بررسی کارایی قارچ‌کش دیفنوکونازول + سیفلوفنامید (سیدلی‌تاپ® DC ۱٤٪) علیه *Golovinomyces cichoracearum*، عامل بیماری سفیدک پودری خیار

الهه گرامی[۱]، حسین عظیمی[۲]* و محمدرضا اصلاحی[۳]

۱. دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران. ۲. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، تهران، ایران. ۳. سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خوزستان، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۸/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۱/۲۰

چکیده

سفیدک پودری از مهم‌ترین بیماری‌های خیار است که در اکثر مناطق کشت از اهمیت بالایی برخوردار است. اثر قارچ‌کش دیفنوکونازول + سیفلوفنامید (سیدلی‌تاپ® DC 140) در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار با عامل *Golovinomyces cichoracearum* در استان‌های البرز، تهران و خوزستان در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار در شرایط گلخانه بررسی شد. تیمارها شامل سیدلی‌تاپ ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار، تتراکونازول EC 10%(دومارک®) ۰/۴ درهزار، بیکربنات پتاسیم SP 85% (کالیبان) ۵ درهزار و شاهد بدون محلول‌پاشی بودند. محلول‌پاشی کرت‌های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری با استفاده از سمپاش پشتی باطری‌دار ۲۰ لیتری آغاز و با فاصله ۱۰–۵ روز ادامه یافت. ارزیابی کرت‌های آزمایشی قبل از هر نوبتمحلول‌پاشی و ۱۴ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی به روش هورسفال و بارات با اختصاص یکی از نمره‌های ۷–۱ انجام شد. شدت بیماری برای هر بوته با استفاده از میانه کلاس‌ها تعیین و سطح زیر منحنی پیشرفت شدت بیماری برای هر کرت محاسبه شد. داده‌های آزمایشی در نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس و میانگین‌ها به‌طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن ($P=5\%$) مقایسه شدند. مقایسه اثربخشی تیمارها بر اساس مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری در یک دوره ۳۶ روزه نشان داد که غلظت‌های ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار سیدلی‌تاپ به ترتیب ۷۴/۹، ۸۱/۲ و ۸۵/۲ درصد سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی کاهش داده و هر کدام در گروه مجزای آماری قرار گرفتند. در این مقایسه دومارک ۰/۴ درهزار، ۸۲/۷ درصد و کالیبان ۵ درهزار با کمترین اثربخشی، ۵۹/۷ درصد سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی کاهش دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که غلظت ۰/۸ درهزار سیدلی‌تاپ برای فواصل سم‌پاشی ۵ تا ۷ روز، غلظت ۰/۹ درهزار برای فاصله سم‌پاشی ۷ تا ۱۰ روز و غلظت ۱ درهزار برای فاصله سم‌پاشی تا ۱۴ روز قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: جالیز، دیفنوکونازول، سفیدک پودری، سیدلی‌تاپ، سیفلوفنامید، کنترل شیمیایی.

* **مسئول مکاتبات:** حسین عظیمی، hazimi61@yahoo.com

مقدمه

گیاهان تیره کدوئیان (Cucurbitaceae) با ۹۰ جنس و بیش از ۷۵۰ گونه از مهم‌ترین گروه‌های گیاهی با بیشترین گونه هستند که توسط بشر به عنوان غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند. گیاهان این تیره حدود ۷۰۰۰ سال قبل در مکزیک اهلی شده‌اند. از گیاهان تیره کدوئیان خیار که بومی نواحی گرمسیر جنوب آسیا است بیش از ۵۰۰۰ سال است که به عنوان غذا مورد استفاده بشر است و بعد از گوجه‌فرنگی، کلم و پیاز رتبه چهارم را در بین سبزیجات از نظر سطح زیر کشت در دنیا دارد. خیار در بین پنجاه محصول کشاورزی که بیش‌ترین مقدار تولید را در جهان دارند، با تولید ۷۱ میلیون تن، در رتبه بیست و چهارم قرار دارد. در بین کشورهای تولید کننده خیار گلخانه‌ای، چین با بیش از ۵۴ میلیون تن مقام اول و ترکیه و ایران به ترتیب با ۱/۷ و ۱/۶ میلیون تن مقام‌های دوم و سوم را دارا هستند (Ahmadi *et al*., 2017).

یکی از مهم‌ترین بیماری‌های خیار سفیدک پودری است که در اکثر مناطق کشت آن از اهمیت بالایی برخوردار است (Larson *et al*., 2014). بیماری سفیدک پودری خیار را اسفندیاری در سال ۱۳۲۶ از ایران گزارش نمود (Esfandiari, 1947). بیماری از طریق کاهش تعداد و اندازه میوه و نیز از طریق کوتاه‌کردن دوره برداشت باعث بروز خسارت می‌شود (Mossler and Nesheim, 2005). میوه‌های تولید شده از بوته‌های آلوده به بیماری سفیدک پودری بد شکل بوده وکیفیت بازار پسندی پایینی دارند (McGrath, 1997).

بونه‌های *Sphaerotheca fuliginea* (Schltdl.) Pollacci و *Erysiphe cichoracearum* DC. به عنوان عوامل بیماری شناخته شده‌اند (Jahn *et al*., 2002). پیشرفت‌های سیستماتیک مولکولی منجر به تغییر نام این دو گونه به‌ترتیب به *Podosphaera fuliginea* (Schltdl.) U. Braun & S. Takam. و *Golovinomyces cichoracearum* (DC.) V.P. Heluta شده است (Braun *et al*., 2002). بررسی‌ها نشان داده است که *P. fuliginea* در مناطق استوایی و نیمه استوایی و گلخانه‌ها گسترش بیشتری دارد در حالی‌که پراکنش گونه‌ی *G. cichoracearum* در مناطق سرد و خنک و مزرعه بیشتر است (Kiristakova *et al*., 2009). علاوه بر این نژادهای زیادی از گونه‌های عامل بیماری گزارش شده است که در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، توانایی ایجاد بیماری در بسیاری از ارقام مقاوم و متحمل کدوئیان را دارند (Jahn *et al*., 2002). بهداد (Behdad, 1979) گونه غالب را در ایران *S. fuliginea* و بابایی اهری و همکاران (Babai Ahari *et al*., 2012) گونه‌ی غالب در آذربایجان شرقی را *G. cichoracearum* معرفی کرده‌اند.

روش‌های مدیریت بیماری سفیدک پودری جالیز برای گونه‌های عامل بیماری و نژادهای مختلف آن‌ها مشابه بوده و متکی به روش‌های تلفیقی و تشخیص به موقع بیماری است. روش‌های زراعی مثل تناوب به دلیل قابلیت بالای انتشار کنیدی بیمارگر و جوانه‌زنی آن‌ها در رطوبت نسبی پایین کارایی چندانی در کنترل بیماری نداشته و یا بی‌اثر است (McGrath, 1997). راهکارهای متکی بر استفاده از ارقام متحمل و مقاوم به بیماری، استفاده از ترکیبات غیر سمی برای میزبان مثل روغن‌های طبیعی و معدنی، سیلیکون، نمک‌های سدیم، آمونیم و پتاسیم که با مکانیسم‌های ناشناخته‌ای بروز بیماری را کاهش می‌دهند (Bélanger and Labbe, 2002)، قارچ‌کش‌ها، عوامل بیولوژیک و ترکیبات شیمیایی که موجب برانگیختن مقاومت سیستمیک اکتسابی[1] 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

1 Systemic Acquired Resistance

استفاده همراه است که باید در ارائه روش‌های مدیریت بیماری قبل از بروز مقاومت‌ها مورد توجه قرار گیرد (McGrath, 2005a). قارچ‌کش‌های متنوعی برای مهار بیماری سفیدک پودری جالیز معرفی و ثبت شده است. با توجه به اینکه بیماری سفیدک پودری در هر دو سطح رویی و زیرین میزبان گسترش می‌یابد برای پیش‌گیری از بروز مقاومت ضرورت کنترل بیماری در سطح زیرین برگ و بخصوص در برگ‌های پایینی وجود دارد (McGrath, 2005a). قارچ‌کش‌های تماسی و غیر سیستمیک فاقد این توانایی هستند و تنها راه انجام این مورد، استفاده از قارچ‌کش‌های سیستمیک و قارچ‌کش‌هایی که خاصیت حرکت بین سلولی دارند، در مدیریت بیماری است (McGrath, 2005b).

قارچ‌کش‌هایی که دارای مکانیسم‌های تأثیر چندگانه هستند مثل میکروتیول®[1] و میکرو سولف®[2] از گروه قارچ‌کش‌های گوگردی، آرمیکارب®[3] (بیکربنات پتاسیم)، پتاسم فسفات مثل نوترول®[4]، روغن‌های معدنی مثل جی‌ام‌اس استایلت-اویل®[5] و سان‌اسپری®[6] و قارچ‌کش بیولوژیک حاوی استرین AQ10 گونه‌ی *Ampelomyces quisqualis* با نام تجاری بیوگارد®[7] برای کنترل بیماری سفیدک پودری جالیز ثبت گردیده‌اند (McGrath and Zitter, 2000). بر اساس مطالعه‌های انجام شده، قارچ‌کش‌های اسیبنزولار-اس متیل[8] (بیون®[9]، آکتی‌گارد[10] و بندیکار[11])، کلروتالونیل[12] (داکونیل®[13])، هگزاکونازول[14] (آنویل[15])، پنکونازول[16] (توپاس[17])، تتراکونازول[18] (دومارک®[19]) و تریادیمفون[20] (بایلتون[21]) از گروه تریازول[22]، کرزوکسیم متیل[23] (استروبی®[24])، بیکربنات پتاسیم (کالیبان®) و تریفلوکسی استروبین[25] (فلینت®[26]) از گروه استروبیلورین، سولفور با نام‌های تجاری تیووویت®[27]، کومولوس®[28] و سولفولاک®[29]از قارچ‌کش‌های گوگردی برای کنترل سفیدک پودری خیار به‌عنوان قارچ‌کش‌های مؤثر در ایران ثبت و معرفی شده‌اند (Azimi, 2012; Azimi and Shakeri, 2010; Azimi *et al*., 2008a; Azimi *et al*., 2008b; Jamali-Zavareh *et al*., 2004).

قارچ‌کش سیدلی تاپ® DC 140 که از ۱۲/۵ درصد دیفنوکونازول و ۱/۵ درصد سیفلوفنامید[30] بعلاوه مواد همراه تشکیل شده است، قارچ‌کشی سیستمیک با دامنه اثر وسیع و با خواص پیش‌گیری و معالجه‌کنندگی است (Busin *et al*., 2014). دیفنوکونازول[31] قارچ‌کشی با دامنه اثر وسیع و با خاصیت پیش‌گیری و معالجه‌کنندگی از گروه شیمیایی تریازول‌ها و از گروه قارچ‌کش‌های SDMI[32] بوده در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC[33]) در گروه ۳ (دارای ریسک متوسط) قرار دارد (Fishel and Dewdney, 2012). این قارچ‌کش از نظر مکانیسم اثر از قارچ‌کش‌های گروه G بوده و از بیوسنتز استرول در غشاء سلولی جلوگیری می‌کند (Anonymous. 2020a).

1 - Microthiol
2 - Micro Sulf
3 - Armicarb
4 - Nutrol
5 -JMS Stylet-oil
6 -SunSpray
7 -Biogard
8 -acibenzolar-s-methyl
9 -Bion
10 -Actigard
11 -Bendicar
12 -chlorothalonil
13 -Daconil
14 -hexaconazole
15 -Anvil
16 -penconazole
17 -Topas
18 -tetraconazole
19 -Domark
20 -triadimefon
21 -Bayleton
22 -triazole
23 -kresoxim-methyl
24 -Stroby
25 -trifloxystrobin
26 -Flint
27 -Tiovit
28 -Kumulus
29 -Solfulac
30 -cyflufenamid
31 -difenoconazole
32 -Succinate DeHydrogenase Inhibitor (SDHI)
33 -Fungicide Resistance Action Committee

سیفلوفنامید در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC) در گروه U6 (مقاومت در جنس Sphaerotheca مشاهده شده و نیازمند مدیریت بروز جمعیت‌های مقاوم است) و در گروه شیمیایی فنیل آستامیدها[1] قرار دارد. مکانیسم تاثیر این قارچ‌کش در حال حاضر ناشناخته است (Anonymous. 2020b). این تحقیق با هدف معرفی و ثبت قارچ‌کش‌های جدید برای تکمیل و ایجاد تنوع در سبد قارچ‌کش‌های ثبت‌شده از خانواده‌های مختلف شیمیایی با نقطه اثر و مکانیسم‌های اثر متفاوت انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور انجام تحقیق آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و چهار تکرار در استان‌های البرز (کرج)، تهران (ورامین) و خوزستان (اهواز) در شرایط گلخانه اجرا شد. تیمارها شامل غلظت‌های ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار قارچ‌کش دیفنوکونازول + سیفلوفنامید (سیدلی‌تاپ® DC 140) به عنوان قارچ‌کش هدف و قارچ‌کش‌های تتراکونازول (دومارک® EC 10%) با غلظت ۰/۴ درهزار، بیکربنات پتاسیم (کالیبان® SP 85%) با غلظت ۵ درهزار به عنوان قارچ‌کش‌های مرجع همراه با شاهد بدون محلول‌پاشی بودند. هر کرت آزمایشی به‌طول ۱۰ متر شامل ۲ ردیف کاشت با فاصله ردیف ۱/۵ متر و فاصله بوته روی ردیف ۲۵ سانتی‌متر بود. بذر رقم آلفرد که حساس به بیماری سفیدک پودری است (مشاهدات و تجربیات مجری) درون سینی‌های نشا کشت شد. نشاها در مرحله برگ کوتیلدون تا دو برگ حقیقی به زمین اصلی منتقل و مراقبت‌های لازم شامل آبیاری و تغذیه به‌عمل آمد. در هر کرت ۱۰ بوته به صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد. ارزیابی بوته‌ها از نظر علائم بیماری و محلول‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش (جدول ۱)، با مشاهده اولین علائم بیماری با استفاده از سم‌پاش پشتی برقی ۲۰ لیتری و پس از کالیبراسیون مقدار آب مصرفی برای هر کرت به مقدار ۵ لیتر آغاز و با فواصل زمانی ۵، ۷ و ۱۰ روز تا رسیدن تیمار شاهد به حداکثر آلودگی ممکن (گروه ۷) در روش گروه‌بندی هورسفال و بارات (Horsfall and Barratt, 1945) ادامه یافت (Azimi, 2014). ارزیابی نهایی ۱۴ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی انجام گرفت.

ارزیابی تیمارها: ارزیابی کرت‌های آزمایشی قبل از هر نوبت محلول‌پاشی و نیز ۱۴ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی با تخمین سطح آلودگی برگ (برگ واقع در ثلث بالایی بوته و واجد بیشترین سطح آلودگی) هر بوته شماره‌گذاری شده انجام شد. در هر ارزیابی شاخص شدت بیماری (DSI[2]) برای هر نمونه با توجه به درصد سطح پوشش توسط بیماری (FIP[3]) (Ahmed, 2010) با اختصاص نمره ۷-۱ تخمین و نیز شدت بیماری برای هر سطح در هر نوبت ارزیابی به‌روش هورسفال و بارات (Horsfal and Barrat, 1945) مشخص شد (جدول ۱). از اعداد میانه گروه به‌عنوان داده‌های آزمایش استفاده شد. میانگین حسابی ده بوته هر کرت محاسبه و ماتریس مربوطه برای استفاده در برنامه SAS تشکیل گردید.

1 - Phenyl-acetamide

2 -Disease Severity Index

3 -Foliage Infection Percentage

جدول ۱- روش گروه‌بندی هورسفال و بارات بر اساس درصد سطح آلودگی برگ.

Table 2. Horsfal and Barrat grouping system based on foliage infection percentage.

Group	Foliage Infection Percentage	Mid Point
1	FIP = 0	0
2	0 < FIP ≤ 5	2.5
3	5 < FIP ≤ 10	7.5
4	10 < FIP ≤ 25	17.5
5	25 < FIP ≤ 50	37.5
6	50 < FIP ≤ 75	62.5
7	75 < FIP ≤ 100	87.5

ارزیابی اول که قبل از شروع سم‌پاشی‌ها انجام گرفت. به‌منظور تعیین مقدار بیماری در شروع سم‌پاشی‌ها بوده و از آن صرفا" در محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و رسم منحنی‌های مربوطه استفاده شد. مسلما نتایج این ارزیابی، ارزشی برای سنجش تأثیر تیمارها ندارد.

محاسبه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری: برای تفسیر نقش تیمارها در گسترش بیماری، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC[1]) با استفاده از میانگین شدت بیماری در ارزیابی‌های متوالی طبق فرمول کمپل و مدن (Campbell and Madden, 1990) محاسبه شد.

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

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.

محاسبه درصد توسعه روزانه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری: درصد توسعه روزانه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (DDAUDPC[2]) با استفاده از فرمول اصلاح‌شده کمپل و مدن برآورد شد.

$$DDAUDPC = \frac{\sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2}\right)(t_{i+1} - t_i)}{D \times 100}$$

در این فرمول D تعداد روزهای بین اولین و آخرین ارزیابی است.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: داده‌های حاصل از هر نوبت ارزیابی متوالی، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری با استفاده از نرم افزار SAS در قالب طرح بلوک-های کامل تصادفی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

محاسبه اثربخشی[3] تیمارها: اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر برای میانگین‌ها محاسبه شد (Azimi, 2014).

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

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

نتایج

تجزیه واریانس مرکب مکان اجرا

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی درصد شدت بیماری در نوبت‌های مختلف و نیز نتایج حاصل از

1 -Area Under the Disease Progress Curve

2 -Daily Development of the Area Under the Disease Progress Curve

3 -Efficacy

محاسبه درصد توسعه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) در طول دوره شروع بیماری تا گسترش حداکثری آن در تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی و درصد توسعه روزانه آن (DDAUDPC) در سه مکان اجرا شامل استان‌های البرز، تهران و خوزستان نشان داد در تمامی ارزیابی‌ها بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ وجود دارد ولی در تقابل بین بلوک و محل اجرا اختلاف معنی‌دار نیست. این تجزیه هم‌چنین نشان داد بین محل‌های اجرا و نیز تقابل تیمار و محل اجرا اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد (جدول ۲). با استناد به نتایج تجزیه واریانس مرکب نتایج اجرای آزمایشات در محل‌های مختلف بصورت جداگانه تجزیه واریانس شد (جدول ۲).

آزمایش استان البرز

تجزیه واریانس: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی‌های دوم، سوم، چهارم، پنجم و نیز داده‌های حاصل از محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری AUDPC و درصد توسعه روزانه آن DDAUDPC نشان داد بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشته ولی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱٪ درصد وجود دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها: در ارزیابی دوم و سوم که به ترتیب پنج روز بعد از محلول‌پاشی اول و هفت روز بعد از محلول‌پاشی دوم انجام گرفتند تیمارهای سیدلی‌تاپ با سه غلظت ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار به همراه تیمار دومارک ۰/۴ درهزار با بیشترین تأثیر در کنترل بیماری در یک گروه و پایین‌ترین گروه آماری به لحاظ درصد شدت بیماری قرار گرفتند. تیمار کالیبان نیز با کمترین تأثیر در کنترل بیماری در گروه مستقلی قرار گرفت (جدول ۴). در ارزیابی چهارم و پنجم که اثر تیمارها را به ترتیب در یک دوره ۱۰ و ۱۴ روزه بعد از محلول‌پاشی سوم و چهارم نشان می‌دهند و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) که در این آزمایش روند توسعه بیماری را در یک دوره ۳۶ روزه نشان می‌دهد و درصد توسعه روزانه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (DDAUDPC) قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با غلظت ۰/۹ و ۱ درهزار و نیز قارچ‌کش مرجع دومارک با غلظت ۰/۴ درهزار با بیشترین تأثیر در کنترل بیماری در یک گروه و پایین‌ترین گروه آماری به لحاظ شدت بیماری قرار گرفتند. در این ارزیابی‌ها تیمار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با غلظت ۰/۸ درهزار نتوانست با غلظت‌های ۰/۹ و ۱ درهزار این قارچ‌کش در یک گروه قرار بگیرد و با تأثیر کمتر در کنترل بیماری در گروه مستقل c قرار گرفت. تیمار قارچ‌کش کالیبان نیز همانند ارزیابی‌های دوم و سوم با کمترین تاثیر در کنترل بیماری بعد از تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی در گروه b قرار گرفت (جدول ۳).

آزمایش استان تهران

تجزیه واریانس: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی‌های دوم، سوم، چهارم، پنجم و نیز داده‌های حاصل از محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری نشان داد بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشته ولی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۲).

مقایسه میانگین‌ها: در ارزیابی دوم و سوم که به ترتیب پنج روز بعد از محلول‌پاشی اول و هفت روز بعد از محلول‌پاشی دوم انجام گرفتند. تیمارهای سیدلی‌تاپ با سه غلظت ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار به همراه تیمار دومارک ۰/۴ درهزار با بیش‌ترین تأثیر در کنترل بیماری در یک گروه و پایین‌ترین گروه آماری به لحاظ درصد شدت بیماری قرار گرفتند. تیمار کالیبان نیز با کم‌ترین تأثیر در کنترل بیماری در گروه مستقلی قرار گرفت (جدول ۴). در ارزیابی چهارم و پنجم که اثر تیمارها را در این آزمایش به ترتیب در یک دوره ۱۰ و ۱۴ روزه نشان می‌دهند و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و درصد توسعه روزانه آن (DDAUDPC) که در این آزمایش روند توسعه بیماری را در یک دوره

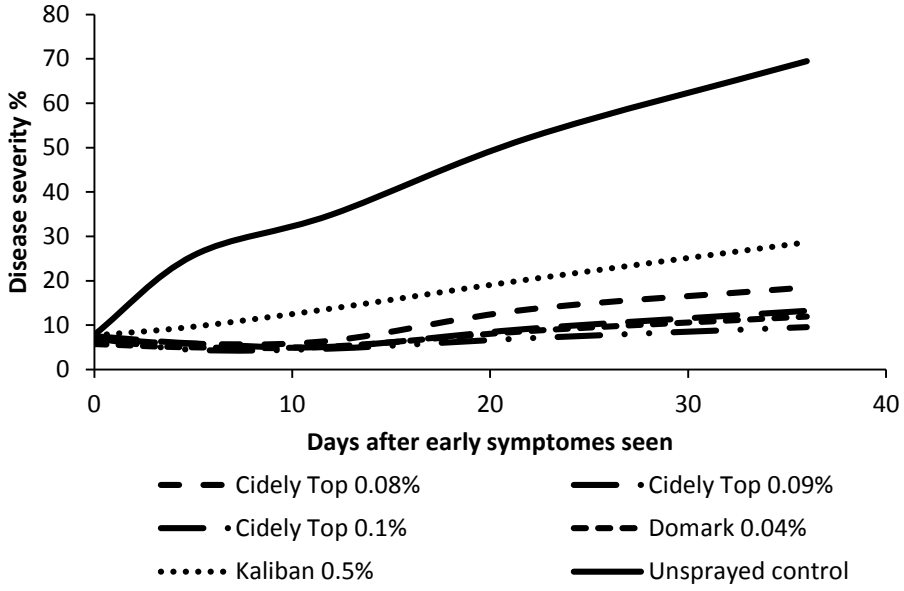
۳۶ روزه نشان می‌دهد قارچ‌کش سیدلی‌تاپ® با غلظت ۰/۹ و ۱ درهزار و نیز قارچ‌کش مرجع دومارک با غلظت ۰/۴ درهزار با بیش‌ترین تأثیر در کنترل بیماری در یک گروه و پایین‌ترین گروه آماری به لحاظ شدت بیماری قرار گرفتند. در این ارزیابی‌ها تیمار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ® با غلظت ۰/۸ درهزار نتوانست با غلظت‌های ۰/۹ و ۱ درهزار این قارچ‌کش در یک گروه قرار بگیرد و با تأثیر کمتر در کنترل بیماری در گروه مستقل c قرار گرفت. تیمار قارچ‌کش کالیبان نیز همانند ارزیابی‌های دوم و سوم با کم‌ترین تأثیر در کنترل بیماری بعد از تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی در گروه b قرار گرفت (جدول ۳).

آزمایش استان خوزستان

تجزیه واریانس: تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی نوبت‌های دوم، سوم، چهارم، پنجم و نیز داده‌های حاصل از محاسبه مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری نشان داد بین بلوک‌ها اختلاف معنی‌دار آماری وجود نداشته ولی بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد (جدول ۲).

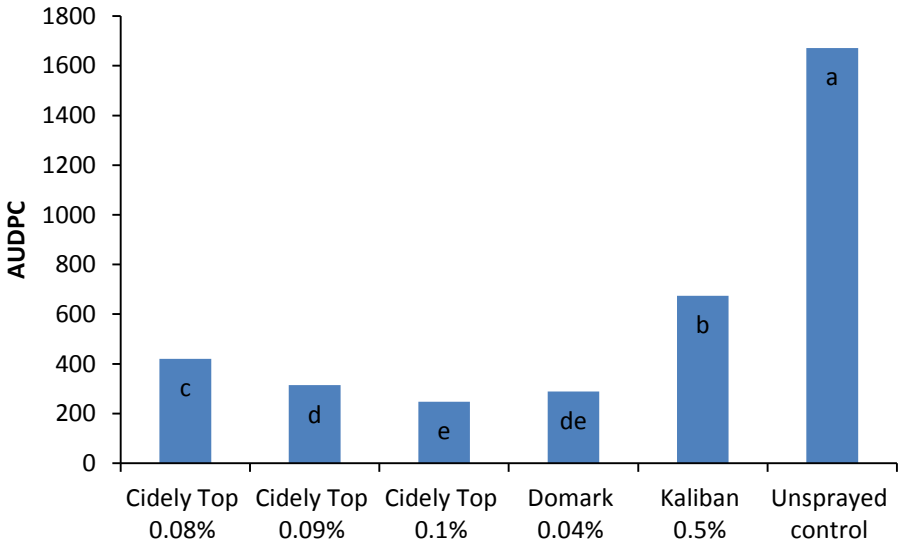
مقایسه میانگین‌ها: در ارزیابی دوم، سوم و چهارم که به‌ترتیب پنج روز بعد از محلول‌پاشی اول، هفت روز بعد از محلول‌پاشی دوم و ۱۰ روز بعد از محلول‌پاشی سوم انجام گرفتند. تمامی تیمارهای قارچ‌کش شامل سیدلی‌تاپ با سه غلظت ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار، دومارک ۰/۴ درهزار و کالیبان ۵ درهزار از نظر آماری با تأثیر یکسان در کنترل بیماری در یک گروه آماری به لحاظ درصد شدت بیماری قرار گرفتند. در این ارزیابی‌ها کم‌ترین میانگین شدت بیماری مربوط به تیمار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با غلظت یک درهزار بود (جدول ۴). در ارزیابی پنجم که اثر تیمارها را در این آزمایش در یک دوره ۱۴ روزه نشان می‌دهد و نیز مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و درصد توسعه روزانه آن (DDAUDPC) که در این آزمایش روند توسعه بیماری را در یک دوره ۳۶ روزه نشان می‌دهد قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با غلظت ۱ درهزار با بیش‌ترین تأثیر در کنترل بیماری در پایین‌ترین گروه آماری به لحاظ شدت بیماری قرار گرفت. غلظت ۰/۹ درهزار سیدلی تاپ در ارزیابی پنجم (در فاصله ۱۴ روز) قادر به رقابت با غلظت ۱ درهزار نبود به‌طوری‌که با غلظت ۰/۸ درهزار در یک گروه آماری قرار گرفتند در صورتی‌که در ارزیابی مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری غلظت ۰/۹ درهزار با غلظت ۱ درهزار در یک گروه قرار گرفتند. این مسئله نشان می‌دهد که هر چند غلظت ۰/۹ درهزار در طول دوره وقوع تا پیشرفت حداکثری بیماری می‌تواند با غلظت ۱ درهزار کنترل یکسانی داشته باشد ولی برای فواصل ۱۴ روز استفاده از غلظت ۱ درهزار انتخاب مطمئن‌تری است (جدول ۳).

بررسی گروه‌بندی تیمارها در تجزیه مرکب و مقایسه آن با گروه‌بندی مکان‌های آزمایش به‌طور منفرد نشان داد که بین گروه‌بندی‌های منفرد و گروه‌بندی مرکب تطابق بالایی وجود دارد. بر این اساس گروه‌بندی مرکب مکان و نیز اثربخشی مرکب تیمارها ارائه و بحث برای برداشت راحت از نتایج با تکیه بر این گروه‌بندی ارائه گردید (جدول ۳، شکل ۱). هم‌چنین برای راحتی تفسیر نتایج مبتنی بر مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری درصد توسعه روزانه این سطح نیز محاسبه و ارائه شد. برای راحتی تفسیر نقش تیمارها در روند پیشرفت بیماری منحنی پیشرفت بیماری با استفاده از میانگین‌های مرکب در هر نوبت ارزیابی ترسیم شد (شکل ۲).



شکل ۱- پیشرفت درصد شدت بیماری از مشاهده اولین علائم بیماری تا گسترش حداکثری آن در تیمارهای شاهد

Fig 1. Disease prograss curve from early symptoms seen until maximum severity seen on control treatment.



شکل ۲- مقایسه میانگین مرکب مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC)

Fig 2. Mean comparison of Area Under the Disease Progressive Curve (AUDPC)

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری در نوبت‌های مختلف ارزیابی و توسعه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و توسعه روزانه آن (DDAUDPC).

Table 5. Analysis of the disease severity percent variance at different assessments and Area under the Disease Progressive Curve (AUDPC) and its daily developments (DDAUDPC)

ANOVA	S.O.V.	Df.	Assessments										AUDPC	
			1st		2nd		3rd		4th		5th			
			MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F	MS	F
Combined Locations	Location	2	455.07	112.66**	137.61	50.87**	371.96	69.55**	870.74	78.00**	2615.17	314.00**	776439	176.5**
	Rep.(Loc.)	9	3.77	0.93ns	2.20	0.81ns	3.08	0.58ns	22.18	1.99ns	10.45	1.26ns	4746	1.08ns
	Treatment	5	7.62	1.89ns	802.24	296.57**	1692.29	316.42**	3562.4	319.1**	6210.7	745.76**	3573729	812.2**
	Treat.×Loc.	10	2.23	0.55ns	15.54	5.74**	51.45	9.62**	74.73	6.69**	102.4	12.3**	64259	14.6**
	C.V.%		28.21		17.64		19.77		18.04		11.44		11.00	
Alborz (Karaj)	Repeat	3	5.93	0.89ns	1.46	0.80ns	1.73	0.43ns	28.31	4.18ns	5.64	0.76ns	5923.06	3.12ns
	Treatment	5	5.31	0.80ns	290.47	159.89**	476.80	117.59**	1134.10	167.34**	1686.77	228.80**	1068453.17	562.2**
	C.V.%		33.35		17.87		23.78		18.48		16.50		9.83	
Tehran (Varamin)	Repeat	3	5.40	0.99ns	4.93	1.32ns	28.31	4.18ns	30.07	3.16ns	12.10	1.76ns	69.71.31	2.59ns
	Treatment	5	6.78	1.24ns	354.33	94.86**	1134.10	167.34**	1149.29	120.62**	2377.67	346.75**	1265593.64	469.56**
	C.V.%		20.99		15.97		20.35		19.18		11.67		9.16	
Khuzestan (Ahvaz)	Repeat	3	0	0ns	0.20	0.08ns	4.69	0.64ns	8.15	0.47ns	13.62	1.27ns	1345.17	1.08ns
	Treatment	5	0	0ns	188.52	73.55**	739.39	100.11**	1428.47	83.12**	2351.16	218.61**	13668200.78	812.2**
	C.V.%		0		18.7		16.9		16.34		8.92		11.63	

**: Significant at 1% of probability levels, ns: not significant respectively

**اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد، ns اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

جدول ۳- مقایسه میانگین و اثربخشی تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن در نوبت‌های مختلف ارزیابی و توسعه سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) و توسعه روزانه آن (DDAUDPC).

Table 6. Mean comparisons of disease severity and efficacy of treatments by Duncan multiple tests range in different assessments and Area under the Disease Progressive Curve (AUDPC) and its daily development (DDAUDPC)

Location	Treatments	Assessments								*AUDPC*		*DDAUDPC*
		1st	2nd		3rd		4th		5th			
		Mean	Mean	*Eff.*	Mean	*Eff.*	Mean	*Eff.*	Mean	*Eff.*	Mean	*Eff.*	Mean
Alborz (karaj)	Cidely Top® 0.8 ml/L*	7.75a	3.12c	87	2.44c	91.3	8.81c	80	11.44c	79.2	255.91c	81.7	6.73c
	Cidely Top® 0.9 ml/L*	8.50a	3.00c	87.5	1.56c	94.4	3.25d	92.6	4.69d	91.5	129.16d	90.8	3.4d
	Cidely Top® 1 ml/L*	7.75a	2.50c	89.6	2.00c	92.9	2.87d	93.5	2.69d	95.1	109.56d	92.2	2.88d
	Domark® 0.4 ml/L	5.50a	2.87c	88	1.87c	93.3	2.25d	95	1.75d	96.8	90.31d	90.8	3.38d
	Kaliban® 5 ml/L	8.62a	9.75b	59.4	14.81b	47.3	22.69b	48.4	23.06b	58.2	677.16b	51.5	17.82b
	Unsprayed control	8.25a	24.0a	-	28.12a	-	44.00a	-	55.12a	-	1397.8a	-	36.78a
Tehran (Varamin)	Cidely Top® 0.8 ml/L*	10.87a	8.25c	72.9	4.81c	85.4	12.87c	73.4	15.50c	77.1	398.28c	75.6	10.48c
	Cidely Top® 0.9 ml/L*	11.62a	7.62c	75	3.31c	89.9	7.31d	84.9	8.25d	87.8	259.09d	84.1	6.82d
	Cidely Top® 1 ml/L*	10.62a	6.00c	80.3	3.31c	89.9	4.06d	91.6	6.12d	91	189.72d	88.4	4.99d
	Domark® 0.4 ml/L	9.00a	6.62c	78.3	2.94c	91.1	4.19d	91.4	4.94d	92.7	179.16d	89	4.71d
	Kaliban® 5 ml/L	12.00a	13.62b	55.3	16.00b	51.3	19.62b	59.5	32.00b	52.8	887.80b	54.4	19.55b
	Unsprayed control	12.75a	30.50a	-	32.87a	-	48.50a	-	67.81a	-	1632.38a	-	42.96a
Khuzestan (Ahvaz)	Cidely Top® 0.8 ml/L*	2.5a	6.00b	73.3	12.25b	72	19.00b	70.2	28.50b	66.7	605.13b	69.5	15.924b
	Cidely Top® 0.9 ml/L*	2.5a	7.00b	68.9	10.50b	76	17.00b	73.3	26.75b	68.8	556.25bc	72	14.638bc
	Cidely Top® 1 ml/L*	2.5a	4.87b	78.3	8.87b	79.7	14.25b	77.6	19.75c	76.9	443.31c	77.7	1167c
	Domark® 0.4 ml/L	2.5a	5.37b	76.1	10.62b	75.7	19.50b	69.4	29.00b	66.1	595.94b	70	15.68b
	Kaliban® 5 ml/L	2.5a	5.62b	75	10.50b	76	18.75b	70.6	31.00b	63.8	600.50b	69.7	15.80b
	Unsprayed control	2.5a	22.50a	-	43.75a	-	63.75a	-	85.62a	-	1985.0a	-	52.24a
Combined Locations	Cidely Top® 0.8 ml/L*	7.0ab	5.79c	77.4	6.50c	81.4	13.56c	74.1	18.48c	73.4	419.77c	74.9	11.05c
	Cidely Top® 0.9 ml/L*	7.5a	5.87c	77.1	5.12c	85.3	9.19d	82.4	13.23d	81	314.83d	81.2	8.28d
	Cidely Top® 1 ml/L*	7.0ab	4.46c	82.6	4.73c	86.4	7.06d	86.5	9.52e	86.3	247.53e	85.2	6.51e
	Domark® 0.4 ml/L	5.7b	4.96c	80.7	5.15c	85.2	8.65d	83.5	11.90d	82.9	288.47de	82.7	7.59de
	Kaliban® 5 ml/L	7.7a	9.67b	62.3	13.77b	60.6	20.35b	61.1	28.69b	58.7	673.51b	59.7	17.72b
	Unsprayed control	7.8a	25.67a	-	34.92a	-	52.	-	69.52a	-	1671.73a	-	43.99a

Means with at least on similar letter in each column are not significantly different در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک هستند، اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

بیماری سفیدک پودری خیار از بیماری‌های مهم در اکثر مناطق کشور است به طوری‌که در هر سه استان محل اجرای آزمایشات، آلودگی گسترده به این بیماری در گلخانه‌ها مشاهده گردید. بررسی‌های انجام یافته نشان داد که در آغاز محلول‌پاشی‌ها که با شروع علائم اولیه بیماری انجام شده است آلودگی یکنواختی در کرت‌های آزمایشی در هر سه منطقه اجرا وجود داشته است. تجزیه مرکب مکان نشان داد که بین مکان‌ها و نیز تقابل مکان و تیمار اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود دارد و بر این اساس تجزیه واریانس مجزا برای هر مکان اجرا انجام شد.

مقایسه اثربخشی تیمارها در نوبت‌های دوم و سوم ارزیابی که به‌ترتیب بیانگر اثربخشی تیمارها در دوره‌های ۵ و ۷ روزه است نشان داد که در این فواصل زمانی سم‌پاشی هر سه غلظت ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ و قارچ‌کش دومارک به عنوان قارچ‌کش آلی مرجع با غلظت ۰/۴ درهزار دارای اثر یکسان آماری در کنترل بیماری هستند و توانسته‌اند بیماری را در حدود ۸۰ درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی کنترل کنند. در این دو ارزیابی قارچ‌کش کالیبان به عنوان قارچ‌کش مرجع معدنی با غلظت ۵ درهزار هرچند اثربخشی کمتری نسبت به هر سه غلظت قارچ‌کش هدف و نیز قارچ‌کش دومارک داشته و در گروه آماری جدایی قرار گرفته است ولی با حدود ۶۰ درصد کاهش بیماری نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی اثربخشی بسیار خوبی به عنوان قارچ‌کش مرجع معدنی داشته است. در ارزیابی چهارم که با فاصله ۱۰ روز از محلول‌پاشی سوم انجام شده است غلظت ۰/۸ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ قادر به رقابت با غلظت‌های ۰/۹ و ۱ درهزار این قارچ‌کش و نیز قارچ‌کش دومارک با غلظت ۰/۴ درهزار نبوده و به لحاظ آماری از آن‌ها جدا شده است. در این ارزیابی نیز همانند ارزیابی‌های دوم و سوم قارچ‌کش کالیبان ۵ درهزار با حدود ۶۰ درصد اثربخشی، کم‌ترین اثربخشی را در بین تیمارها داشته و در گروه آماری مستقلی قرار گرفته است. در ارزیابی پنجم که ۱۴ روز بعد از سم‌پاشی چهارم انجام شد غلظت‌های قارچ‌کش سیدلی‌تاپ به لحاظ آماری کاملا از همدیگر تفکیک شده‌اند. در این ارزیابی غلظت‌های ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ درصد شدت بیماری را به ترتیب ۷۳/۴۲، ۸۰/۹۷ و ۸۶/۳۱ درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی کاهش دادند. در این ارزیابی غلظت ۰/۹ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با غلظت ۰/۴ درهزار قارچ‌کش دومارک در یک گروه آماری قرار گرفتند. بررسی اثربخشی تیمارها بر اساس مساحت زیر منحنی پیشرفت بیماری که درصد تجمعی بیماری را در یک دوره ۳۶ روزه از زمان مشاهده اولین علائم بیماری تا رسیدن تیمار شاهد بدون محلول‌پاشی به حداکثر ممکن (گروه ۷ در سیستم گروه‌بندی هورسفال و بارات) و درصد توسعه روزانه آن نیز نتایج منطبق با ارزیابی پنجم داشته‌اند. این بررسی نشان داد که تیمارهای غلظت ۰/۸، ۰/۹ و ۱ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ به ترتیب ۱۱/۰۵، ۸/۲۸ و ۶/۵۱ درصد توسعه روزانه بیماری داشتند و توانستند به ترتیب ۷۴/۸۸، ۸۱/۱۸ و ۸۵/۲۰ درصد نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی درصد توسعه روزانه بیماری را کاهش دهند. در این بررسی قارچ‌کش دومارک با غلظت ۰/۴ درهزار با ۷/۵۹ درصد توسعه روزانه، دارای ۸۲/۷۵ درصد اثربخشی نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی بود. تیمار قارچ‌کش کالیبان با غلظت ۵ درهزار با بیشترین توسعه روزانه بیماری (۱۷/۷۲ درصد) کمترین اثربخشی (۵۹/۷۲) را نسبت به شاهد بدون محلول‌پاشی داشته است (جدول ۳).

قارچ‌کش سیدلی تاپ® DC 140 که از ۱۲/۵ درصد دیفنوکونازول و ۱/۵ درصد سیفلوفنامید بعلاوه مواد همراه تشکیل شده است قارچ‌کشی سیستمیک با دامنه اثر

وسیع و با خواص پیش‌گیری و معالجه‌کنندگی است. این قارچ‌کش توسط شرکت Syngenta برای استفاده در کنترل بیماری سفیدک‌های پودری و لکه‌برگی‌های سبزیجات معرفی شده است (Busin *et al.*, 2014). نتایج حاصل از مطالعه حاضر نشان داد که قارچ‌کش سیدلی‌تاپ اثر کنترل‌کنندگی بالا روی بیماری سفیدک پودری خیار در شرایط گلخانه دارد. این نتایج، با نتایج ارائه شده توسط پژوهشگران که طی مطالعات متعددی هم روی قارچ‌کش دیفنوکونازول+ سیفلوفنامید با نام تجاری سیدلی‌تاپ DC ۱۴۰ و هم روی اجزای تشکیل‌دهنده این قارچ‌کش به صورت منفرد انجام شده است منطبق می‌باشد. باسین و همکاران این قارچ‌کش را طی آزمایشات متعددی روی سفیدک‌های پودری و لکه برگی سبزیجات در شرایط شدت بیماری مؤثر معرفی کردند (Busin *et al.*, 2014). دیفنوکونازول قارچ‌کشی با دامنه اثر وسیع و با خاصیت پیش‌گیری و معالجه‌کنندگی از گروه شیمیایی تریازول‌ها و از گروه قارچ‌کش‌های SDMI بوده در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC) در گروه ۳ (دارای ریسک متوسط) قرار دارد. این قارچ‌کش از نظر مکانیسم اثر از قارچ‌کش‌های گروه G بوده از بیوسنتز استرول در غشاء سلولی جلوگیری می‌کند (Anonymous. 2020a). قارچ‌کش دیفنوکونازول از قارچ‌کش‌های موفق در کنترل بیماری سفیدک‌های پودری است. در تحقیقی رونی و همکاران (Reuveni *et al.*, 1998) قارچ‌کش‌های بازدارنده دهیدروژناز سوکسینات (SDHI) را در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مؤثر ارزیابی کردند. کاراگلاندیس و کارادیموس (Karaoglanidis and Karadimos, 2006) طی بررسی‌هایی تأثیر دیفنوکونازول در تلفیق با قارچ‌کش‌های گروه آزوکسی‌استروبین‌ها و پیراکلرواستروبین‌ها را در کنترل بیماری سفیدک پودری چغندر قند بسیار موفق گزارش کردند. هم‌چنین در تحقیقات کیناچ و دوبوس (Keinath and DuBose, 2012) دیفنوکونازول در کنترل سفیدک پودری نشاهای گیاهان جالیزی در شرایط گلخانه مؤثر معرفی شده است. سیفلوفنامید قارچ‌کشی است که توسط شرکت نیپون سودا معرفی شده است. در لیست کمیته گروه‌بندی واکنش به مقاومت (FRAC) در گروه U6 (مقاومت در جنس Sphaerotheca مشاهده شده و نیازمند مدیریت بروز جمعیت‌های مقاوم است) و در گروه شیمیایی فنیل آستامیدها قرار دارد. مکانیسم تاثیر این قارچ‌کش تا کنون ناشناخته مانده است (Anonymous. 2020b). در مطالعات هاراموتو و همکاران (Haramoto *et al.*, 2006) قارچ‌کش سیفلوفنامید در کنترل بیماری سفیدک‌های پودری مؤثر گزارش شده است. در تحقیق دیگری سانو و همکاران (Sano *et al.*, 2007) نیز سیفلوفنامید را در کنترل بیماری سفیدک‌های پودری روی میزبان‌های مختلف از طریق پیش‌گیری و درمان بسیار مؤثر معرفی کرده‌اند.

یکی از نکات پر اهمیتی که باید در استفاده از قارچ‌کش‌ها در مدیریت بیماری‌ها بخصوص بیماری‌های سفیدک پودری مد نظر قرار داد محلول‌پاشی بموقع با قارچ‌کش‌های موثر برای نیل به اثرات کنترل‌کنندگی حداکثری قارچ‌کش مورد استفاده است. این مسئله در خصوص قارچ‌کش سیدلی‌تاپ با توجه به نقش محافظتی و درمانی آن هرچند تا حدی قابل اغماض است ولی نباید اهمیت آن را در موفقیت امر نادیده گرفت.

شکل منحنی‌های مربوط به غلظت‌های ۰/۹ و ۱ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ و قارچ‌کش دومارک با غلظت ۰/۴ درهزار فاقد شیب است و این نشان می‌دهد که افزایش فاصله استفاده از این تیمارها به ۱۰ و ۱۴ روز کاهش تاثیر آن‌ها را به همراه نخواهد داشت ولی منحنی‌های مربوط به قارچ‌کش کالیبان و غلظت ۰/۸ درهزار قارچ‌کش سیدلی‌تاپ دارای شیب است. این مسئله نشان می‌دهد که نمی‌توان فاصله محلول‌پاشی با این تیمارها را به بیش از ۷

روز افزایش داد (شکل ۱). شکل ۲ مساحت زیر منحنی پیشرفت شدت بیماری و گروه‌بندی آن‌ها را بصورت مرکب نشان می‌دهد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که قارچ‌کش سیدلی‌تاپ برای فواصل سم‌پاشی ۵ تا ۷ روز با غلظت ۰/۸ درهزار، برای سم‌پاشی تا ۱۰ روز با غلظت ۰/۹ درهزار و برای سم‌پاشی با فاصله تا ۱۴ روز با غلظت ۱ درهزار کنترل مناسبی از بیماری سفیدک پودری خیار را به همراه دارد. هم‌چنین نتایج تحقیق حاضر نشان داد که قارچ‌کش کالیبان علی‌رغم اظهارات گلخانه‌داران مبنی بر عدم تأثیر آن، دارای اثر کنترل‌کنندگی خوب (با توجه به معدنی بودن آن) در کنترل بیماری سفیدک پودری خیار در شرایط گلخانه است. بدیهی است برای دستیابی به حداکثر کارآیی این قارچ‌کش، استفاده به موقع و هوشمندانه آن در تلفیق با سایر قارچ‌کش‌های آلی ثبت شده ضروری است.

References:

Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H. R., Hatami, F., Hosseinpour, R., Abdeshah, H., Rezaee, M. M. and Fazli-Estabragh, M. 2017. Agricultural Statistics of Iran, Information and Communication Technology Center, Planing and Economic Affair, Ministry of Agriculture-Jahad, Volume 3, 239 pp.

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. 3(2): 220-237.

Anonymous. 2020a. Pesticide Properties DataBase difenoconazole. Available at: https://sitem.herts.ac.uk/aeru/ppdb/en/Reports/230.htm [accessed on 17 May 2020]

Anonymous. 2020b. FRAC Classification of Fungicides. Available at: https://www.frac.info /docs/default-source/ publications /frac- mode-of-action-poster/frac-moa-poster-2020.pdf?sfvrsn=e86b499a_2 [accessed on 17 May 2020]

Azimi, H. 2012. Effect of kresoxim methyl and tetraconazole fungicides in combination with potasium bicarbonate for controlling powdery mildew disease of cucurbits under greenhouse conditions. Applied Research in Plant Protection. 1(1): 57-65. [In Persian with English Abstract]

Azimi, H. 2014. Effect of chlorothalonil and famoxadone + cymoxanil in control of early blight disease of tomato under field conditions. Applied Research in Plant Protection. 3(1): 35-48. [In Persian with English Abstract]

Azimi, H. 2014. Study on the Effect of Iminoctadine Tris and Sulphur in the Control of Cucumber Powdery Mildew Disease (*Golovinomyces cichoracearum*) in Field Cultures. Plant Protection Journal. 17(3): 279-295.

Azimi, H. and Shakeri, M. 2010. Investigation on effects of some new fungicides on cucumber powdery mildew. Proceeding of 19th Iranian Plant Protection Congress 31 July-3 August 2010. Vol. 2, P. 879.

Azimi, H., Safaei D. and Fagihi, M. 2008a. Effects of Stroby on powdery mildew of cucurbits. Proceeding of 18th Iranian Plant Protection Congress. 24-27 August. Vol. 2, P. 266.

Azimi, H., Shakeri, M. and Safaei, D. 2008b. Effects of Bicarbonate-potassium and spraying intervals on powdery mildew of cucurbits. Proceeding of 18th Iranian Plant Protection Congress. 24-27 August. Vol. 2, P. 275.

Babai-Ahari, A., Khoshkalam, N. and Valizadeh, M. 2012. Identification of cucumber powdery mildew agents and determination of their race in East Azarbaijan province. Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture). 35(1): 55-68. [In Persian with English Abstract]

Behdad, E. 1979. Field crop disease of Iran. Neshat ed. Esfahan, 424 pp. [In Persian]

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

Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Braun, U. Cook, T. A., Inman, A. J. and Shin, H. D. 2002. The taxonomy of the powdery mildew fungi. In: Bélanger RR, Bushnell WR, Dik AJ, Carver TLW, eds. The Powdery Mildews: A Comprehensive Treatise. St. Paul, MN, USA: APS Press, 13–55.

Busin, B., Cestari, P., Santoro, C., Coatti, M. and Gualco, A. 2014. Cidely Top®, a new fungicide based on cyflufenamid and difenoconazole against powdery mildew and leaf spot on vegetables. Atti, Giornate Fitopatologiche, Chianciano Terme (Siena), 18-21 marzo 2014, Volume secondo, pp.491-498.

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

Esfandiari, E. 1947. Field crop and fruit trees diseases in subtropical regions of north of Iran. Pest and disease research institute (ed.) 5: 1-21. [In Persian]

Fishel, F. M. and Dewdney, M. M. 2012. Fungicide Resistance Action Committee's (FRAC) Classification Scheme of Fungicides According to Mode of Action. Pesticide Information Office, Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 7 pp. http://edis.ifas.ufl.edu. [Accessed on 28-April-2015].

Haramoto, M., Yamanaka, H., Hosokawa, H., Sano, H., Sano, S. and Otani, H. 2006. Control efficacy of cyflufenamid in the field and its fungicidal properties. Journal of Pesticide Science. 31(2): 116-122.

Hector, G., Palenius, N., Hopkins, D., Daniel, J. C. 2006. Powdery mildew of Cucurbits in Florida. U.S.A Department of Agriculture, Cooperative Extension Service, University of Florida, IFAS, Florida A. & M. University Cooperative Extension Program, & Boards of County Commissioners Cooperating.

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., Carver, T.L.W. (eds.) The Powdery Mildews. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA.

Jamali-Zavareh, A. H., Shafifi-Tehrani, A., Hedjaroude, G. H. A., Zad, J., Mohammadi, M. and Talebi-Jahromi, K. H. 2004. Investigation on the effectiveness of Acibenzolar-S-methyl for the control of cucumber powdery mildew. Iranian Journal of Agricultural Science. 35(2): 285–292 [In Persian with English Abstract]

Karaoglanidis, G. S. and Karadimos, D. A. 2006. Efficacy of strobilurins and mixtures with DMI fungicides in controlling powdery mildew in field-grown sugar beet**.** Crop Protection. 25(9): 977-983.

Keinath, A. P. and DuBose, V. B. 2012. Controlling powdery mildew on cucurbit rootstock seedlings in the greenhouse with fungicides and biofungicides**.** Crop Protection. (42): 338-344.

Kriskova, E. 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 contries. Phytoparasitica. (37): 337-350.

Larson, B. C., Mossler, M. A. and Nesheim, O. N. 2014. Florida Crop/Pest Management Profiles: Cucumbers. Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension (EDIS), CIR 1255. Available from URL: http://edis.ifas.ufl.edu/. [Accessed 26-October-2014].

McGrath, M. T. 1997. Powdery Mildew of Cucurbits Fact Sheet Page Department of Plant Pathology, Long Island Horticultural Research and Extension Center, Cornell University. pp. 730-732.

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 (Abbstract).

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].

Reuveni, M., Oppenheim, D. and Reuveni, R. 1998. Integrated control of powdery mildew on apple trees by foliar sprays of mono-potassium phosphate fertilizer and sterol inhibiting fungicides. Crop Protection 17(7): 563-568.

Sano, S., Kasahara, I. and Yamanaka, H. 2007. Development of a novel fungicide, cyflufenamid. Journal of Pesticide Science. 32(2): 137-138. [Abstract]

Evaluation of the Efficacy of the Fungicide difenoconazole + cyflufenamid (Cidely-Top® DC 140) against *Golovinomyces cichoracearum*, Causal agent of Cucumber Powdery Mildew Disease

Gerami, E. [1], Azimi, H.*[2] and Eslahi, M. R.[3]

1. Former MSc. Student, Islamic Azad University, Tehran, Iran. 2. Department of Plant Disease Research, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 3. Khuzestan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khuzestan Province, Iran.

Received: Nov, 2, 2019 Accepted: Apr, 8, 2020

Abstract

Efficacy of difenoconazole+cyflufenamid (Cidely-Top® DC 14%) in control of cucumber powdery mildew, caused by Golovinomyces cichoracearum was evaluated using RCBD with 6 treatments and 4 replications in Alborz, Tehran and Khuzestan provinces. Treatments included 0.8, 0.9 and 1 ml L-1 of Cidely-Top®, tetraconazol (Domark® EC 10%) 0.4 ml L-1, bicarbonate potassium (Kaliban® SL 85%) 5 g L-1 along with no spraying control. Foliar sprayings started once early symptoms appeared and followed up at 5-10 days intervals. The data noted before each spraying and 14 days after the last spraying as the DSI by using Horsfall and Barrat scale from 1-7. Mid-point was using for each plant. AUDPC was calculated for each plot, too. Data were analyzed by SAS software and means were compared using DMRT (P=5%). Comparison of the efficacy of treatments based on the AUDPC which displays cumulative percentage of disease during a 36 days period revealed that Cidely-Top® 0.8, 0.9 and 1 ml L-1 have reduced the AUDPC by 74.9%, 81.2%, and 85.2% respectively in comparison with the control. Meanwhile, the Domark® at the rate of 0.4 ml L-1 resulted in the efficacy of 82.7% and Kaliban® also showed the least amount of efficacy (59.8%) compared with the control. Based on the results obtained from this research, the fungicide Cidely-Top® may be recommended to be used at 0.8 ml L-1 for 5 to 7 days intervals, at 0.9 ml L-1 for 7 to 10 days intervals and at 1 ml L-1 for up to 14-days intervals.

Keywords: chemical control, Cidely-Top, cucurbit, cyflufenamid, difenoconazole, powdery mildew.

***Corresponding author:** Hossein Azimi, Email: hazimi61@yahoo.com