کارایی قارچ‌کش سیازوفامید (SC 400) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای (*Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev.)

سید رضا فانی*[۱]، محمد مرادی[۲]، سید علیرضا اسمعیل‌زاده حسینی[۱]، کاظم دشتکیان[۱]، ابولفضل سرپله[۳]

۱. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی یزد، ایران. ۲. مؤسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ایران. ۳. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۵/۲۰

چکیده

یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خیار در کشت‌های گلخانه‌ای در ایران سفیدک داخلی با عامل *Pseudoperonospora cubensis* است که هر ساله خسارت زیادی به محصول کشاورزان وارد می‌سازد. جهت ارزیابی اثر قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن® SC 400) به عنوان ترکیبی جدید و ایمن درکنترل این بیماری، ۳ منطقه در استان یزد با سابقه شیوع این بیماری انتخاب و آزمایشات گلخانه‌ای در ۵ تیمار و چهار تکرار در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سال‌های ۸۹ و ۹۰ اجرا گردید. تیمارهای آزمایشی با قارچ‌کش‌های رانمن به نسبت‌های ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ در هزار و فاموکسادون (۱۶/۶٪) + سیموکسانیل (۲۲/۱٪) (اکوییشن® پرو WDG 52.5%) به نسبت ۰/۳ در هزار بعد از مشاهده اولین علائم بیماری سم‌پاشی و با شاهد بدون سم‌پاشی مقایسه شدند. تأثیر قارچ‌کش‌ها با اندازه‌گیری شدت بیماری بر اساس میزان لکه روی سطح برگ و تشکیل و یا عدم تشکیل اسپورانژیوم در زمان آلودگی۵۰ درصدی تیمار شاهد برای هر بلوک آزمایشی مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های بدست آمده با نرم افزار SAS تجزیه و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه گردیدند. به طور میانگین بهترین اثر در کنترل بیماری مربوط به تیمار ۰/۴ در هزار سیازوفامید به میزان ۷۵/۷۷ درصد بود. کنترل بیماری در تیمارهای ۰/۳ در هزار سیازوفامید و ۰/۳ در هزار اکوییشن پرو به ترتیب ۶۸/۴۸ و ۶۶/۶ درصد بود و تیمار ۰/۲ در هزار سیازوفامید با میانگین کنترل بیماری به میزان ۴۰/۹۱ درصد کم‌ترین تاثیر را از خود نشان داد، لذا استفاده از سیازوفامید با غلظت ۰/۳ تا ۰/۴ در هزار برای کنترل بیماری توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: رانمن، کدوییان، مبارزه شیمیایی، یزد.

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

مقدمه

براساس آمار سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO) عمده‌ترین مناطق تولید خیار در کشورهای چین، ترکیه و ایران قرار دارد (Anonymous, 2010). عامل بیماری سفیدک داخلی خیار *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev. شبه قارچی از سلسله کرومیستا است. این بیماری از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زای این محصول در سراسر دنیاست که در تمام سنین رشدی، قادر به آلوده سازی گیاه است. مهم‌ترین تأثیر این بیماری از بین بردن سریع اندام‌های فتوسنتزی مانند شاخ و برگ است، که منجر به بازماندن از رشد شده و در صورت عدم کنترل می‌تواند منجر به اپیدمی و کاهش شدید عملکرد گیاه شود (Miller *et al*., 2010). نشانه‌های بیماری متغیر است. اولین علایم ظهور، حالت موزاییکی در برگ‌هاست. بدین ترتیب که مناطق سبز کم رنگ به زرد گراییده و به وسیله رگبرگ‌ها محدود می‌گردند. در آب و هوای مرطوب، در سطح زیرین برگ و در مقابل لکه‌ها یک لایه کنیدی و کنیدیوفور عامل بیماری به رنگ خاکستری ظاهر می‌شود. علایم ابتدا در برگ‌های جوان ظاهر شده سپس بیشتر برگ‌ها می‌میرند (Etebarian, 2006). مدیریت بیماری نیازمند نگرشی چند وجهی شامل عملیات زراعی به منظور کاهش رطوبت در پوشش گیاهی، گریز از بیماری با تغییر تاریخ کاشت، استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل به بیماری و کاربرد قارچ‌کش‌های مؤثر است (Colucci, 2008). به دلیل محدودیت‌های مختلف از جمله اشکالات اساسی در ساختار گلخانه‌های پرورش خیار و عدم تهویه کافی، عدم امکان تغییر تاریخ کاشت به دلایل اقتصادی و عدم دسترسی به ارقام غیرحساس یا بازارپسند نبودن آن‌ها، استفاده از قارچ‌کش‌های مختلف به عنوان عمده‌ترین روش مهار بیماری در کشور مطرح است. تحقیقاتی که در دهه هفتاد در کشور انجام شده حاکی از برتری قارچ‌کش فوزتیل آلومینیوم (آلیت) در کنترل بیماری است. طی تحقیقی در جیرفت، از قارچ‌کش‌های مورد مطالعه به ترتیب آلیت (WDG)، پرموپاموکارب (WP) و متالاکسیل + مانکوزب (WP) بهترین اثر را در کنترل بیماری نشان داده‌اند (Sardouyi *et al.*, 2005). در خوزستان نیز برای مبارزه با بیماری سفیدک داخلی در شرایط مزرعه‌ای، قارچ‌کش‌های آلیت (WDG)، مانکوزب (WP)، ریدومیل ام – زد (WP) و عصاره کمپوست کود گاوی آزمایش شدند، که قارچ‌کش آلیت با متوسط کنترل ۹۰ درصد بیشترین تأثیر را در کاهش آلودگی به بیماری نشان داد (Mozaffari, 1998). از آنجایی‌که آلیت بخاطر برخی مسائل غیرفنی و محدودیت قانونی ناشی از طولانی شدن دوره ثبت از چرخه مصرف در کشور خارج شده و قارچ‌کش مانکوزب نیز برای محصولات جالیزی منسوخ اعلام گردیده، انجام آزمایشات منطقه‌ای روی قارچ‌کش‌های جدید ضروری است. باتوجه به خلاء جدی که در زمینه استفاده از سموم کم خطر در کنترل سفیدک داخلی در کشور وجود دارد، بایستی به سرعت ترکیبات جدید و مناسب به کشاورزان معرفی گردد. با توجه به تنوع قارچ‌کش‌های معرفی شده علیه این بیماری، انتخاب برترین قارچ‌کش بایستی براساس آزمایشات نهایی و منطقه‌ای، شامل آزمایش قارچ‌کش در گلخانه و مزرعه انجام و با توجه به ملاحظات زیست محیطی و سلامت مصرف‌کنندگان، ترکیبات جدیدتر و ایمن‌تر انتخاب شوند (Dhingra and Sinclair, 1995).

قارچ‌کش سیازوفامید با نام تجاری رانمن Ranman "Cyazofamid (IKF-916) 400 SC" تولید شرکت Ishihara Sangyo Kaisha, Ltd. کشور ژاپن از گروه سموم سیانوایمیدازول Cyanoimidazole، در سال ۱۹۸۷ توسط این شرکت کشف و برای اولین بار در سال ۲۰۰۱ ثبت شد. این ترکیب با فرمول شیمیایی $C_{13}H_{13}ClN_4O_2S$، ۳۴/۵ درصد ماده مؤثره دارد (Anonymous, 2007) که برای کنترل بیماری‌های ناشی از اُاُمیست‌ها توصیه شده و بلایت دیررس گوجه فرنگی و سیب زمینی و سفیدک

داخلی کدوییان را کنترل می‌کند. سیازوفامید فعالیت سیستمیک محدودی داشته و به عنوان قارچ‌کش حفاظتی در خاک یا به صورت سمپاشی اندام‌های هوایی استفاده می‌گردد. مطالعات بیوشیمیایی انجام شده روی مکانیسم عمل سیازوفامید نشان داده است که این ترکیب روی سیتوکروم میتوکندریایی bc_1 در مکان Q_i عمل می‌کند. براساس مطالعات انجام شده تاکنون هیچ‌گونه مقاومت تقاطعی بین سیازوفامید و دیگر قارچ‌کش‌ها از جمله ترکیبات استروبیلورین (بازدارنده های Q_o) و فنیل‌آمیدها مشاهده نشده است. سیازوفامید از مراحل گسترش قارچ از جمله تشکیل اسپورانژیوم، آزادسازی زئوسپور و رشد میسلیومی جلوگیری می‌کند (Mitani *et al.*, 1998).

سیازوفامید دارای LD_{50}>5000 mg/kg [M/F] گوارشی و LD50>2000 mg/kg [M/F] پوستی و LC_{50}>5.5 mg/L [M/F] تنفسی در موش‌های صحرایی مورد آزمایش بوده است. از لحاظ سمیت سیازوفامید در گروه ترکیبات با سمیت پایین تا متوسط قرار می‌گیرد و هیچ‌گونه خاصیت سرطان‌زایی یا جهش‌زایی در موش‌های خانگی و صحرایی (mouse and rat) مورد آزمایش از خود نشان نداده است و براساس فقدان مدرک سرطان‌زایی در این دو موجود در گروه احتمالاً غیرسرطان‌زا برای انسان قرار دارد. میزان دریافت قابل قبول روزانه (Acceptable Daily Intake) ADI آن برابر با ۰/۱۷ mg/kg bw[1]/day تعیین گردیده است. حداقل غلظت بازدارندگی سیازوفامید علیه سفیدک داخلی خیار ۶۳ برابر کمتر از مانکوزب و ۱۶ بار کمتر از متالاکسیل است. سیازوفامید در غلظت ۲۵-۱/۶ میلی‌گرم در لیتر نه تنها اثر پیشگیری از خود نشان می‌دهد بلکه به دلیل ویژگی فرمولاسیون در برابر بارندگی نیز مقاوم است. سیازوفامید در ۶/۳ میلی‌گرم در لیتر تشکیل زئوسپورانژیوم قارچ را در گیاه میزبان به میزان ۹۴ درصد کاهش می‌دهد (Anonymous, 2007). این ترکیب خاصیت درمانی نیز از خود نشان می‌دهد. برای کنترل بیماری‌های بلایت دیررس سیب‌زمینی و سفیدک خیار و گوجه فرنگی قبل از بروز علایم بیماری یا بلافاصله پس از مشاهده اولین علایم بیماری با دز مصرفی ۰/۳ در هزار ترکیب تجاری (۰/۱ در هزار ماده مؤثره) از طرف تولید کننده ترکیب توصیه و دوره کارنس این ترکیب برای سیب زمینی ۷ و برای گوجه فرنگی و خیار ۳ روز اعلام شده است. این قارچ‌کش علاوه بر این‌که در کشور مبداء دارای گواهی ثبت است در ۳۹ کشور عمدتاً توسعه یافته برای کنترل شبه قارچ‌های اُمیست نیز ثبت شده است (Anonymous, 2004a). در آزمایشاتی که در کشورهای ژاپن، ایتالیا و اسپانیا انجام شد، کاربرد سیازوفامید به میزان ۱۰۰ گرم ماده مؤثره در هکتار موجب کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار به میزان ۷۰ و ۸۲ درصد در سال‌های ۱۹۹۶ و ۱۹۹۷ در ژاپن و ۷۳ درصد در ایتالیا شدند. در اسپانیا استفاده ۶۰ گرم ماده مؤثره در هکتار در سال ۱۹۹۷ موجب کنترل ۷۷ درصدی بیماری شد (Mitani, 2001; Mitani *et al.*, 1998). کاربرد سیازوفامید به میزان ۸۰ گرم ماده مؤثره در هکتار موجب کاهش ۷۲ درصد بیماری در ژاپن شد و با استفاده همزمان از سورفکتانت این کاهش به ۸۶ درصد رسید (Mitani *et al.*, 2003).

هدف از این مطالعه سنجش کارایی قارچ‌کش سیازوفامید در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار با اندازه‌گیری شدت آلودگی و فراوانی تشکیل اسپورانژیوم‌های بیمارگر در مقایسه با قارچ‌کش مرجع بود.

مواد و روش‌ها

مشخصات مناطق آزمایش

در ۳ منطقه استان یزد شامل روستای ابراهیم‌آباد رستاق در ۴۰ کیلومتری شمال یزد، روستای دهنو واقع در حومه شهر یزد و حومه تفت واقع در ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شهر یزد گلخانه‌های آزمایشی انتخاب شدند. مناطق در نظر گرفته شده از لحاظ اقلیمی با یکدیگر تفاوت داشته، به‌طوری‌که ابراهیم‌آباد رستاق در منطقه دشت اردکان، آب

[1] Body Weight

و هوای گرم و خشک داشته، حومه تفت دارای اقلیمی کوهپایه‌ای و معتدل، و ناحیه دهنو دارای اقلیمی بینابینی این دو منطقه است. با وجودی که اکثر گلخانه‌های خیار در استان مبتلا به سفیدک داخلی است، با این وجود آزمایش‌های مربوطه در محلی با سابقه آلودگی بالا در سال‌های ۸۹ و ۹۰ انجام شد. کشت‌های زیر پلاستیک خیار در روستای ابراهیم‌آباد رستاق، دهنو و حومه تفت در ماه‌های مهر، آبان و دی ۸۹ به ترتیب شروع شد، آزمایشات در ابراهیم‌آباد رستاق و دهنو طی ماه‌های آذر و دی به ترتیب و در حومه تفت طی ماه‌های اسفند ۸۹ و فروردین ۹۰ انجام شد. رقم مورد کاشت در همه مناطق رقم نگین بود (جدول ۱).

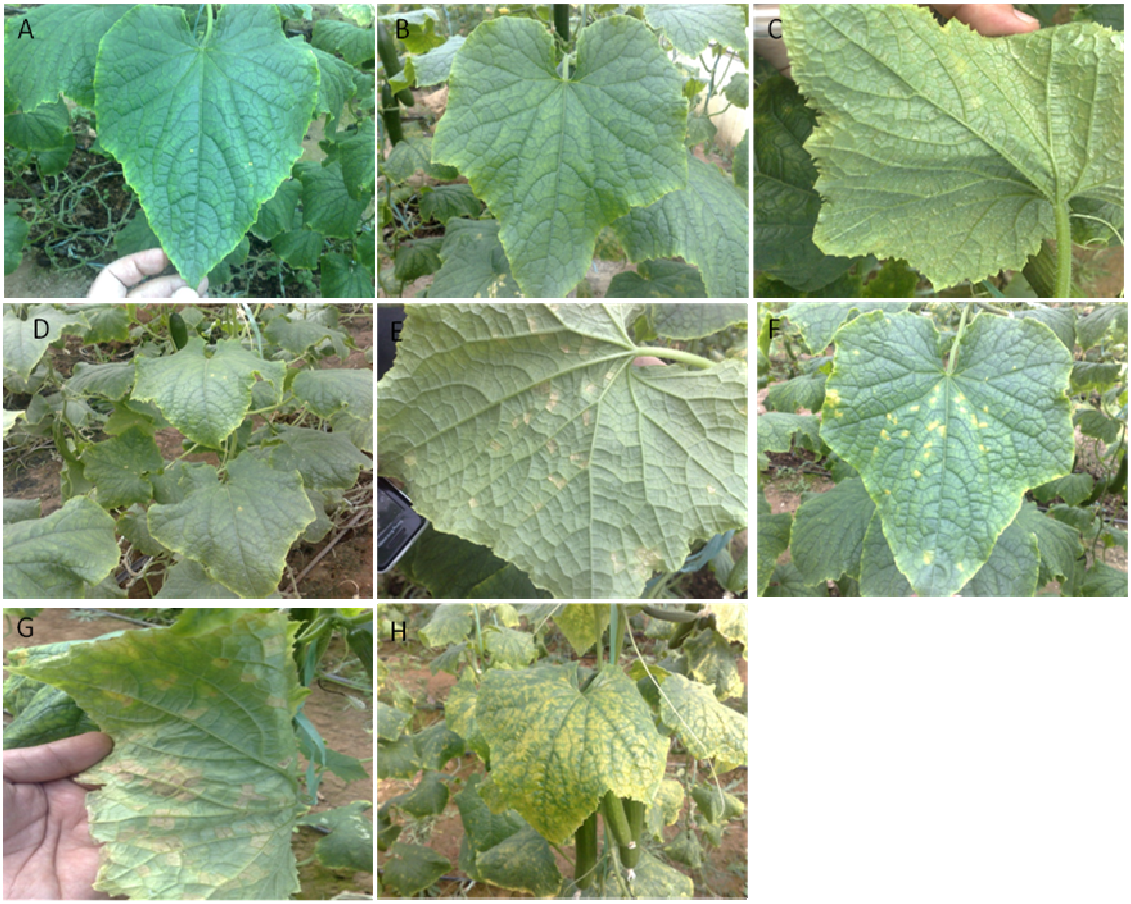
تیمارهای مورد آزمایش

قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن® SC 400) در ۳ غلظت شامل ۲۰۰، ۳۰۰ و ۴۰۰ میلی‌لیتر در ۱۰۰۰ لیتر آب به همراه قارچ کش فاموکسادون (۱۶/۶٪) + سیموکسانیل (۲۲/۱٪) (اکوییشن® پرو WDG 52.5%) در غلظت ۳۰۰ گرم در ۱۰۰۰ لیتر آب مورد استفاده قرار گرفت. در هر گلخانه آزمایشی، قطعات آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار انتخاب گردیدند. هر قطعه دارای ۱۰ بوته با فاصله ۳۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها و ۴۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها در نظر گرفته شد. با مشاهده اولین علایم بیماری در گلخانه‌های آزمایشی، سم‌پاشی انجام گردید. شروع آلودگی و بروز لکه‌ها در منطقه ابراهیم‌آباد رستاق در ماه آبان، در منطقه دهنو در ماه آذر و در حومه تفت در بهمن ماه مشاهده و سمپاشی‌های مربوطه انجام شدند. با فراهم شدن شرایط مناسب برای ایجاد بیماری، سم‌پاشی انجام و بسته به شدت بیماری ۱۰-۷ روز بعد تکرار گردید (Mitani *et al.*, 1998). آماربرداری از کرت‌های آزمایشی ۱۰-۷ روز بعد از سمپاشی سوم انجام شد. در هر مرحله ۱۰ بوته در هر کرت براساس روش Thomas *et al.* (1987) با مقداری تغییرات (تبدیل شاخص‌های ۰، -، ±، + و +++ به ترتیب به اعداد ۰، ۳، ۵، ۷ و ۹) مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۲ و شکل ۱). میزان آب مصرفی برای هر بوته به طور متوسط ۱۵ میلی لیتر بود و برای هزار مترمربع خیار گلخانه‌ای شامل حدود ۳۰۰۰ بوته ۴۵ لیتر برآورد گردید.

جدول ۱- وضعیت مناطق آزمایش ارزیابی قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن® SC 400) علیه سفیدک داخلی خیار.

Table 1. Field conditions for the evaluation of Cyazofamid (Ranman 400 SC) against cucumber downy mildew.

Location	Geographic position	Climatic condition	Temperature (°C)		Relative humidity (%)		Annual rainfall (mm)	Altitude	Fungicide application interval (day)	Number of spraying	Evaluation time
			Day	Night	Day	Night					
IbrahimAbad Rostagh	Ardakan-Yazd plain	desert	20-25	11-18	60	72	60	1175	10	3	10 days after third spraying
Dehno	South of Yazd city	Hot, dry desert	18-25	10-17	64	70	62	1230	7-10	3	10 days after third spraying
Taft	Taft environs	Semi-desert	20-25	12-18	65	72	212	1560	7	3	7 days after third spraying



شکل ۱- تعیین شدت بیماری سفیدک داخلی خیار در آزمایشات بر اساس شاخص Thomas *et al.* (1987) با مقداری تغییرات. A و B: برگ بدون علائم؛ C و D: وجود لکه و عدم تشکیل اسپورانژیوم (نوع ناسازگار)؛ E و F: وجود لکه و تشکیل محدود اسپورانژیوم (نوع سازگار)؛ G و H: سطح برگ با لکه‌های بیماری پوشیده شده و مقدار زیادی اسپورانژیوم تشکیل گردیده است (نوع بسیار سازگار).

Figure 1. Determination of disease severity of cucumber downy mildew based on Thomas *et al.* (1987) with some modifications. A and B: symptomless leaf; C and D: Visual spots without sporangium formation (incompatible); E and F: Visual spots with a few sporangium (compatible); G and H: Spots covered the leaf surface (highly compatible) with a lot of sporangium.

تخمین شدت بیماری

در کرت‌های آزمایشی شدت بیماری درکرت‌های آزمایشی براساس شاخص ارائه شده توسط Thomas *et al.* (1987) با مقداری تغییرات ارزیابی شد. برای این منظور از هر کرت ۱۰ بوته و از هر بوته ۱۰ برگ به طور تصادفی از قسمت‌های مختلف گیاه جمع‌آوری (جمعاً ۱۰۰ برگ) و مورد ارزیابی قرار گرفتند. شدت بیماری در هر برگ بر اساس شاخص ۰ تا ۹ تعیین و گروه‌بندی گردید و از فرمول طراحی شده ذیل برای ارزیابی شدت بیماری در هر بوته یا کرت استفاده گردید.

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

که در این فرمول: DS: شدت بیماری، ni : تعداد برگ‌های با نمره مشابه، vi: نمره بیماری از ۹-۰ برای هر برگ، N: تعداد کل برگ‌های مورد ارزیابی و V: بالاترین نمره بیماری (۹) است. در صورتی که هیچ‌گونه علایمی از بیماری روی سطح برگ‌های مورد بررسی دیده نشود (نمره صفر) و شدت بیماری محاسبه شده برابر با صفر و در صورتی که سطح هر برگ مورد بررسی کاملا آلوده باشد (نمره ۹) شدت بیماری برابر با ۱۰۰ درصد خواهد بود.

درصدهای به دست آمده با استفاده از فرمول Arcsin√ X تبدیل به اعدادی گردید تا به توزیع نرمال نزدیک‌تر باشد و سپس اعداد به دست آمده در محاسبات آماری منظور گردید. اثر تیمارهای آزمایش روی شدت آلودگی بیماری بعد از تبدیل داده با استفاده از نرم افزارآماری SAS ارزیابی شد و میانگین داده ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح ۱ درصد و ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۲- الگوی مورد استفاده برای ارزیابی شدت بیماری سفیدک داخلی

Table 2. The pattern used for disease severity (cucumber downy mildew) scaling.

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)

ارزیابی کنترل بیماری

از فرمول CV=(1-T/C)×100 برای ارزیابی قارچ‌کش‌ها و همچنین غلظت های آنها در کنترل بیماری سفیدک کرکی خیار استفاده گردید. در این فرمول CV (Control Value) مقدار کنترل، T درصد برگ‌های آلوده تیمار شده با قارچ‌کش و C درصد برگ‌های آلوده گیاهان تیمار نشده را نشان می‌دهد (Mitani *et al*., 2003).

نتایج

تاثیر قارچ‌کش‌ها در گلخانه‌های آزمایشی در هر منطقه با توجه به متغیر بودن فاکتورهایی مانند ارتفاع از سطح دریا، شرایط آب و هوایی و عدم یکنواختی دما، نور، رطوبت، تفاوت در مدیریت واحد تولیدی جداگانه تجزیه واریانس گردید. نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری در ۳ مکان و ۳ نوبت ارزیابی نشان داد اختلاف بین تکرارها معنی‌دار نبوده ولی بین تیمارهای مورد بررسی در سطح احتمال ۱ درصد و بعضا ۵ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری سفیدک داخلی خیار در آزمایش شدت بیماری.

Table 3. Analysis of variance of disease (cucumber downy mildew) severity assay.

Variation Resources	Df	Mean square (MS)		
		Location		
		Ibrahim Abad	Dehno	Taft environs
Block	3	0.0085^{ns}	0.0202^{ns}	0.0213^{ns}
Treatment	4	0.2472^{**}	0.0892^{**}	0.0803^{*}
Error	12	0.0065	0.0109	0.0175
Coefficient of Variation (CV)		20.09	24.77	24.76

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

نتایج روستای ابراهیم‌آباد رستاق

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، نشان داد در شاهد بدون سمپاشی و تیمار سیازوفامید ۰/۲ در هزار به ترتیب بیش‌ترین شدت آلودگی رخ داده است و بین این دو تیمار با سایر تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد. اما بین تیمارهای سیازوفامید ۰/۳ و ۰/۴ در هزار و اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود نداشته و کمترین شدت بیماری در اثر کاربرد این تیمارها دیده می‌شود (جدول ۴).

نتایج روستای دهنو

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، بیان‌گر این بود که تیمار شاهد بیش‌ترین شدت بیماری را در بین تیمارها از خود نشان می‌دهد و با سایر تیمارهای آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار داشت. تیمارهای سیازوفامید ۰/۲ در هزار، اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار و سیازوفامید ۰/۴ در هزار در رتبه بعدی از نظر شدت آلودگی قرار داشته، بین آن‌ها در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌داری دیده نشد و در یک گروه آماری قرار گرفتند. کمترین شدت بیماری در تیمار سیازوفامید ۰/۳ در هزار دیده شده و بین این تیمار و تیمار سیازوفامید ۰/۴ در هزار اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد دیده نشده و در یک گروه آماری قرار گرفت ولی با سایر تیمارهای آزمایش در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴).

نتایج حومه تفت

مقایسه میانگین‌ها براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن، بیان‌گر این است که تیمار شاهد بیش‌ترین شدت بیماری را در بین تیمارها از خود نشان می دهد. تیمارهای سیازوفامید ۰/۲ و ۰/۳ در هزار رتبه بعدی از نظر شدت بیماری قرار داشته و در یک گروه آماری قرار می‌گیرند، با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد نداشته ولی با سایر تیمارها در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی دار دارند.کمترین شدت بیماری در تیمارهای اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار و سیازوفامید ۰/۴ در هزار دیده شد و این تیمارها در یک گروه آماری قرار گرفتند ولی در سطح احتمال ۵ درصد با بقیه تیمارها اختلاف معنی‌دار داشتند (جدول ۴).

جدول ۴- مقایسه میانگین شدت بیماری سفیدک داخلی خیار در مناطق اجرای آزمایش با تیمارهای مختلف سموم.

Table 4. Mean comparison of the average disease (cucumber downy mildew) severity in the experimental areas by fungicides treatments (%).

Treatment	Location		
	Ibrahim Abad	Dehno	Taft environs
Cyazofamid 0.2 ml/l	30.4b	18.99b	26.99ab
Cyazofamid 0.3 ml/l	4.66c	5.98c	30.10ab
Cyazofamid 0.4 ml/l	5.33c	13.10bc	12.87b
Equation pro® 0.3 g/l	4.66c	17.88b	20.55b
Control	46.33a	36.99a	45.97a

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

بر اساس داده‌های جدول ۵ و ارزیابی میزان کنترل بیماری با استفاده از فرمول CV=(1-T/C)×100، به طور متوسط در مکان‌های مختلف، بیماری به میزان ۴۰ تا ۷۵ درصد با استفاده از دزهای مختلف سیازوفامید کنترل شد. در مقایسه، قارچ‌کش اکوییشن پرو در دُز مورد استفاده بیماری را به میزان ۶۶ درصد کنترل کرد (جدول ۵).

جدول ۵- مقایسه میانگین درصد کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار در مناطق اجرای آزمایش با تیمارهای مختلف سموم.

Table 5. Mean comparison of the average disease (cucumber downy mildew) control (%) in the experimental areas by fungicides treatments.

Treatment	Location		
	Ibrahim Abad	Dehno	Taft environs
Cyazofamid 0.2 ml/l	34.34	48.66	41.28
Cyazofamid 0.3 ml/l	89.94	83.83	34.52
Cyazofamid 0.4 ml/l	88.49	64.58	72
Equation pro® 0.3 g/l	89.94	51.66	55.29
Control	0	0	0

بحث

نتایج به دست آمده نشان داد که دزهای قارچ‌کش‌های مورد استفاده در آزمایشات انجام شده در مناطق مختلف استان یزد، دارای اختلاف معنی‌داری با شاهد (بدون کاربرد قارچ‌کش) بوده و کم‌ترین شدت بیماری به طور میانگین به ترتیب در اثر کاربرد ۰/۴ و ۰/۳ در هزار سیازوفامید و ۰/۳ در هزار اکوییشن پرو حادث شده است.

در روستای ابراهیم‌آباد رستاق کمترین شدت بیماری در به ترتیب تیمارهای سیازوفامید ۰/۴ و ۰/۳ در هزار مشاهده شد. در روستای دهنو کمترین شدت بیماری به ترتیب در تیمارهای سیازوفامید ۰/۳ و ۰/۴ در هزار دیده شد و بهترین تاثیر را در کنترل بیماری از خود نشان داد. در حومه تفت، سیازوفامید ۰/۴ در هزار و اکوییشن پرو ۰/۳ در هزار بیش‌ترین تاثیر را در کنترل بیماری از خود نشان داد.

نتایج به دست آمده در مکان‌های مختلف نشان می‌دهد قارچ‌کش سیازوفامید در برخی مناطق و برخی دزها نتایج بسیار مطلوبی دارد به طوری که در روستای ابراهیم‌آباد کنترل بیماری به مقدار ۸۸/۴۹ درصد و ۸۹/۹۴ درصد با استفاده از دز ۰/۴ و ۰/۳ در هزار سیازوفامید به ترتیب حاصل شد. این دزها در سایر مکان ها موجب کنترل بیماری به میزان ۸۳/۸۳ و ۶۴/۵۸ درصد در روستای دهنو و ۷۲ و ۳۴/۵۲ درصد در حومه تفت شد. استفاده از دز ۰/۲ در هزار سیازوفامید در مکان‌های مختلف نتایج متفاوتی از خود نشان می‌دهد به‌طوری که کنترل بیماری به میزان ۳۴/۳۴، ۴۱/۲۸ و ۴۸/۶۶ درصد در نقاط مختلف در اثر کاربرد این دز دیده شد و توصیه این دز جهت کنترل بیماری مطلوب به نظر نمی‌رسد.

این نتایج با داده‌های به دست آمده از آزمایش قارچ‌کش سیازوفامید در کشورهای ژاپن و ایتالیا مبنی بر تاثیر مناسب این ترکیب در دُزهای ۰/۳ و ۰/۴ در هزار در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار تا حدودی مطابقت دارد به طوری که در ژاپن کنترل بیماری به میزان ۷۰، ۷۲ و ۸۲ درصد و در ایتالیا به میزان ۷۳ درصد با استفاده از دز ۰/۴ در هزار این ترکیب حاصل شده است (Mitani *et al.*, 1998; Mitani *et al.*, 2003).

با عنایت به نتایج به دست آمده در مکان های مختلف آزمایش و میانگین های محاسبه شده در جدول ۶ و با مقایسه نتایج آزمایش در کشورهای ژاپن و ایتالیا، بیماری سفیدک داخلی خیار با کاربرد ۰/۴-۰/۳ در هزار قارچ کش سیازوفامید به نحو قابل قبولی کنترل می‌شود.

کنترل شیمیایی در مدیریت سفیدک داخلی خیار بسیار مؤثر است. با این وجود، زمانی که کنترل شیمیایی در ترکیب با عملیات زراعی و ارقام مقاوم به همراه پیش آگاهی کشاورزان به کار رود، می‌تواند منجر به کاهش مصرف سم و هزینه تولید شود. سفیدک های داخلی اغلب باعث خسارت‌های سریع و شدید در گیاهان جوان می‌شود. غالباً خسارتی بین ۴۰ تا ۹۰ درصد وارد کرده و موجب از دست رفتن قسمت عمده یا کل محصول می‌گردند. شدت خسارت به فراهم بودن مستمر شرایط رطوبی و خنکی هوا

در طول مدتی که عامل سفیدک داخلی در حال اسپورزایی است وابسته است. در این وضعیت آلودگی‌های بی‌شمار جدید گسترش یافته و بافت‌های جوان حساس را ازبین می‌برد. در شرایط رطوبی خنک معمولا بیماری قابل کنترل نیست و زمانی که شرایط آب وهوایی رو به خشکی و داغ شدن می‌رود، بیماری شروع به افت می‌کند. با کشف قارچ‌کش‌های سیستمیک توانایی در کنترل این بیماری به میزان قابل ملاحظه‌ای بهبود یافته ولی با این حال هنوز هم کنترل آن‌ها دشوار است (Agrios, 2005).

تشخیص سریع، کلید مدیریت سفیدک داخلی خیار است. در صورتی که سم‌پاشی با ترکیبات شیمیایی در زمان مناسب آغاز نشود کنترل بیماری دشوار خواهد بود. آن چه در کنترل بیماری مهم است مدیریت محصول با فراهم آوردن جریان هوا و کاهش سطوح رطوبت در میان کانوپی گیاه است. پیش آگاهی بیماری در محصولات گلخانه‌ای با ارزیابی مرتب و دقیق رطوبت و دمای محیط ممکن است. دمای بهینه برای تولید اسپورانژیوم ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد و در کنار آن حداقل ۶ ساعت رطوبت بالا لازم است (Babadoost *et al*., 2004). اطلاع از این شرایط در گلخانه‌های خیار کشور و اعمال پیش‌آگاهی به دلیل وضعیت غیراستاندارد سازه و اسکلت در غالب مناطق کشور و غیریکنواختی در توزیع دما و رطوبت دشوار است. پیداست با این وضعیت امکان کنترل و نامساعد کردن شرایط محیطی برای بیمارگر نیز با مشکل روبروست و عملا گلخانه‌داران را به سوی مصرف دوره‌ای سموم هدایت می‌کند.

قارچ‌کش‌های مؤثر روی بیماری شامل فلوپیکولید (fluopicolide)، فاموکسادون+ سایموکسانیل (famoxadone+cymoxanil)، سیازوفامید (cyazofamid)، زوکساماید (zoxamide) و پروپاموکارب هیدروکلراید (propamocarb hydrochloride) هستند (Colucci, 2008).

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 جزیی به شمار می رفت. بین سال‌های ۸۸-۱۹۸۲ کاهشی برابر با ۲/۵ درصد در سال در هکتار در اثر این بیماری در محصول تولیدی برآورد گردید. طغیان بیمارگر در سال ۲۰۰۴، کاهش ۴۰ درصد از محصول را در پی داشت و از آن به بعد سفیدک داخلی به عنوان یک بیماری 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 هم مقاومت میزبان و هم کاربرد قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری بایستی مشارکت داشته باشند (Dean Call, 2010).

P. cubensis شبه قارچی است که مقاومت به قارچ‌کش‌ها در آن خیلی سریع اتفاق می‌افتد. کاهش تاثیر قارچ‌کش‌های مفنوکسام (mefenoxam)، متالاکسیل و استروبیلورین قبلا گزارش شده است، در نتیجه قارچ‌کش‌هایی که به عنوان ترکیبات مؤثر نام برده شد نیز بایستی تحت استراتژی های مدیریتی مقاومت به قارچ‌کش‌ها به طور جدی مورد استفاده قرار گیرند که از جمله می‌توان به کاربرد ترکیبی قارچ‌کش‌ها با مکانیسم عمل‌های متفاوت اشاره کرد (Anonymous, 2004b).

References:

Agrios, G. N. 2005. Plant pathology. Academic Press, U.S.A. 635 pp.

Anonymous. 2004a. Evaluation Report: Cyazofamid, Food Safety Commission. Pesticides Experts Committee. 24 pp.

Anonymous. 2004b. Pesticide Fact Sheet for Cyazofamid, United States Environmental Protection Agency (EPA), USA. 25 pp.

Anonymous. 2007. Registration Report (draft), Norway, Ranman Twin Pack, Cyazofamid, Norwegian Food Safety Authority Pesticides Section. 75 pp.

Anonymous. 2010. FAO database. http//fao.org/statistics. [Accessed on 2014-2-3].

Babadoost, M., Richard A., Weinzierl, J. and Masiunas, B. 2004. Identifying and Managing Cucurbit Pests. University of Illinois Extension. pp. 7.

Colucci, S. 2008. Host Range, Fungicide Resistance and Management of *Pseudoperonospora cubensis*, Causal Agent of Cucurbit Downy Mildew. Master's Thesis. North Carolina State University. 139 pp.

Dean Call, A. 2010. Studies on Resistance to Downy Mildew in Cucumber (*Cucumis sativus* L.) Caused by *Pseudoperonospora cubensis,* M.Sc. Thesis, North Carolina State University. 204 pp.

Dhingra, O. D. and Sinclair, J. B. 1995. Basic Plant Pathology Methods. CRC press, UK. 434 pp.

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

Miller, S. A., Mera, J. R. and Baysal-Gurel, F. 2010. Vegetable disease Management Research Report 2009. *Plant Pathology Series*.139: 30 pp.

Mitani, S. 2001. RANMAN (cyazofamid) a novel fungicide for the control of Oomycete plant diseases. *Agrochemicals Japan*. 78: 17-20.

Mitani, S., Araki, S., Matsuo, N. and Kamblin, P. 1998. IKF-916- A novel systemic fungicide for the control of Oomycetes plant diseases, The 1998 Brighton Conference Pests and Diseases. 16 November, Brighton, UK, pp. 351-358.

Mitani, S., Kamachi, K., Sugimoto, K., Aaraki, S. and Yamaguchi, T. 2003. Control of Cucumber Downy Mildew by Cyazofamid. *Journal of Pesticide Science*. 28(1): 64-68.

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]

Sardouyi, Z., Jalayani, N. and Sharifi Tehrani, A. 2005. Evaluation of some fungicides for cucumber downy mildew control and identification of other hosts. Research project report, Plant Pest and Diseases Department, Agriculture and Natural Resources Research Center of Jiroft. 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.

Efficacy of cyazofamid (SC 400) Fungicide in the Control of Downy Mildew of Greenhouse Cucumber

Seyed Reza Fani[*] [1], Mohammad Moradi[2], Seyed Alireza Esmailzadeh Hosseini[1], Kazem Dashtekian[1], Abolfazl Sarpeleh[3]

1. Department of Plant Protection, Yazd Agricultural and Natural Resources Research Center, Iran. 2. Iranian Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran. Department of Plant Pathology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.

Received: Apr. 9, 2014 Accepted: Aug. 11, 2014

Abstract

Downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* is one of the most important diseases of greenhouse cucumber which causes significant economic losses in Iran annually. For the assessment of cyazofamid (Ranman® SC 400) efficacy on the control of this disease as a new and safe fungicide, three locations in Yazd province with precedent infection were selected and *in situ* assays were carried out with 5 treatments and four replications during the years 2010 and 2011. Treatments included Ranman in doses of 0.2, 0.3 and 0.4 ml/1000L, Famoxadone (16.6%) + Cymoxanil (22.1%) (Equation® pro WDG 52.5%) at a rate of 0.3 g/1000L when the first symptoms of the disease was observed and the results were compared with the control without spraying. The disease severity was assessed when the disease percentage in the control treatment was estimated at 50%. Data were analyzed by SAS software and Duncan's multiple range tests used for mean comparison. Results indicated that fungicide application caused significant decrease in the disease severity compared to control treatment. The highest disease control occurred in treatment of cyazofamid at 0.4 ml/1000L (75.77%) and 0.3 ml/l followed by Equation pro at 0.3 g/1000L (68.48 and 66.6% respectively) application rates. The lowest control percent was that of cyazofamid at 0.2 ml/1000L application rate (40.91%). In conclusion, cyazofamid at 0.3-0.4 ml/1000L is recommended for the disease control.

Key words: Ranman, Cucumber downy mildew, Cyazofamid, Yazd.

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