنابراین زمان استفاده از این قارچ‌کش‌ها بایستی بر اساس اطلاعات پیش‌آگاهی از بروز بیماری باشد. میزان اثر قارچ‌کش میلدیوکیور که با استناد به انجام این تحقیق بیان می‌گردد بر اساس کاربرد آن قبل از توسعه بیماری است که با روش ساده و کاربردی مک‌گرات (McGrath, 2011؛ McGrath, 2005a) تعیین گردیده است. برای حصول نتایج بهتر در استفاده از میلدیوکیور در مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز می‌توان آن‌را با قارچ‌کش‌های آلی ثبت شده در کشور که تاثیر خوبی در کنترل بیماری دارند در برنامه‌های سم‌پاشی تلفیق نمود. در این خصوص می‌توان در مراحل اولیه شروع بیماری که سرعت گسترش بیماری زیاد است از قارچ‌کش‌های آلی و در سم‌پاشی‌های بعدی از قارچ‌کش‌های معدنی و گیاهی استفاده نمود (عظیمی، ۱۳۹۱).

منابع References

بهداد، ا. ۱۳۵۹. بیماری‌های گیاهان زراعی ایران. چاپ نشاط اصفهان. ۴۲۴ صفحه.

بابای‌اهری، ا.، خوش‌کلام، م. و ولیزاده، م. ۱۳۹۱. تعیین گونه و نژاد قارچ‌های عامل سفیدک سطحی خیار و کدو در مزارع جالیز استان آذربایجان‌شرقی. گیاهپزشکی ۳۵ (۱): ۶۸-۵۵.

جمالی‌زواره، ع. ۱۳۸۳. پیدایش فرم جنسی قارچ عامل سفیدک پودری خیار در گلخانه. رستنی‌ها ۵ (۱): ۱۱۸-۱۱۷.

جمالی‌زواره، ع. و شریفی‌تهرانی، ع. ۱۳۸۴. بررسی اثر چند ترکیب شیمیایی در القاء مقاومت علیه بیماری سفیدک پودری در خیار. بیماری‌های گیاهی ۴۱: ۴۹۴-۴۷۹.

سیروس، ا. و جمالی‌زواره، ع. ۱۳۹۳. مطالعه تاثیر سه عصاره گیاهی در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار. گیاهپزشکی (مجله علمی کشاورزی) ۳۷ (۴): ۵۶-۴۷.

شیخی، ع.، نجفی، ح.، عباسی، س.، مرادی، م.، صابر، ف. و رشید، م. ۱۳۹۴. راهنمای آفت‌کش‌های شیمیایی و ارگانیک ایران. چاپ پنجم، نشر کتاب پایتخت، تهران. ۴۱۲ صفحه.

عظیمی، ح. ۱۳۹۱. اثر تلفیق قارچ‌کش‌های کروزکسیم متیل و تتراکونازول با بیکربنات پتاسیم در کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز در شرایط گلخانه‌ای. پژوهش‌های کاربردی در گیاه‌پزشکی ۱ (۱): ۶۵-۵۷.

عظیمی، ح. ۱۳۹۲. اثر بیکربنات پتاسیم در کنترل سفیدک پودری جالیز (*Erysiphe cichoracearum* DC.) در شرایط مزرعه و گلخانه. آفت‌کش‌ها در علوم گیاهپزشکی ۱ (۱): ۷۵-۶۲.

Ahmed, S.M. 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. Journal of Agricultural Research 36 (2): 220-237.

Ansari, M.M. 1995. Control of sheat blight of rice by plant extracts. Indian Phytopathology 48: 268-270.

Bélanger, R. and Labbe, C. 2002. Control of powdery mildew without chemicals: prophylactic and biological alternatives for horticultural crops. pp. 256-267. In: Belanger, R., Bushnell, W.R., Dik, A.J. and Carver, T.L.W. (eds.) The Powdery Mildews. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Bettiol, W. 1999. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. Crop Protection 18(8): 489-492.

Campbell, C.L. and Madden, L.V. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley and Sons Inc. New York, USA. 532 pp.

Dik, A. and Albajes, R. 1999. Principles of epidemiology, population biology, damage relationships and integrated control of diseases and pests. pp. 69-81. In: Albajes, R., Gullino, L., van Lenteren, J. and Elad, Y. (eds.) Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Hafez, Y.M. 2008. Effectiveness of the antifungal black seed oil against powdery mildews of cucumber (*Podosphaera xanthii*) and barley (*Blumeria graminis* f. sp. *hordei*). Acta Biologica Szegediensis 52 (1): 17-25.

Hector, G., Palenius, N., Hopkins, D. and Cantiffe, D.J. 2006. Powdery Mildew of Cucurbits in Florida. http://edis.ifas.ufl.edu/hs321 [Accessed on 12 February 2015].

Horsfall J.G. and Barratt, R.W. 1945. An improved grading system for measuring plant Disease. Phytopathology 35: 655 (Abstract).

Jahn, M., Munger, H.M. and McCreight, J.D. 2002. Breeding cucurbit crops for powdery mildew resistance. pp. 239-248. In: Bélanger, R., Bushnell, W.R., Dik, A.J. and Carver, T.L.W. (eds.) The Powdery Mildews. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Kim, J.C., Choi, G.J., Lee, S.W., Kim, J.S., Chung, K.Y. and Cho, K.Y. 2004. Screening for antifungal extracts against various plant pathogenic fungi and control of powdery mildew with extracts of *Achyranthes japonica* and *Rumex crispus*. Pest Management Science 60: 803–808.

Kriskova, E., Lebeda, A. and Sedlakova, B. 2009. Species spectra, distribution and host range of cucurbit powdery mildews in Czech Republic, and in some other European and Middle Eastern countries. Phytoparasitica 37: 337-350.

Lebeda, A. 1983. The genera and species spectrum of cucumber powdery mildew in Chechoslavakia. Phytopatrhol 108: 71-79.

Liu, F., Zhuge, Y.Y., Yang, C.Y., Jin, S.X., Chen, J., Li, H. and Dai, G.H. 2010. Control effects of some plant extracts against cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) and their stability study. European Journal of Horticultural Science 75 (4): 147–152.

McGrath, M.T. 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 14 February 2015].

McGrath, M.T. 2005b. Botanical oils and other products for managing powdery mildew in organically-produced cucurbits. Phytopathology 95 S 6 (Abstract).

McGrath, M.T. 2011. 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 14 February 2015].

McGrath, M.T. and Thomas, C.E. 1996. Powdery mildew. pp. 28-30 In: Zitter, T.A., Hopkins, D.L. and Thomas, C.E. (eds.) Compendium of Cucurbit Diseases. American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

McGrath, M.T. and Zitter, A. 2000. Guidelines for Managing Powdery Mildew and Other Diseases of Cucurbits. Department of Plant Pathology, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Cornell University, Riverhead, USA. http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/PMCucurbits.htm [Accessed on 14 February 2015].

Mossler, M.A. and Nesheim, O.N. 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 14 February 2015].

Schneider, S. and Ullrich, W.R. 1994. Differential induction of resstance and enhanced enzyme activities in cucumber and tobacco caused by treatment with various abiotic and biotic inducers. Physiological and Molecular Plant Pathology 45: 291-304.

Tang, R., Zhang, X.H., Hu, T.L. and Cao, K.Q. 2003. Control effect of the extracts from *Rheum palmatum* on powdery mildew of cucumber. Journal of Anhui Agricultural University 4: 363–366.

Zitter, T.A., Hopkins, D.L. and Thomas, C.E. 1996. Compendium of Cucurbit Diseases. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 120 pp.