

ارزیابی برخی قارچ‌کش‌های رایج در کنترل سفیدک داخلی خیار گلخانه‌ای ناشی از
Pseudoperonospora cubensis Rostovzev.

بهنام پوزشی میاب^{1*}، سید رضا فانی²
تاریخ دریافت: 94/2/12 تاریخ پذیرش: 94/7/9

چکیده

سفیدک داخلی مهم‌ترین بیماری اندام هوایی خیار در کشت‌های گلخانه‌ای است. این بیماری توسط گونه *Pseudoperonospora cubensis* به وجود آمده و در صورت عدم کنترل خسارت زیادی وارد می‌کند. اثر قارچ‌کش‌های سیازوفامید (رانمن[®] 34.5 % SC)، پتاسیم فسفیت (فسفیت[®] 53 % WSL)، فلویپیکولید + پروپاموکارب (propamocarb) (hydrochloride 625g/l + fluopicolide 62.5 g/l) (اینفینیتو[®] 68,75 SC) و فاموکسادون + سیموکسانیل (اکویشن‌پرو[®] WG) در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار در گلخانه‌ای در اربطان مرند (آذربایجان شرقی) با سابقه آلودگی به بیماری ارزیابی شد. آزمایش با 11 تیمار و چهار تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در سال 93 انجام گردید. تیمارهای آزمایش، قارچ‌کش‌های رانمن به میزان 0/2، 0/3 و 0/4 در هزار، فسفیت به میزان 2، 3 و 4 در هزار، اینفینیتو به میزان 1/25، 1/5 و 2 در هزار، اکویشن‌پرو به میزان 0/3 در هزار، و شاهد بدون سم‌پاشی بودند. سم‌پاشی کرت‌های آزمایشی بعد از مشاهده اولین علائم بیماری در سه نوبت با فاصله زمانی 10 روز انجام و آماربرداری از کرت‌های آزمایشی، هفت روز بعد از آخرین سم‌پاشی انجام شد. شدت آلودگی برای هر کرت براساس میزان لکه روی سطح برگ و تشکیل و یا عدم تشکیل اسپورانژیوم محاسبه شد. تجزیه آماری داده‌ها با نرم افزار SPSS و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گرفت. نتایج نشان داد که بهترین اثر کنترل بیماری مربوط به تیمارهای رانمن 0/4 در هزار، فسفیت 4 در هزار و اینفینیتو 2 در هزار به ترتیب با شدت بیماری 3/3، 7/53 و 8/69 درصد نسبت به 79 درصد در تیمار شاهد بود ($P \leq 0.01$). بدین ترتیب این قارچ‌کش‌ها می‌توانند در گلخانه بصورت متناوب مورد استفاده قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: سیازوفامید، پتاسیم فسفیت، اکویشن‌پرو، شدت بیماری، مرند.

¹ - استادیار، گروه بیماری‌شناسی گیاهی، واحد مرند، دانشگاه آزاد اسلامی، مرند، ایران.

² - استادیار، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران.

* - نویسنده مسئول مقاله: Pouzeshi2@marandiau.ac.ir

مقدمه

ارزش اقتصادی بالاتر، کیفیت و بازاریابی بهتر و مصرف بهینه آب و نهاده‌های کشاورزی در کشت‌های گلخانه‌ای موجب توسعه و رونق این نوع کشاورزی در کشور شده است. در این میان سطح زیر کشت و تولید خیار گلخانه‌ای جایگاه ممتازی یافته است و ایران را در زمره عمده‌ترین مناطق تولید خیار در دنیا قرار داده است (Anonymous, 2015a). از بین بیماری‌های مخرب این محصول، بیماری سفیدک داخلی ناشی از شبه قارچی از سلسله Chromista و شاخه Oomycota به نام *Pseudoperonospora cubensis* (Berk. & Curtis) Rostovzev مهم‌ترین بیماری شاخ و برگ و گسترده‌ترین بیماری در کشت‌های فضای باز مناطق مرطوب و کشت‌های زیر پوشش است. ظهور بیماری با بروز حالت موزاییکی در برگ‌ها شروع شده، ابتدا نواحی سبز کم‌رنگ و محدود به رگ‌برگ‌ها ظاهر و با پیشرفت بیماری این لکه‌ها به رنگ زرد تغییر می‌یابند. در شرایط مرطوب، در سطح زیرین برگ و در مقابل لکه‌ها، اندام بارده بیمارگر یعنی اسپورانژیوفور و اسپورانژیوم عامل بیماری به رنگ خاکستری ظاهر شده و حالتی کرکی به آن می‌دهد. علائم ابتدا در برگ‌های جوان و سپس در غالب برگ‌ها ظاهر شده و موجب سوختگی¹ می‌شود (Etebarian, 2006). این بیماری کلیه مراحل رشدی گیاه را تحت تأثیر قرار داده و با از بین بردن اندام‌های هوایی، کاهش رشد گیاه را سبب می‌شود. به دلیل چند چرخه‌ای بودن بیمارگر و همه‌گیری سریع بیماری، عملکرد محصول به شدت افت می‌کند (Miller et al., 2010). کنترل اصولی بیماری نیازمند اجرای مدیریت تلفیقی شامل تهویه 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[®] 80% WDG)، پروپاموکارب (پرویکور[®] 66.5% SL) و متلاکسیل + مانکوزب (رزالاکسیل[®] 72% WP) به ترتیب بیشترین اثر را در کنترل بیماری سفیدک داخلی خیار داشتند (Sardouyi et al., 2005). مقایسه 5 قارچ‌کش زینب (دیتان زد- 78% WP 75%)، بنومیل (بنلیت[®] 80% WP)، مانکوزب (80% WP)، مانب (80% WP) و کاپتان (50% WP) در آذربایجان غربی نشان داد که 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 45%[®] WP 80%)، متلاکسیل - مانکوزب (زیدومیل ام - زد[®] 72% WP) و عصاره کمپوست کود گاوی در خوزستان نیز نشان داد از بین این تیمارها، قارچ‌کش آلیت با کنترل 90% بیماری بهترین کارایی را دارد (Mozaffari, 1998). کارایی قارچ‌کش‌های فاموکسادون + سایموکسانیل (اکویشن - پرو[®] 52.5% WG) و ایپرووالیکارب - پروپینب (ملودیدو[®] 66.8% WDG) نیز در کنترل بیماری در گلخانه و کشت‌های زیر پوشش پلاستیک در اصفهان و جیرفت مورد بررسی قرار گرفت و

¹ Blight

غلظت 2/5 در هزار ملودی دو و 200 گرم در هکتار اکویشن‌پرو بهترین نتایج را نشان دادند (Alavi et al., 2002). آزمایش‌های انجام شده در فضای باز و کشت گلخانه‌ای خیار برای ارزیابی اثر نمک‌های مونو و دی پتاسیم اسید فسفورو (اگریفوس® SL 45.8%)، دی متومورف (آکروبات® WP 69%)، اکویشن‌پرو، هیدروکسید مس - متلاکسیل (ریدومیل گلدپلاس® WP 42.5%)، کلرتالونیل (داکونیل® SC 720)، ریدومیل ام زد (WP 72%)، فلوپیکولید- هیدروکلراید پروپاموکارب (اینفینیتو® SC 62.5) و (ریوسوس® SC 250) در مناطق خوزستان (شوش)، ورامین و زابل نیز نشان داد که قارچ‌کش‌های آکروبات 3 در هزار، اکویشن‌پرو 400 گرم در هکتار و داکونیل 3 لیتر در هکتار بهترین کارایی را در کنترل بیماری دارند (Dehghani et al., 2010). طی تحقیق انجام شده در یزد دزهای 0/3 تا 0/4 در هزار قارچ‌کش سیازوفامید (رانمن® SC 34.5%) در کاهش شدت بیماری سفیدک داخلی خیار مؤثر بود (Fani et al., 2011). مقایسه ترکیبات اینفینیتو، ریدومیل گلدپلاس و اکویشن‌پرو در مناطق فلاورجان و مبارکه (استان اصفهان) نشان داد قارچ‌کش‌های اینفینیتو به نسبت 1/5 و 2 در هزار و ریوسوس به نسبت 1/5 در هزار بیشترین کارایی را در کنترل بیماری از خود نشان دادند (Nasr Esfahani et al., 2014). فسفیت پتاسیم در دزهای 3 تا 5 در هزار نیز بیشترین کارایی را در کنترل بیماری در مناطق یزد و ورامین داشتند (Fani et al., 2015). قارچ‌کش‌های فسفره جدید مانند فوسترول®، پروفیت® و فسفیت نسبت به محصولات قدیمی‌تر این گروه مانند آلپت 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).

قارچ‌کش سیازوفامید با نام تجاری رانمن¹ Ranman 400SC تولید شرکت Ishihara Sangyo Kaisha کشور ژاپن از گروه سموم سیانوایمیدازول Cyanoimidazole، در سال 1987 توسط این شرکت کشف و برای اولین بار در سال 2001 ثبت شد. این ترکیب با فرمول شیمیایی $C_{13}H_{13}ClN_4O_2S$ ، 34/5% ماده مؤثره دارد و دارای $LD_{50} > 5000$ mg/kg گوارشی در موش‌های آزمایشگاهی بوده است (Anonymous, 2007). این ترکیب برای کنترل بیماری‌های ناشی از Oomycota توصیه شده و سوختگی شاخ و برگ² گوجه فرنگی، سیب زمینی و سفیدک داخلی کدوپیان 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 bc₁ در مکان Q_i عمل می‌کند. براساس مطالعات انجام شده تاکنون هیچ‌گونه مقاومت تقاطعی بین سیازوفامید و دیگر قارچ‌کش‌ها از جمله ترکیبات استروبیلورین (بازدارنده‌های Q_o) و فینیل‌آمیدها مشاهده نشده است (Mitani et al., 2003). سیازوفامید از مراحل گسترش قارچ از جمله تشکیل اسپورانژیوم، آزادسازی زئوسپور و رشد میسلیمی جلوگیری می‌کند. دوره کارنس این ترکیب در خیار 3 روز است (Mitani et al., 1998). پتاسیم فسفیت با نام تجاری فسفیت Fosphite® ترکیبی است با فرمولاسیون مایع قابل حل در آب (WSL)³، محصول شرکت JH Biotech آمریکا، قارچ‌کشی سیستمیک است که برای کنترل بیماری‌های

¹ Soluble concentrate

² Late blight

³ Water soluble liquid

سفیدک داخلی، بیماری‌های فیتوفتورایی و مرگ گیاهچه ناشی از *Pythium* در کشت‌های گلخانه‌ای و فضای باز، گیاهان زینتی، چمن و درختان مثمر و غیرمثمر و همچنین برای تیمار بعد از برداشت سیب‌زمینی جهت کنترل پوسیدگی صورتی و سوختگی شاخ و برگ توصیه شده است. ماده مؤثره این ترکیب نمک‌های مونو و دی‌پتاسیم اسید فسفوروس (KH_2PO_4 , K_2HPO_4) به میزان 53% و 47% سایر مواد همراه است. این ترکیب دارای mg/kg $LD_{50} > 6000$ گوارشی برای موش آزمایشگاهی و در طبقه سمیت IV (بی خطر) قرار می‌گیرد. دوره کارنس فسفیت صفر روز است و در زمره سموم مناسب برای استفاده در محصولات جالیزی قرار دارد (Anonymous, 2014). قارچ‌کش پروپاموکارب هیدروکلراید (از گروه اسیل پیکولید) + فلویپیکولید (از گروه کاربامات) با نام تجاری اینفینیتو (Infinito SC 687.5) قارچ‌کشی تماسی و سیستمیک با خاصیت حفاظتی و معالجه‌کنندگی، محصول شرکت Bayer آلمان است که با ظهور علائم بیماری قابل استفاده است. دارای $LD_{50} > 2000 mg/kg$ گوارشی برای موش آزمایشگاهی بوده و دوره کارنس آن در خیار 3 روز است (Anonymous, 2013).

مردن یکی از مناطق مهم کشاورزی استان آذربایجان شرقی محسوب می‌شود. از نظر سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای در استان این شهرستان در جایگاه دوم قرار داشته و در سال زراعی 93-94 بیش از 40 هزار متر مربع از گلخانه‌های منطقه به کشت این محصول اختصاص داده شد (Anonymous, 2015b). با توجه به نبود اطلاعات دقیق و کافی از کارایی قارچ‌کش‌های رایج در شرایط اقلیمی آذربایجان شرقی، در این تحقیق 4 قارچ‌کش مرسوم و بعضاً جدید در گلخانه مورد ارزیابی قرار گرفت تا مؤثرترین ترکیب در کنترل بیماری معرفی گردد.

مواد و روش‌ها

انتخاب گلخانه و کشت خیار

جهت ارزیابی اثر قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری، گلخانه‌ای در منطقه اربطان شهرستان مردن با سابقه آلودگی به بیماری و وسعت 2000 مترمربع انتخاب شد. اعمال تیمارهای سم‌پاشی از 15 آبان لغایت 15 آذرماه همزمان با رشد رویشی و میوه‌دهی گیاه و با مشاهده اولین علائم بیماری انجام شد. شرایط رشدی گیاه و آزمایش انجام شده در طول مدت تحقیق به شرح جدول یک بود. از رقم نگین تولید شرکت Enza Zaden هلند جهت این پژوهش استفاده گردید.

جدول 1- وضعیت محیط داخلی گلخانه در زمان اجرای آزمایش

زمان	تعداد سمپاشی	فاصله بین سم‌پاشی (روز)	رطوبت نسبی (%)		دما (°C)	
			شب	روز	شب	روز
7 روز بعد از سم‌پاشی سوم	3	10	76/3	47/3	14-20	20-25

تیمارهای آزمایشی

تیمارهای آزمایش شامل قارچ‌کش‌های رانمن به میزان 0/2، 0/3 و 0/4 در هزار، اینفینیتو به میزان 1/25، 1/5 و 2 در هزار، فسفیت به میزان 3، 4 و 5 در هزار، اکویشن پرو به میزان 0/3 در هزار و شاهد بدون سم‌پاشی بودند (جدول 2). هر قطعه دارای 10 بوته با فاصله خطوط 40 سانتی‌متر و فاصله بوته‌ها 30 سانتی‌متر روی پشته‌ها در نظر گرفته شد. شروع آلودگی و بروز لکه‌ها در منطقه اربطان در آذر و آبان ماه اتفاق افتاد. زمان اعمال تیمارها بر اساس پیشرفت بیماری در تیمار شاهد و در سه مرحله و فاصله زمانی 10 روز به ترتیب انجام شد. آب مصرفی برای تهیه محلول قارچ‌کش‌ها 800 لیتر در هکتار در نظر گرفته شد.

جدول 2- قارچ‌کش‌ها و دُزهای مورد استفاده در آزمایش

ردیف	قارچ‌کش	دُز مصرفی در 1000 لیتر آب
1	رانمن 400SC	200 میلی‌لیتر
2	رانمن 400SC	300 میلی‌لیتر
3	رانمن 400SC	400 میلی‌لیتر
4	اینفینیتو 68/75 SC	1250 گرم
5	اینفینیتو 68/75 SC	1500 گرم
6	اینفینیتو 68/75 SC	2000 گرم
7	فسفیت 53 WSL	2000 میلی‌لیتر
8	فسفیت 53 WSL	3000 میلی‌لیتر
9	فسفیت 53 WSL	4000 میلی‌لیتر
10	اکویشن پرو 52/5 WG	300 گرم
11	شاهد (بدون سمپاشی)	-

ارزیابی تأثیر تیمارها

ارزیابی شدت بیماری یک هفته بعد از سم‌پاشی سوم و زمانی که شدت آلودگی تیمار شاهد به حدود 80 درصد رسیده بود، انجام شد. در مرحله ارزیابی 10 بوته و از هر بوته، 10 برگ به طور تصادفی از هر کرت نمونه‌برداری شد (جمعاً 100 برگ) و با استفاده از بینوکولر شدت بیماری ارزیابی شد. ارزیابی شدت بیماری براساس روش توماس و همکاران (Thomas *et al.*, 1987) با کمی تغییر (تبدیل شاخص‌های 0، -، ±، + و +++ به ترتیب به اعداد 0، 3، 5، 7 و 9) صورت گرفت (جدول 3).

جدول 3- الگوی مورد استفاده در تعیین شدت بیماری سفیدک کرکی خیار (Thomas et al. 1987) در ارزیابی

نمره	علامت	شرح علائم
0	0	بدون علائم
3	-	لکه ها موجود است ولی بدون تشکیل اسپورانژیوم که در کلاس incompatible قرار می گیرند
5	- +	اسپورانژیوم ها به صورت محدود تشکیل شده، فقط چند اسپورانژیوفور که آن هم با میکروسکوپ قابل تشخیص است و در کلاس compatible ضعیف قرار می گیرد.
7	+	اسپورانژیوم ها بطور پراکنده موجودند، لکه ها با فاصله از هم تشکیل شده و نسبت به کلاس قبلی در مرحله بالاتری قرار دارد.
9	+++	اسپورانژیوم های فراوان تشکیل شده و لکه ها تمام سطح برگ را پوشانده و در کلاس highly compatible قرار می گیرند.

شدت بیماری در هر برگ بر اساس شاخص 0 تا 9 تعیین و گروه بندی شد. 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 0-9 برای هر برگ، N: تعداد کل برگ های مورد ارزیابی و V: بالاترین نمره بیماری (9) 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 5% مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری در مکان مورد آزمایش نشان داد، بین تیمارها در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی دار وجود دارد (جدول 4).

جدول 4- نتایج تجزیه واریانس شدت بیماری

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	آماره F
تیمار	10	1763/304	42/024*
اشتباه آزمایشی	33	41/960	
ضریب تغییرات (C.V.)	28/869		

* اختلاف معنی دار در سطح احتمال 1%

بر اساس نتایج بدست آمده بیشترین شدت آلودگی در تیمار شاهد بدون سم‌پاشی به میزان 79% و کمترین شدت بیماری در تیمار 0/4 رانمن به میزان 3/36% رخ داد. محلول‌پاشی با قارچ‌کش‌ها باعث کاهش شدت آلودگی نسبت به تیمار شاهد در سطوح مختلف از نظر آماری گردید. دامنه شدت بیماری از 3/3 تا 34% متغیر بود. بهترین تیمار در کنترل بیماری به ترتیب رانمن 0/4 در هزار و فسفیت 4 در هزار با شدت بیماری 3/3 و 7/5% بود. اینفینیتو 2 در هزار، فسفیت 3 در هزار و رانمن 0/2 در هزار نیز از نظر آماری در یک گروه قرار گرفته و با شدت بیماری 8/6، 13 و 13% به ترتیب کنترل نسبتاً مطلوب بیماری را باعث شدند (جدول 5).

جدول 5- مقایسه میانگین شدت بیماری در تیمارهای مختلف آزمایش

ردیف	نام تیمار	شدت بیماری (%)	گروه آماری
1	رانمن 0/4 در هزار	3/36	a*
2	فسفیت 4 در هزار	7/53	ab
3	اینفینیتو 2 در هزار	8/69	abc
4	فسفیت 3 در هزار	13/02	abc
5	رانمن 0/3 در هزار	13/05	abc
6	اینفینیتو 1/5 در هزار	13/69	bc
7	اکویشن پرو 0/3 در هزار	18/35	cd
8	اینفینیتو 1/25 در هزار	25/85	de
9	رانمن 0/2 در هزار	30/24	e
10	فسفیت 2 در هزار	34	e
11	شاهد بدون سمپاشی	79	f

* در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترکند بر اساس آزمون دانکن اختلاف معنی داری در سطح احتمال 5% ندارند.

نتایج به دست آمده براساس نوع قارچ‌کش مصرفی به تفکیک و به شرح ذیل مقایسه می‌گردد:

رانمن: مقایسه میانگین شدت بیماری در دژه‌های 0/2، 0/3 و 0/4 در هزار که به ترتیب 30، 15 و 7/5 درصد بود با میانگین‌های به دست آمده از همان دژه‌ها در 3 نقطه آزمایش سم در استان یزد که به ترتیب 25/3، 13/5 و 10/4 درصد بود (Fani *et al.*, 2011) نشان دهنده تطابق نزدیک در میزان تأثیر رانمن در دو نقطه جغرافیایی متفاوت است. در هر دو نقطه آزمایش، کمترین شدت بیماری در نتیجه دژ 0/4 در هزار به دست آمده است.

اینفینیتو: مقایسه میانگین شدت بیماری 13/7 و 8/7 درصد در اربطان مرند بعد از کاربرد دژه‌های 1/5 و 2 در هزار اینفینیتو با شدت بیماری 47 و 27/5 درصد در نتیجه پاشش دژ 1/5 در هزار و 6/2 و 10 درصد در دژ 2 در هزار به ترتیب در شهرستان‌های فلاورجان و مبارکه استان اصفهان (Nasr Esfahani *et al.*, 2014)، نشان از تطابق نتایج در دژ 2 در هزار در سه منطقه مورد آزمایش دارد ولی اختلاف در دژ 1/5 در هزار در دو منطقه مورد آزمایش فاحش بوده و نشان دهنده شدت بیماری به میزان 3 و 2 برابر در فلاورجان و مبارکه به ترتیب نسبت به اربطان مرند

است. ضمن این که کاربرد 1/25 در هزار اینفینیتو نیز تأثیر بهتری در کنترل بیماری در شهرستان مرند نسبت به 1/5 هزار در استان اصفهان داشته است. با توجه به شدت بالاتر بیماری در تیمار شاهد در اربطان مرند (79%) نسبت به فلاورجان و مبارکه (68 و 63%) شاید بتوان دلیل اختلاف مشاهده شده و کارایی پایین تر 1/5 در هزار اینفینیتو را در کنترل بیماری، ناشی از تفاوت در نژاد بیمارگر و حساسیت کمتر آن به این 1/5 در گلخانه های استان اصفهان دانست.

فسفیت: میانگین شدت بیماری در 3 و 4 در هزار فسفیت در اربطان به ترتیب 13 و 7/5 درصد بوده و از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند. این نتایج با داده‌های به دست آمده در یزد که به ترتیب 11/8 و 8/8 درصد بود (Fani et al., 2015) مطابقت دارد. میانگین شدت بیماری با کاربرد 2 در هزار این ترکیب 34 درصد بود، با رانمن 0/2 در هزار در یک گروه قرار گرفته و کمترین میزان تأثیر را در میان تیمارهای آزمایشی از خود نشان دادند. **اکویشن پرو:** استفاده از اکویشن پرو به عنوان یک قارچ‌کش استاندارد در اکثر آزمایش‌ها به کار برده می‌شود، موجب بروز بیماری با شدت 18/3 درصد گردید. این میزان شدت بیماری به میانگین 15/2 درصد به دست آمده در 4 نقطه مختلف آزمایش در استان یزد در دو سال مختلف 90 و 91 (Fani et al., 2011, Fani et al., 2015) نزدیک است، اما با شدت بیماری 38/5 درصد ثبت شده در ورامین، 58/3 درصد فلاورجان و 42/5 درصد مبارکه تفاوت دارد. دلیل احتمالی ذکر شده در مورد فسفیت در مورد این قارچ‌کش نیز می‌تواند تا حدودی صادق باشد.

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

تا قبل از سال 2004 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. بین سال‌های 88-1982 کاهش محصولی برابر با 2/5 درصد در هکتار در هر سال در اثر این بیماری برآورد گردیده بود. طغیان مجدد بیمارگر در سال 2004، کاهش 40 درصد از محصول را در پی داشت و از آن به بعد سفیدک داخلی به عنوان یک بیماری عمده مخرب در شرق ایالات متحده شناخته شد. در حال حاضر، هیچ یک از ارقام، مقاومتی در حد قبل از سال 2004 نشان نمی‌دهند. با این وجود در بین ارقام موجود اختلافی در میزان مقاومت دیده می‌شود و از مقاومت متوسط تا حساسیت زیاد وجود دارد. بنابراین مقاومت میزبان و کاربرد قارچ‌کش‌ها در کنترل بیماری باید به صورت توأم مدنظر باشد (Dean Call, 2010).

این بیماری در ایران ابتدا در سال 1343 توسط اسکندری در مزارع گیلان و مازندران و سپس از مزارع بندرعباس، جیرفت، گرگان و ورامین گزارش شد. با افزایش سطح زیرکشت خیار گلخانه‌ای این بیماری نیز به عنوان

مهم‌ترین بیماری شاخ و برگ مطرح شده و خسارت آن در برخی موارد، حدود صد در صد نیز برآورد گردیده است (Etebarian, 2006). برای کنترل و جلوگیری از گسترش بیماری، باید ترکیبی از عملیات زراعی مناسب و مبارزه شیمیایی انجام شود. از آنجایی که برداشت و عرضه خیار به مصرف کننده 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 کارنس 3 روز در مورد قارچ‌کش‌های رانمن و اینفینیتو و صفر روز در مورد پتاسیم فسفیت که یک ترکیب معدنی است، یکی از مزایای مهم این قارچ‌کش‌ها در مقایسه با سایر ترکیبات رایج مانند زینب و مانکوزب به شمار می‌رود، ضمن اینکه به دلیل تأثیر بهتر روی بیماری، تعداد دفعات سمپاشی‌ها نیز کاهش یافته و از نظر اقتصادی نیز به صرفه خواهد بود.

نتیجه‌گیری

با عنایت به نتایج به دست آمده در مکان‌های مختلف آزمایش و میانگین‌های محاسبه شده در جدول 5 و با مقایسه نتایج این آزمایش، بیماری سفیدک داخلی خیار در گلخانه‌های خیار با کاربرد 3 در هزار قارچ‌کش فسفیت، 0/4 در هزار قارچ‌کش رانمن و یا 2 در هزار قارچ‌کش اینفینیتو به نحو مؤثری کنترل می‌شود. کاربرد این سموم به محض مشاهده علائم بیماری و تکرار سم‌پاشی منوط به تداوم شرایط مناسب محیطی برای عامل بیماری است.

References

1. Alavi M, Samavatian H and Najafinia M. 2002. Study of the effectiveness of fungicides Equation Pro and Melody Due on the control of *Pseudoperonospora cubensis* causal agent of cucurbits downy mildew. Tehran: Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 20745. 35 p.
2. Anonymous. 2007, Registration Report (draft), Norway, Ranman Twin Pack, Cyazofamid. Norwegian Food Safety Authority Pesticides Section.
3. Anonymous. Infinito. [Internet]. 2013. [Cited 2015 November 9]. Available from <https://www.cropscience.bayer.co.nz/~media/internet/BCSNZ/CP/CropScience%20NZ/Product%20Downloads/Fungicides/Infinito/Infinito%20SDS.ashx>
4. Anonymous. Scientific review of supplementary information for fosphite fungicide (EPAReg.Symbol68573-E) [Internet]. 2014 [Cited 2015 February 21], Available from: http://www.epa.gov/opp00001/chem_search/cleared_reviews/csr_PC-076416_15-Jun-00_008.pdf.
5. Anonymous. FAO database [Internet] 2015a. [Cited 2015 February 21], Available from: <http://www.fao.org/statistics>.
6. Anonymous. Marand [Internet]. 2015b [Cited 2015 October 5], Available from <https://fa.wikipedia.org/wiki/%D9%85%D8%B1%D9%86%D8%AF>
7. Colucci S. 2008. Host range, fungicide resistance and management of *Pseudoperonospora cubensis*, causal agent of cucurbit downy mildew. [MSc]. [Raleigh (NC)] North Carolina State University.
8. Dean Call A. 2010. Studies on resistance to downy mildew in cucumber (*Cucumis sativus* L.) caused by *Pseudoperonospora cubensis*, [MSc]. [Raleigh (NC)] North Carolina State University.
9. Dehghani A., Ranjbar A., Bagheri S. and Shahriari D. 2010. Determination of fungicides effect in control of cucumber downy mildew in uncovering crop and greenhouse. Tehran: Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 38387. 35 p.
10. Etebarian HR. 2006. Vegetable diseases and their control. Tehran: Tehran University Press. 554 p. [In Persian].
11. Fani SR, Esmailzadeh Hosseini SA and Dehghani A. 2011. Determination of Ranman effect in control of cucumber downy mildew in greenhouse. Tehran: Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 42197, 30 p.
12. Fani SR, Moradi M., Shahriari D., Esmailzadeh Hosseini SA and Sarpeleh A. 2015. Efficiency of Fosphite fungicide for cucumber downy mildew control in greenhouse. Pesticides in Plan Protection Sciences [In press].

13. Irani H. 1997. Biological study and evaluation of several fungicides for the control of downy mildew of cucumber in west Azarbijan province. Tehran: Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 78/223, 16 p.
14. McGrath MT. 2004. Diseases of cucurbits and their management. pp. 455-510, *In* SAMH Naqvi (ed). Diseases of fruits and vegetables, Volume I. Wallingford: Springer.
15. Miller SA, Mera JR and Baysal-Gurel F. 2010. Vegetable disease management research report 2009, Plant Pathology Series No. 139. 30 p.
16. Mitani S, Araki S, Matsuo N, Kamblin P. 1998. IKF-916- A novel systemic fungicide for the control of Oomycetes plant diseases. Paper presented at: The 1998 Brighton Conference Pests and Diseases; 16 November 1998: Brighton, UK, pp. 351-358.
17. Mitani S, Kamachi K, Sugimoto K, Aaraki S, Yamaguchi T. 2003. Control of cucumber downy mildew by Cyazofamid. *Journal of Pesticide Science* 28(1): 64-68.
18. Mozaffari H. 1998. Study of cucumber downy mildew causal agent, *Pseudoperonospora cubensis* life cycle and its control under Khouzestan province. [MSc]. [Ahwaz]: Shahid Chamran University.
19. Nasr Esfahani M, Jalali S, Almasi H. 2014. The Effect of mandipropamid (SC 250), propamocarb hydrochloride + fluopicolide (SC 687.5), and mefenoxam + copper oxychloride (WP 42.5) on the control of downy. *Pesticides in Plan Protection Sciences* 1(2): 148-157.
20. 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.
21. Sardouyi Z, Jalyani N and Sharifi Tehrani A. 2005. Evaluation of some fungicides for cucumber downy mildew control and identification of other hosts. Tehran: Agricultural Scientific Information and Documentation Center (ASIDC), 74/244, 18 p. [In Persian with English Summary].
22. Thomas C, Indaba T and Cohen Y. 1987. Physiological and specialization in *Pseudoperonospora cubensis*. *Phytopathology* 77: 1621-1624.

Evaluation of some current fungicides against downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* Rostovzev. on greenhouse cucumber

B. Pouzeshimiyab*¹, S.R. Fani²

Abstract

Downy mildew caused by *Pseudoperonospora cubensis* is the most important foliar disease of greenhouse cultivated cucumber which causes significant economic damages in Iran annually. The effect of five fungicides including Cyazofamid (Ranman[®] SC 34.5), potassium phosphate (Fosphite[®] WSL 53%), fluopicolide (5.53% w/w) + (55.3% w/w) propamocarb hydrochloride (Infinito[®] SC 687.5) and famoxadone + cymoxanil (Equation pro[®] WDG 52.5%) on the control of the disease was assessed in a greenhouse in Arbatan (Marand, East Azerbaijan, Iran) with precedent infection. The experiment was performed in a completely randomized design with 11 treatments and four replications during 2014. Treatments included Ranman at the rates of 0.2, 0.3 and 0.4 ml/l, Fosphite at the rates of 2, 3 and 4 ml/l, Infinito at the rates of 1.25, 1.5 and 2 ml/l, Equation pro at the rates of 0.3 g/l and control without spraying. Spraying was carried out immediately after the appearance of disease symptoms and was repeated for 3 times at intervals of 10 days. Data on disease incidence was recorded one week after the third spraying of fungicides. For this purpose 100 leaves were collected from 10 plants randomly from each plot and disease severity was assessed by measurement of diseased spots on the surface of leaves and sporangium formation density. Collected data were analyzed by SPSS software and means comparison were done by Duncan's multiple range tests. Results indicate that fungicide application caused significant decrease in the disease severity compared with the control treatment. Minimum disease severity occurred in Ranman 0.4 ml/l, Fosphite 4 ml/l and Infinito 2 ml/l with the disease severity of 3.3, 7.53 and 8.69% respectively compared to the control treatment 79%. These fungicides can therefore be applied as alternatives to other chemicals in the control of cucumber downy mildew.

Keywords: Cyazofamid, Potassium phosphate, Equation pro, Disease severity, Marand.

¹- Assistant Professor, Department of Plant Pathology, Marand Branch, Islamic Azad University, Marand, Iran.

²- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Yazd Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Yazd, Iran.

*Corresponding author: pouzeshi2@marandiau.ac.ir