

کارایی قارچ‌کش پنتاسیم فسفیت (WSL 53%) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای، *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev.

سید رضا فانی^{۱*}، داریوش شهرباری^۲، محمد مرادی^۳، سید علیرضا اسمعیل‌زاده حسینی^۱ و ابوالفضل سرپله^۴

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 گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و رامین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۳. مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، پژوهشکده پسته، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمان، ایران. ۴. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۵/۲۵

چکیده

سفیدک داخلی یکی از مهم‌ترین بیماری‌های اندام هوایی خیار در کشت‌های گلخانه‌ای است. این بیماری توسط شبه قارچ *Pseudoperonospora cubensis* ایجاد و به محصول خسارت وارد می‌کند. اثر پنتاسیم فسفیت (فسفیت[®] WSL 53%) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار در مناطقی از یزد و ورامین با سابقه آلودگی به بیماری در شرایط گلخانه با پنج تیمار و چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال ۱۳۹۱ بررسی شد. تیمارهای آزمایش، قارچ‌کش‌های فسفیت به میزان ۳، ۴ و ۵ در هزار، فاموکسادون + سیموکسانیل (اکویشن پرو[®] WG 52.5%) به میزان ۰/۳ در هزار و شاهد بدون سم-پاشی بودند. سم‌پاشی تیمارها بعد از مشاهده اولین علائم بیماری در دو نوبت با فاصله زمانی ۱۰ و ۷ روز به ترتیب در یزد و ورامین انجام و آماربرداری از کرت‌های آزمایشی، ده روز بعد از آخرین سم‌پاشی انجام شد. شدت آلودگی برای هر کرت براساس اندازه لکه‌ها روی سطح برگ و تشکیل و یا عدم تشکیل اسپورانژیوم محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. نتایج نشان داد بین فسفیت ۵ در هزار و اکویشن پرو ۰/۳ در هزار تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد ولی بین تیمارهای ۳، ۴ و ۵ در هزار قارچ‌کش فسفیت تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. کم‌ترین میزان کنترل بیماری نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی به طور میانگین مربوط به تیمار اکویشن پرو ۰/۳ در هزار با میانگین ۶۴/۱۱ درصد بود. تیمارهای ۳، ۴ و ۵ در هزار فسفیت نیز به طور میانگین و به ترتیب موجب کنترل بیماری به میزان ۸۱/۵۷، ۸۳/۷۵ و ۹۰/۰۳ درصد گردید.

واژه‌های کلیدی: اکویشن پرو، شدت بیماری، فسفیت، ورامین، یزد.

مقدمه

با توسعه کشت محصولات گلخانه‌ای در کشور، میزان تولید خیار افزایش چشمگیری پیدا کرده است، به طوری که ایران را در زمره عمده‌ترین مناطق تولید خیار در دنیا قرار داده است (Anonymus, 2012). از میان عوامل محدود کننده تولید، بیماری سفیدک داخلی که توسط شبه قارچی از سلسله کرومیستا به نام *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & Curtis) Rostovzev مهم‌ترین بیماری اندام‌های هوایی و گسترده‌ترین بیماری در کشت‌های فضای باز و نیز زیرپوشش محسوب می‌شود. اولین علائم ظهور بیماری، بروز حالت موزاییکی در برگ‌ها است که ابتدا نواحی سبز کم‌رنگ و محدود به رگبرگ‌ها ظاهر و با پیشرفت بیماری این لکه‌ها به رنگ زرد تغییر می‌یابند. در آب و هوای مرطوب، در سطح زیرین برگ و در مقابل لکه‌ها، اسپورانژیوم و اسپورانژیوفور عامل بیماری به رنگ خاکستری ظاهر می‌شود. علائم ابتدا در برگ‌های جوان و سپس در بیشتر برگ‌ها ظاهر شده و موجب سوختگی (بلایت) برگ می‌شود (Etebarian, 2006). این بیماری کلیه مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد و با از بین بردن اندام‌های هوایی، کاهش رشد گیاه را سبب می‌شود. به دلیل چند چرخه‌ای بودن زندگی بیمارگر و همه‌گیری سریع بیماری، عملکرد محصول به شدت کاهش می‌یابد (Miller *et al.*, 2010). مدیریت بیماری نیازمند نگرشی چندوجهی شامل تهیه مناسب در پوشش گیاهی، تغییر تاریخ کاشت، استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل به بیماری و کاربرد قارچ‌کش‌های مؤثر است (Colucci, 2008). در مطالعه مقاومت ژرم‌پلاسماهای خیار نسبت به این بیماری در کشور، برخی ارقام بومی و هیبرید درجاتی از مقاومت و تحمل را نسبت به بیماری از خود نشان دادند، ضمن این که جدایه‌های مختلف بیمارگر، منجر به بروز واکنش‌های متنوعی گردید، این حالت می‌تواند نشانه وجود نژادهای مختلف بیمارگر در کشور باشد (Ranjbar *et al.*, 2008).

ترکیبات مختلفی در مناطق عمده کشت خیار در کشور برای کنترل بیماری مورد آزمایش قرار گرفته است. در جیرفت قارچ‌کش‌های فوزتیل آلومینیوم (آلیت® WDG 80%)، پروپاموکارب (پرویکور® SL 66.5%) و متالاکسیل + مانکوزب (رزالاکسیل® WP 72%) به ترتیب بیشترین اثر را در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار داشتند (Sardouyi *et al.*, 2005). مقایسه ۵ قارچ‌کش زینب (دیتان زد-۷۸® WP 75%)، بنومیل (بنلیت® WP 80%)، مانکوزب (WP 80%)، مانب (WP 80%) و کاپتان (WP 50%) در آذربایجان غربی نشان داد مانب و مانکوزب مؤثرترین ترکیبات در کنترل بیماری هستند و بهترین زمان مبارزه نیز قبل از ظهور علائم است (Irani, 1997). مقایسه قارچ‌کش‌های آلیت، مانکوزب (دیتان ام ۴۵® WP 80%)، متالاکسیل - مانکوزب (ریدومیل ام - زد 72® WP) و عصاره کمپوست کود گاوی در خوزستان نیز نشان داد قارچ‌کش آلیت با متوسط کنترل ۹۰ درصد نسبت به شاهد بدون سم‌پاشی بیشترین تأثیر را در کاهش آلودگی به بیماری دارد (Mozaffari, 1998). کارایی قارچ‌کش‌های فاموکسادون + سیموکسانیل (اکویشن - پرو® WG 52.5%) و ایرووالیکارب - پروینب (ملودیدو® WDG 66.8%) نیز در کنترل بیماری در گلخانه و کشت‌های زیر پوشش پلاستیک در اصفهان و جیرفت مورد بررسی قرار گرفت و غلظت ۲/۵ در هزار ملودی دو و ۲۰۰ گرم در هکتار اکویشن پرو بهترین نتیجه را از خود نشان دادند (Alavi *et al.*, 2002). آزمایشات انجام شده در فضای باز و کشت گلخانه‌ای خیار برای ارزیابی اثر نمک‌های مونی و دی پتاسیم اسید فسفورو (اگریفوس® SL 45.8%)، دی متومورف (آکروبات® WP 69%)، اکویشن پرو، هیدروکسید مس - متالاکسیل (ریدومیل گلدپلاس® WP 42.5%)، کلرتالونیل (داکونیل® SC 720)، ریدومیل ام زد (WP 72%)، فلویپکولید - هیدروکراید پروپاموکارب (اینفینیتو® SC 62.5%) و

قارچ‌کش‌های فسفره جدید مانند فوسترول[®]، پروفیت[®] و فسفیت نسبت به محصولات قدیمی‌تر این گروه مانند آلیت تاثیر بیشتری دارند. یون فسفیت جزء فعال این قارچ‌کش‌ها است که به صورت مستقیم روی بیمارگرهای قارچی اثر گذاشته و سیستم دفاعی گیاه را ارتقاء می‌دهند (McGrath, 2004).

هدف از این تحقیق ارزیابی کارایی قارچ‌کش فسفیت با توجه به اثرات مطلوب قارچ‌کشی و دوره کارنس مناسب آن (صفر روز) (Anonymous, 2008) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار با اندازه‌گیری شدت آلودگی و فراوانی تشکیل اسپورانژیوم‌های بیمارگر در مقایسه با قارچ‌کش مرجع بود.

مواد و روش‌ها

جهت ارزیابی اثر قارچ‌کش پتاسیم فسفیت (فسفیت[®] WSL 53%) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار، دو گلخانه در شهرستان‌های یزد و ورامین با سابقه آلودگی به بیماری انتخاب شد.

در شهرستان یزد، منطقه چاه شهردار: گلخانه‌ای به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع با سابقه کشت طولانی صیفی‌جات که در حال حاضر یکی از مناطق عمده تولید محصولات گلخانه‌ای به ویژه خیار است، انتخاب شد.

در ورامین، منطقه قلعه‌سین گلخانه‌ای با سازه‌چوبی (متداول منطقه) به مساحت ۵۰۰ متر مربع انتخاب شد.

مناطق در نظر گرفته شده از لحاظ اقلیمی با یکدیگر تفاوت داشته، بطوری که یزد در مرکز ایران با آب و هوای گرم و خشک بیابانی و ورامین در جنوب شرقی تهران با آب و هوای معتدل و نیمه خشک است. آزمایشات در منطقه یزد از پنجم لغایت ۲۵ آبان و در منطقه ورامین از اول تا ۲۰ اسفند سال ۹۱ بسته به شرایط محیطی و وضعیت بیماری انجام شد. رقم مورد کاشت در یزد رقم نگین و در ورامین رقم سلطان بود.

(ریووس[®] SC 250) در مناطق خوزستان (شوش)، ورامین و زابل نیز نشان داد قارچ‌کش‌های آکروبات ۳ در هزار، اکویشن پرو ۴۰۰ گرم در هکتار و داکونیل ۳ لیتر در هکتار بهترین کارایی را در کنترل بیماری دارند و بعد از این گروه ترکیبات اینفینیتو ۱/۵ لیتر در هکتار و ریووس ۰/۶ در هزار قرار گرفتند (Dehghani et al., 2010). طی تحقیق انجام شده در یزد دزهای ۰/۳ تا ۰/۴ در هزار قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن[®] SC 34.5%) در کاهش شدت بیماری سفیدک داخلی خیار موثر بود (Fani et al., 2011).

فسفیت قارچ‌کشی سیستمیک است که برای کنترل بیماری‌های سفیدک داخلی، بیماری‌های فیتوفتورایی و مرگ گیاهچه ناشی از پیتیوم و برای تیمار سیب‌زمینی بعد از برداشت جهت کنترل بیماری‌های پوسیدگی صورتی و سفیدک داخلی (Late blight) توصیه شده است. ماده مؤثره این ترکیب نمک‌های پتاسیم اسید فسفورو (K_2HPO_4 , KH_2PO_4) به میزان ۵۳ و ۴۷ درصد سایر مواد همراه است. فسفیت، مایعی است اسیدی با pH ۶/۳، بی‌رنگ و بی‌بو که به صورت نامحدود در آب حل می‌شود، نقطه جوش آن ۱۰۰ و نقطه انجماد آن ۱۵- درجه سانتی-گراد است. میزان LD₅₀ گوارشی برای موش صحرایی ۶/۲۲۶ mg/kg وزن بدن و در طبقه سمیت IV (عملاً غیرسمی) قرار گرفته است (Anonymous, 2014).

نحوه کاربرد این قارچ‌کش برای کنترل بیماری‌های مختلف به صورت پاشش بر اندام‌های هوایی، تزریق در تنه، خیساندن خاک و غوطه‌ور نمودن ریشه‌ها در محلول سم است. ترکیب نمودن فسفیت با برخی مواد خیساننده^۱، کودهای پاششی یا آفت‌کش‌های دیگر ممکن است موجب خسارت به محصول شود. این ماده یک محلول بافری با اندکی خاصیت اسیدی است و بایستی از مخلوط کردن آن با مواد اسیدی یا قلیایی قوی خودداری کرد (Anonymous, 2008).

¹ Surfactant

جدول ۱- وضعیت مناطق آزمایش ارزیابی قارچ کش فسفیت علیه سفیدک داخلی خیار.

Table 1. Field conditions for evaluation of Fosphite fungicide against cucumber downy mildew.

Location	Cultivar	Climatic condition	Temperature (°C)		Relative humidity (%)		Annual rainfall (mm)	Altitude	Customary number of application	Number of spraying	Evaluation time
			Day	Night	Day	Night					
Yazd	Negin	Hot, dry desert	18-25	10-17	64	70	62	1230	10	2	7 days after second spraying
Varamin	Soltan	Moderate, semi dry	17-24	11-16	71	90	126	900	7	2	7 days after second spraying

کرت نمونه برداری شد (جمعاً ۱۰۰ برگ) و با استفاده از بینو کولر شدت بیماری ارزیابی شد. ارزیابی شدت بیماری بر اساس روش Thomas *et al.* (1987) با کمی تغییر (تبدیل شاخص های ۰، -، ±، + و +++ به ترتیب به اعداد ۰، ۳، ۵، ۷ و ۹) صورت گرفت (جدول ۲).

شدت بیماری در هر برگ بر اساس شاخص ۰ تا ۹ تعیین و گروه بندی و از فرمول زیر برای ارزیابی شدت بیماری در هر بوته یا کرت استفاده شد (Thomas *et al.*, 1987).

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

در این فرمول DS: شدت بیماری، ni: تعداد برگ های با نمره مشابه، vi: نمره بیماری از ۰-۹ برای هر برگ، N: تعداد کل برگ های مورد ارزیابی و V: بالاترین نمره بیماری (۹) است. اثر تیمارهای آزمایش روی شدت آلودگی بیماری با استفاده از نرم افزار آماری SAS ارزیابی شده و میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح ۵٪ مورد مقایسه قرار گرفتند.

در هر گلخانه قطعات آزمایشی در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با چهار تکرار انتخاب شد. تیمارهای آزمایش شامل فسفیت به نسبت ۳، ۴ و ۵ در هزار، اکویشن پرو به نسبت ۳/۰ در هزار و شاهد بدون سم پاشی بود.

هر قطعه دارای ۱۰ بوته با فاصله خطوط ۴۰ سانتی متر و فاصله بوته ها ۳۰ سانتی متر روی پشته ها در نظر گرفته شد. قارچ کش های مورد نظر با مشاهده اولین علائم بیماری مورد استفاده قرار گرفتند. شروع آلودگی و بروز لکه ها در منطقه یزد در آبان، و در منطقه ورامین در ماه اسفند اتفاق افتاد. زمان اعمال تیمارها بر اساس پیشرفت بیماری در تیمار شاهد و در دو مرحله و محدوده زمانی ۱۰ و ۷ روز به ترتیب انجام شد. آب مصرفی برای تهیه محلول قارچ کش ها ۸۰۰ لیتر در هکتار در نظر گرفته شد.

ارزیابی شدت بیماری یک هفته بعد از سم پاشی دوم و زمانی که شدت آلودگی تیمار شاهد به حدود ۵۰ و ۹۰ درصد به ترتیب در یزد و ورامین رسید، انجام شد. در هر مرحله ۱۰ بوته و از هر بوته ۱۰ برگ بطور تصادفی از هر

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

Table 2. Pattern used for disease severity scaling (Thomas *et al.*, 1987).

Score	Symptoms description
0	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)

نتایج

نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری در ۲ مکان مورد آزمایش نشان داد، بین تکرارها اختلاف معنی‌دار نبوده ولی تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌دار دارند (جدول ۳).

برای ارزیابی میزان تأثیر قارچ‌کش‌ها و غلظت آن‌ها در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار از فرمول $CV = (1 - T/C) \times 100$ (استفاده شد. در این فرمول Control Value) مقدار کنترل بر حسب درصد، T درصد برگ‌های آلوده تیمار شده با قارچ‌کش و C درصد برگ‌های آلوده گیاهان تیمار نشده را نشان می‌دهد (Mitani *et al.*, 2002).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری.

Table 3. Analysis of variance of disease severity assay.

	Df	Mean square (MS)	
		Location	
		Yazd	Varamin
Block	3	4.094 ^{ns}	5.642 ^{ns}
Treatment	4	1557.649*	4807.56*
Error	12	12.566	11.337
Coefficient of Variation (CV)		18.04	9.99

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

نتایج ورامین: همانند نتایج بدست آمده برای منطقه یزد، در ورامین نیز تیمار شاهد بدون سم‌پاشی بیشترین شدت بیماری (۹۲/۲) را به خود اختصاص داد و محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌ها باعث کاهش شدت آلودگی در سطوح مختلف از نظر آماری گردید، که دامنه آن از ۸/۹ تا ۳۸/۶ برای محلول‌پاشی‌ها متغیر بود (جدول ۴). بیش‌ترین و کم‌ترین شدت آلودگی در بین تیمارهای قارچ‌کش به ترتیب مربوط به اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار و فسفیت ۵ در هزار بود. شدت آلودگی در غلظت‌های مختلف فسفیت نیز از نظر آماری تفاوتی را در سطح احتمال ۵ درصد نشان ندادند.

نتایج یزد: بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین شدت آلودگی در تیمار بدون محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌ها و کمترین بیماری در تیمار فسفیت ۵ در هزار رخ داد (جدول ۴). شدت آلودگی در محلول‌پاشی با غلظت‌های مختلف فسفیت تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد نشان نداد و شدت آلودگی از ۶/۹ (۵ در هزار) تا ۱۱/۸ متغیر بود. اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار با میانگین شدت آلودگی ۱۶/۳ پس از غلظت‌های مختلف فسفیت قرار گرفت، هرچند از نظر آماری تفاوتی بین محلول‌پاشی با این قارچ‌کش و غلظت‌های ۳ و ۴ فسفیت مشاهده نگردید.

جدول ۴- مقایسه میانگین شدت بیماری در مناطق اجرای آزمایش با تیمارهای مختلف قارچ‌کش

Table 4. Comparison of the mean disease severity in different regions by the treatments (%).

Treatment	Mean disease severity (%)	
	Yazd	Varamin
Fosphite 3 ml/l	11.82 bc	13.93 c
Fosphite 4 ml/l	8.850 bc	14.95 c
Fosphite 5 ml/l	6.900 c	8.87 c
Equation pro® 0.3 g/l	16.27 b	38.58 b
Control	54.38 a	93.30 a

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

مقایسه، قارچ کش اکویشن پرو در دز مورد استفاده، به طور متوسط بیماری را به میزان ۶۴/۱۱ درصد کنترل کرد (جدول ۶).

بر اساس داده‌های جدول ۴ و ارزیابی میزان کنترل بیماری با استفاده از فرمول $CV = (1 - T/C) \times 100$ ، به طور متوسط در مکان‌های مختلف، بیماری به میزان ۸۱/۵۷ تا ۹۰/۰۳ درصد با استفاده از دزهای مختلف فسفیت کنترل شد. در

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس کنترل بیماری.

Table 5. Analysis of variance of % disease control.

Treatment	Average disease Control (%)	
	Yazd	Varamin
Fosphite 3 ml/l	78.26 ab	84.89ab
Fosphite 4 ml/l	83.72 a	83.78 b
Fosphite 5 ml/l	87.31 a	92.76 a
Equation pro [®] 0.3 g/l	70.08 b	58.15 c

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

جدول ۶- مقایسه میانگین درصد کنترل بیماری در مناطق اجرای آزمایش با تیمارهای مختلف قارچ کش.

Table 6. Comparison of average disease control (%) in the two experimental areas by the fungicide treatments.

	Df	Mean square (MS)	
		Location	
		Yazd	Varamin
Block	3	18.277 ^{ns}	23.388 ^{ns}
Treatment	3	218.174*	833.829**
Error	9	37.845	14.530
Coefficient of Variation (CV)		7.72%	4.81%

داشت و تفاوت شدت بیماری در غلظت‌های مختلف فسفیت در دو منطقه از ۳-۶ درصد بیشتر نبود (جدول ۴). این موضوع می‌تواند حاکی از تأثیر این قارچ کش به صورت یکسان در هر دو منطقه باشد. در حالی که تفاوت شدت بیماری در محلول پاشی با اکویشن پرو در دو منطقه برابر با ۲۲/۳ بود، که می‌تواند نشان دهنده تأثیر شرایط محیطی روی پایداری این قارچ کش باشد. کارایی قارچ کش‌ها در کنترل بیماری سفیدک داخلی نیز مشابه نتایج فوق بود و میزان کنترل بیماری در گلخانه یزد

مقایسه دو منطقه یزد و ورامین: با توجه به متفاوت بودن رقم در دو منطقه تجزیه مرکب انجام نشد ولی کاربرد قارچ کش‌ها در هر دو منطقه نتایج مشابهی داشت و همگی باعث کاهش شدت بیماری در مقایسه با تیمار شاهد شدند. شدت بیماری در محلول پاشی با قارچ کش‌ها در منطقه ورامین از ۹ تا ۳۹ درصد و در یزد از ۷ تا ۱۶ متغیر بود که نشان دهنده کاهش معنی‌دار شدت بیماری در هر دو منطقه است. از طرف دیگر کاربرد فسفیت در هر دو منطقه با شدت بیماری متفاوت در گیاهان شاهد نتایج مشابهی

تا قبل از سال ۲۰۰۴ مقاومت ارقام در ایالات متحده برای کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار کافی بوده و این بیماری در تولید خیار یک مشکل جزئی به شمار می‌رفت و بین سال‌های ۸۸-۱۹۸۲ کاهش محصولی برابر با ۲/۵ درصد در سال در هکتار در اثر این بیماری برآورد گردیده بود. طغیان مجدد بیمارگر در سال ۲۰۰۴ کاهش ۴۰ درصد از محصول را در پی داشت و از آن به بعد سفیدک داخلی به عنوان یک بیماری عمده مخرب در شرق ایالات متحده خود را نشان داد. در حال حاضر هیچ یک از ارقام، مقاومتی به اندازه‌ای که قبل از سال ۲۰۰۴ داشته‌اند را از خود نشان نمی‌دهند. با این وجود در بین ارقام موجود اختلافاتی در میزان مقاومت دیده می‌شود و از مقاومت متوسط تا حساسیت زیاد وجود دارد. بنابراین مقاومت میزبان و کاربرد قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری بایستی مشارکت داشته باشند (Dean Call, 2010).

این بیماری در ایران ابتدا در سال ۱۳۴۳ توسط اسکندری در مزارع گیلان و مازندران و سپس از مزارع بندرعباس، جیرفت، گرگان، ورامین مشاهده شد. با افزایش سطح زیرکشت خیار گلخانه‌ای این بیماری نیز به عنوان مهم‌ترین بیماری شاخ و برگ مطرح شده و خسارت در برخی موارد حدود صد در صد نیز برآورد گردیده است (Etebarian, 2006).

برای کنترل و جلوگیری از گسترش بیماری ترکیبی از عملیات زراعی مناسب و شیمیایی باید انجام شود. مقدار مصرف توصیه شده فسفیت توسط تولیدکننده قارچ‌کش ۳-۸ لیتر در هکتار یا دز ۳-۸ در هزار است. قارچ‌کش بایستی با ۳-۲ هفته فاصله زمانی مورد استفاده قرار گیرد و از تکرار سمپاشی در فاصله زمانی کمتر از ۳ روز خودداری شود (Anonymous, 2008). از آنجایی که برداشت و عرضه خیار به مصرف‌کننده با فواصل زمانی کوتاهی انجام می‌گیرد، همانند سایر تولیدات کشاورزی و به ویژه محصولات جالیزی، سالم بودن میوه از نظر باقی‌مانده آفت‌کش‌ها اهمیت زیادی دارد. از این جهت، دوره

از ۷۸ تا ۸۷ درصد برای یزد و در ورامین از ۸۴ تا ۹۰ درصد متغیر بود (جدول ۶).

بحث

نتایج به دست آمده در دو منطقه یزد و ورامین حاکی از اختلاف معنی‌داری تیمار شاهد و قارچ‌کش‌ها بود. بین دو قارچ‌کش مورد استفاده، فسفیت توانایی کنترل بیماری را به میزان ۷۸-۸۷ درصد در یزد و ۹۲-۸۳ درصد در ورامین نشان داد. شدت بیماری در یزد در تیمار کاربرد قارچ‌کش و شاهد کمتر از منطقه ورامین بود، که این موضوع می‌تواند به دلیل شرایط اقلیمی، جدایه قارچ بیماری‌زا و یا اثر رقم مورد استفاده در یزد باشد. با توجه به این که غلظت‌های ۳، ۴ و ۵ در هزار فسفیت از نظر آماری تفاوتی را در کنترل بیماری در دو گلخانه مورد بررسی از خود نشان ندادند، استفاده از غلظت ۳ در هزار جهت مدیریت بیماری مناسب است. قارچ‌کش اکویشن‌پرو نیز قادر به کنترل بیماری بود ولی تأثیر آن کمتر از فسفیت بود. این نتایج با داده‌های به دست آمده از آزمایش قارچ‌کش فسفیت در کشور مصر مبنی بر تأثیر مناسب این ترکیب با دز ۵ در هزار در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار تا حدودی مطابقت دارد به طوری که استفاده از این ترکیب با دز یاد شده منجر به کاهش ۸۳ درصد بیماری گردیده است (El-Sheemy, 2006).

بیمارگر *P. cubensis* شبه قارچی است که مقاومت به قارچ‌کش‌ها در آن خیلی سریع اتفاق می‌افتد. کاهش تأثیر قارچ‌کش‌های مفنوکسام (mefenoxam)، متلاکسیل و استروویپورین قبلاً گزارش شده است، در نتیجه قارچ‌کش‌هایی که به عنوان ترکیبات مؤثر نام برده شد نیز بایستی با در نظر گرفتن ملاحظات مربوط به مقاومت به قارچ‌کش‌ها مورد استفاده قرار گیرند، که از جمله می‌توان به کاربرد ترکیبی قارچ‌کش‌ها با مکانیسم عمل‌های متفاوت اشاره کرد (Colucci, 2008).

مقایسه نتایج آزمایش در کشور مصر، بیماری سفیدک داخلی خیار با کاربرد ۳ در هزار قارچ کش فسفیت به نحو مؤثری کنترل می شود.

کارنس صفر فسفیت که یک ترکیب معدنی است، یکی از مزایای مهم این قارچ کش در مقایسه با سایر ترکیبات رایج مانند زینب و مانکوزب به شمار می رود. با عنایت به نتایج به دست آمده در مکان های مختلف آزمایش و میانگین های محاسبه شده در جدول ۶ و با

References:

- Alavi, M., Samavatian, H. and Najafinia, M. 2002.** Study of the effectiveness of fungicides Equation Pro and Melody Due on the control of *Pseudoperonosporacubensis* casual agent of cucurbits downy mildew. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 20745, 35 pp. [In Persian with English Summary].
- Anonymous. 2008.** Fosphite systemic fungicide, <http://jhbiotech.com/plant-products/fosphite-systemic-fungicide/> [Accessed on 30-12-2014].
- Anonymous. 2012.** FAO database, <http://www.fao.org/statistics>, [Accessed on 31-12-2014].
- Anonymous. 2014.** Scientific review of supplementary information for fosphite fungicide (EPAREg. Symbol 68573-E), http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/learned_reviews/csr_PC-076416_15-Jun-00_008.pdf [Accessed on 28-12-2014].
- Colucci, S. 2008.** Host Range, Fungicide Resistance and Management of *Pseudoperonospora cubensis*, Causal Agent of Cucurbit Downy Mildew. M.Sc. thesis, North Carolina State University, 139 pp.
- Dean Call, A. 2010.** Studies on Resistance to Downy Mildew in Cucumber (*Cucumissativus* L.) caused by *Pseudoperonospora cubensis*, M.Sc. thesis, North Carolina State University, 204 pp.
- Dehghani, A., Ranjbar, A., Bagheri, S. and Shahriari, D. 2010.** Determination of fungicides effect in control of cucumber downy mildew in undercovering crop and greenhouse. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 38387, 35 pp. [In Persian with English Summary].
- El-Sheemy, H. S. 2006.** Fosphite® a Systemic fungicide for downy mildew, <http://jhbiotech.com/docs/Study-Fosphite-Grapes.pdf> [Accessed on 28-12-2014].
- Etebarian, H. R. 2006.** Vegetable Diseases and their Control, Tehran University Press, Iran, 554 pp. [In Persian].
- Fani, S. R., Esmailzadeh Hosseini, S. A. and Dehghani, A. 2011.** Determination of Ranman effect in control of cucumber downy mildew in greenhouse, Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 42197, 30 pp. [In Persian with English Summary].
- Irani, H. 1997.** Biological study and evaluation of several fungicides for the control of downy mildew of cucumber in west Azarbijan province. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 78/223, 16 pp. [In Persian with English Summary].
- McGrath, M.T. 2004.** Diseases of Cucurbits and their Management (pp. 455-510). In: Naqvi, S.A.M.H. (Ed), Diseases of Fruits and Vegetables Volume I, 651 pp. Springer, Netherlands.
- Miller, S. A., Mera, J. R. and Baysal-Gurel, F. 2010.** Vegetable disease Management Research Report 2009, Plant Pathology Series No. 139: 30 pp.
- Mozaffari, H. 1998.** Study of cucumber downy mildew causal agent, *Pseudoperonospora cubensis* life cycle and its control under Khouzestan province. M.Sc. Thesis, Shahid Chamran University, 120 pp. [In Persian with English Summary].
- Ranjbar, A., Shahriari, D. and Rafezi, R. 2008.** An evaluation on the resistance of the germplasm of cucumber against Downy Mildew of cucurbitaceae (*Pseudoperonospora cubensis*). Journal of Plant Protection. 22(2): 71-83. [In Persian with English Summary].
- Sardouyi, Z., Jalyani, N. and ShariffTehrani, A. 2005.** Evaluation of some fungicides for cucumber downy mildew control and identification of other hosts. Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 74/244, 18 pp. [In Persian with English Summary].
- Thomas, C., Indaba, T. and Cohen, Y. 1987.** Physiological and specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. Phytopathology. 77:1621-1624.

Investigation on the Efficacy of the Fungicide potassium phosphate (WSL 53%) against Downy Mildew on Greenhouse Cucumber, *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev.

Fani S. R.^{*1}, Shahriari D.², Moradi M.³, Esmailzadeh Hosseini S. A.¹ and Sarpeleh A.⁴

1. Department of Plant Protection, Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Yazd, Iran. 2. Department of Plant Protection, Varamin Agricultural Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 3. Horticultural Sciences Research Institute, Pistachio Research Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kerman, Iran. 4. Department of Plant Pathology, Iranian Research Institute of Plant protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: August, 16, 2014

Accepted: August, 16, 2015

Abstract

Downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* is one of the most important foliar diseases of greenhouse cultivated cucumber which causes significant economic damages in Iran annually. For the assessment of the effect of potassium phosphate (Fosphite[®] WSL 53%) on the control of the disease, two areas (Yazd and Varamin) with precedent infection were selected and experiment was performed in a completely randomized block design with 5 treatments and four replications during 2012. Treatments included Fosphite at the rates of 3, 4 and 5 ml/l, famoxadone + cymoxanil (Equation[®] pro 52.5% WDG) at the rate of 0.3 g/l and control without spraying. Spraying was carried out twice immediately after the appearance of the disease symptoms within 7-10 days. The disease severity was assessed by measurement of disease caused spots on the surface of leaves and sporangium formation 7 days after the second spraying. Data collected were analyzed by SAS software and Duncan's multiple range tests for mean comparison. Results indicate that fungicide application caused significant decrease in the disease severity compared with the control treatment. There is a significant difference between Fosphite 5 ml/l and Equation pro treatment but no significant differences are observed among 3, 4 and 5 ml/l treatments ($P \leq 0.05$). Minimum disease severity occurred in Fosphite 3, 4 and 5 ml/l followed by Equation pro 0.3 g/l application in the control of downy mildew.

Key words: Equation pro, Disease severity, Fosphite, Varamin, Yazd.

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

