کارآیی قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین+ فلوپیرام (SC, 50%) و پیراکلواستروبین + بوسکالید (WG, 34.4%) روی عامل بیماری کپک خاکستری خیار، *Botrytis cinerea*، در شرایط گلخانه

مریم غایب زمهریر*[۱]، حسین عظیمی[۱]، سعید مدرس نجف آبادی[۲] و علی عباسی[۳]

۱. بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهان، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ۲. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، بندر عباس، ایران. ۳. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی جنوب استان کرمان، جیرفت، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۹/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۴/۰۷

چکیده:

کپک خاکستری، به‌عنوان یکی از بیماری‌های مهم محصولات کشاورزی مختلف، خسارت جدی قبل و پس از برداشت وارد می‌کند. به‌منظور بررسی کارآیی قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسین‌سیشن®؛ SC, 50%) و پیراکلواستروبین+بوسکالید (سیگنوم®؛ WG, 34.4%) در کنترل بیماری کپک خاکستری خیار با عامل *Botrytis cinerea*، آزمایش‌هایی در شرایط گلخانه در استان هرمزگان و جنوب استان کرمان (جیرفت)، در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار، اجرا شد. محلول‌پاشی کرت‌های آزمایشی با مشاهده اولین علائم بیماری آغاز و با فاصله ۷ روز در ۴ نوبت ادامه یافت. ارزیابی کرت‌های آزمایشی ۷ روز بعد از آخرین محلول‌پاشی، با شمارش مجموع تعداد گل و میوه آلوده در هر کرت آزمایشی تعیین شد. داده‌ها پس از تبدیل به جذر، نرمال و در نرم‌افزار SAS تجزیه واریانس شد و میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه و اثربخشی تیمارها محاسبه شد. تجزیه واریانس مرکب مکان نشان داد که اثر متقابل تیمار × مکان معنی‌دار نیست. در حالی که بین تیمارها در هر دو ارزیابی وقوع بیماری روی گل و میوه اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ وجود داشت. مقایسه اثربخشی تیمارها نشان داد که غلظت‌های ۰/۵ و ۰/۴ درهزار لوناسن‌سیشن و غلظت‌های ۱/۵ و ۱/۲۵ درهزار سیگنوم به ترتیب ۹۵، ۸۹/۸، ۹۵ و ۹۵ درصد کاهش در تعداد گل‌های آلوده و ۹۵/۵، ۹۰/۴، ۹۰/۴ و ۹۰/۴ درصد کاهش در تعداد میوه‌های آلوده نسبت به شاهد آب‌پاشی را باعث شده‌اند. بنابراین تیمارهای ذکر شده، بیش‌ترین کارآیی را در کنترل بیماری داشته و تحت تاثیر آن‌ها، میانگین وقوع بیماری در پایین‌ترین سطح آماری قرار گرفته است. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه غلظت ۰/۴ لوناسن‌سیشن و غلظت ۱/۲۵ درهزار قارچ‌کش سیگنوم، غلظت‌های قابل توصیه برای محلول‌پاشی با فاصله ۷ روز در جهت مدیریت بیماری کپک خاکستری خیار در شرایط گلخانه هستند.

واژه‌های کلیدی: بوسکالید، پیراکلواستروبین، تری‌فلوکسی‌استروبین، سیگنوم، کپک خاکستری.

* **مسئول مکاتبات:** مریم غایب زمهریر، zamharir2005@yahoo.com

مقدمه:

خیار، گیاهی از خانواده کدوئیان است (Robinson and Decker-Walters, 1997). در بین کشورهای تولیدکننده خیار گلخانه‌ای، چین با بیش از ۶۴/۸ میلیون تن مقام اول و ایران با ۱/۹۸ میلیون تن مقام دوم را دارا هستند (Anonymous, 2019). قارچ *Botrytis cinerea* Pers.، عامل بیماری کپک خاکستری، گونه‌ای نکروتروف با گستردگی جهانی است که قادر به آلوده کردن بیش از ۲۰۰ محصول مهم اقتصادی، شامل انواع سبزی‌ها، گیاهان زینتی، غده‌ها و میوه‌ها است (Bi *et al*., 2010; Van Zyl *et al*., 2010). قارچ عامل بیماری، برگ، گل و میوه را در محصولات مهم کشاورزی آلوده و خسارت جدی قبل و پس از برداشت به محصولات وارد می‌کند (Suarez *et al*., 2005, Ershad, 1995). این بیمارگر از دامنه وسیعی از گیاهان مانند توت‌فرنگی، گوجه‌فرنگی، کیوی، رز، مرکبات، انگور، سیب، گلابی، به، بادام زمینی، خیار، باقلا، سویا، کلزا، نخود، لوبیا، زیتون، سیب‌زمینی، پیاز، خرزهره، گل صد تومنی، میخک، شمعدانی، گلایول، گندم جداسازی شده است (Tatlioglu, 1993).

قارچ عامل بیماری کپک خاکستری روی خیار به گل، میوه و برگ حمله می‌کند (Fillinger and Elad, 2016; Ershad, 1995). علائم، ابتدا به‌صورت عقیمی و مرگ گل (آلودگی پنهان) و پس از آن علایم به‌صورت گل‌های کپک زده بروز می‌کند و سبب کاهش قابل توجهی در محصول می‌شود (Bi *et al*., 2009). در شرایط پیشرفت بیماری میوه‌های کوچک و متوسط از قسمت انتهایی آلوده می‌شوند و به رنگ خاکستری دیده می‌شوند. در صورت شدت آلودگی و ادامه آن روی میوه، اندام‌های سخت و سیاه‌رنگی که همان اسکلروت یا سختینه‌های بیمارگر (اندام مقاوم قارچ) هستند، تشکیل می‌شود. این سختینه‌ها وارد خاک شده و منبع اولیه آلودگی برای سال‌های بعدی خواهند بود. رطوبت زیاد زمینه فعالیت این قارچ را افزایش می‌دهد (Bi *et al*., 2009).

کنترل بیماری کپک خاکستری بسیار مشکل است و استفاده از قارچ‌کش‌های مناسب، مؤثرترین روش در مدیریت این بیماری است (Bi *et al*., 2010; Van Zyl *et al*., 2010). قارچ *B. cinerea* به‌خاطر تنوع ژنتیکی، چرخه کوتاه زندگی و تولید مثل فراوان، پتانسیل زیادی برای بروز مقاومت به قارچ‌کش‌ها دارد. هرچند استفاده از قارچ‌کش‌های مؤثر، کاهش خسارت را به‌همراه دارد اما تکرار استفاده از گروه‌های محدود قارچ‌کش‌ها احتمال بروز مقاومت را بیش‌تر می‌کند (Zhao *et al*., 2010). قارچ‌کش‌های متنوعی برای مهار بیماری کپک خاکستری در محصولات مختلف در جهان معرفی و ثبت شده است.

قارچ‌کش لوناسن‌سیشن® برای استفاده در مدیریت بیماری لکه سیاه سیب و سفیدک پودری خیار در کشور ثبت شده است (Azimi *et al*., 2018; Khabaz *et al*., 2018). این قارچ‌کش که از ۲۴/۴ درصد تری‌فلوکسی-استروبین[1]، ۲۴/۴ درصد فلوپیرام[2] و ۵۷/۲ درصد مواد همراه تشکیل شده است، قارچ‌کشی سیستمیک با دامنه اثر وسیع و با خواص پیش‌گیری و معالجه کنندگی و محصول شرکت بایر است (Anonymous, 2015a). قارچ‌کش تری‌فلوکسی‌استروبین از ترکیبات استروبیلورین بوده و از طریق تاثیر در زنجیره تنفس میتوکندریایی نقش بازدارندگی در جوانه‌زنی اسپور و رشد میسلیوم دارد (Anonymous, 2015b). ترکیب فلوپیرام از گروه جدید شیمیایی به‌نام پیریدنیل‌اتیلن بنزآمیدها[3]، قارچ‌کش جدیدی از شرکت بایر است که در مقادیر کم در ترکیب با سایر قارچ‌کش‌ها، برای کنترل بیماری‌هایی مانند کپک‌های خاکستری،

[1] - Trifloxystrobin
[2] - Fluopyram
3 - Pyridinyl ethyl-benzamides

سفیدک‌های پودری، کپک سفید یا اسکلروتینای[1] خیار و مونیلیا[2] عامل بیماری پوسیدگی قهوه‌ای درختان میوه از طرف شرکت بایر در سال ۲۰۱۰ معرفی شده است. این قارچ‌کش در آمریکا از سال ۲۰۱۰ و در اروپا از سال ۲۰۱۱ مورد استفاده است (Anonymous, 2014a). فلوپیرام با تاثیر در تنفس قارچ بیمارگر از طریق بازدارندگی اسید سوکسینیک دهیدروژناز (SDHI[3])، از انتقال یون‌های منفی هیدروژن به گیرنده‌های الکترون جلوگیری می‌کند (Anonymous, 2014b).

قارچ‌کش سیگنوم®[4]، قارچ‌کشی سیستمیک با خاصیت حفاظتی و درمانی است و برای کنترل بیماری لکه موجی گوجه‌فرنگی و سیب‌زمینی در کشور به ثبت رسیده است. سیگنوم دارای ۶/۷ درصد پیراکلواستروبین[5] و ۲۶/۷ درصد بوسکالید[6] است. قارچ‌کش بوسکالید با مکانیسم تاثیر یگانه روی طیف وسیعی از قارچ‌های بیماری‌زای درختان میوه، سبزیجات، مو، چمن و بسیاری از محصولات زراعی موثر است. از ترکیب بوسکالید با سایر تولیدات شرکت BASF خانواده‌ای از قارچ‌کش‌ها با دامنه تاثیر روی گستره‌ای از قارچ‌های بیماری‌زای گیاهی تولید شده است (Finsgar, 2005). بوسکالید محدود کننده فعالیت آنزیم سوکسینت دهیدروژناز (SDHI) و قارچ‌کشی با دامنه تاثیر گسترده است (Miyamoto *et al*., 2010). هم‌چنین این قارچ‌کش آنزیم یوبیکینون رداکتاز[7] را که در زنجیره انتقال الکترون الکترون در تنفس میتوکندریایی به‌عنوان کمپلکس II، محدود می‌کند. همانند دیگر کمپلکس‌ها در زنجیره تنفسی (کمپلکس‌های I، III و IV) این آنزیم (یوبیکینون رداکتاز) از اجزاء غشاء داخلی میتوکندری است (Finsgar, 2005). قارچ‌کش بوسکالید برای کنترل برخی بیماری‌های خیار مثل کپک خاکستری، پوسیدگی اسکلروتینیایی و لکه برگی کورینوسپوریایی[8] با عامل *Corynespora cassiicola* (Berk. & M.A. Curtis) C.T. Wei در ژاپن ثبت شده است (Miyamoto *et al*., 2010). پیراکلواستروبین از گروه قارچ‌کش‌های متوکسی کاربامات‌ها[9] و نقش محافظتی دارد. این قارچ‌کش از نظر مکانیسم و نقطه اثر در گروه‌بندی FRAC در گروه C3 قرار داشته از طریق تأثیر روی سیتوکروم میتوکندریایی bc1 و در مکان Qo عمل می‌کند. پیراکلواستروبین از نظر بروز مقاومت در گروه‌بندی FRAC در گروه ۱۱ و با ریسک بالا قرار دارد و نیازمند مدیریت در استفاده برای ممانعت از بروز مقاومت است (Fernández-Ortuño *et al*., 2017).

تاکنون قارچ‌کشی برای مدیریت بیماری کپک خاکستری خیار در ایران ثبت نشده است. لذا در حال حاضر در مدیریت این بیماری از قارچ‌کش‌های ثبت شده روی سایر محصولات استفاده می‌شود. در این مطالعه کارآیی قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسینسیشن®؛ SC, 50%) و پیراکلواستروبین+ بوسکالید (سیگنوم®؛ WG, 34.4%) در کنترل بیماری کپک خاکستری خیار بررسی شد.

مواد و روش‌ها:

به‌منظور انجام تحقیق آزمایش‌هایی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و چهار تکرار در استان‌های کرمان (جیرفت) و هرمزگان (بندر عباس) در شرایط گلخانه در سال ۱۳۹۸ اجرا شد. تیمارهای آزمایش شامل غلظت‌های ۰/۳، ۰/۴ و ۰/۵ درهزار از قارچ‌کش لوناسن‌سیشن و ۱، ۱/۲۵ و ۱/۵ در هزار از قارچ‌کش سیگنوم به‌عنوان قارچ‌کش‌های هدف، غلظت ۳ درهزار قارچ‌کش داکونیل به عنوان قارچ‌کش مرجع و شاهدهای آب‌پاشی و بدون محلول‌پاشی در هفت تکرار

1 - *Sclerotina*
2 -*Monilia*
3 - Succinate De-Hydrogenase Inhibitor (SDHI)
4 -Signum
5 -Pyraclostrobin
6 -Boscalid
7 - Succinate ubiquinone reductase
8 - Corynespora leaf spot
9 - methoxy-carbamates

بودند. در این تحقیق از رقم رویال (محصول شرکت سمینیس، آمریکا) و رقم نیکرسون (محصول شرکت نیکرسون، هلند) به‌ترتیب در جیرفت و بندرعباس استفاده شد. هر کرت آزمایشی شامل ۱۰ بوته به فاصله ۲۵ سانتی‌متر روی ردیف‌هایی به فاصله ۵۰ سانتی‌متر بود. بوته‌ها به‌طور عمودی هدایت و آبیاری و تغذیه بوته‌ها و نیز مراقبت‌های ضروری انجام گرفت. محلول‌پاشی کرت‌های آزمایشی با تیمارهای آزمایش با مشاهده اولین علائم بیماری انجام شد. برای این منظور از سم‌پاش پشتی کتابی ۲۰ لیتری و پس از کالیبراسیون مقدار آب مصرفی برای هر کرت استفاده شد و با فواصل زمانی ۷ روز در ۴ نوبت ادامه یافت. ارزیابی تیمارها با برآورد درصد وقوع بیماری از طریق شمارش مجموع گل‌های آلوده و مجموع میوه‌های آلوده در هر کرت آزمایشی انجام گرفت.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: داده‌های حاصل از ارزیابی وقوع بیماری در گل و میوه با استفاده از نرم‌افزار SAS (V9.1.3 Portable) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها به طریق آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

محاسبه اثربخشی تیمارها: اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد آب‌پاشی با استفاده از فرمول زیر برای میانگین‌ها محاسبه شد.

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

در این فرمول ef اثربخشی تیمار، $\bar{x}t$ میانگین تیمار و $\bar{x}c$ میانگین شاهد است (Campbell and Madden, 1990).

نتایج:

تجزیه مرکب داده‌های حاصل از ارزیابی وقوع بیماری در گل و میوه در دو مکان اجرا شامل استان‌های کرمان (جیرفت) و هرمزگان (بندر عباس) نشان داد بین تیمارها اختلاف معنی‌داری در سطح ۱ درصد وجود دارد اما اثر متقابل بین تیمار × مکان معنی‌دار نیست (جدول۱). بر اساس این نتایج، مقایسه میانگین مرکب مکان تیمارها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب درصد وقوع آلودگی به کپک خاکستری در گل و میوه خیار در استان‌های کرمان (جیرفت) و هرمزگان (بندر عباس).

Table 1. Composite analysis of variance of of incidence of gray mold infection in flowers and fruits of cucumber in Kerman (Jiroft) and Hormozgan (Bandar Abbas) provinces.

Source	df	Assessments					
		Incidence of disease in flowers			Incidence of disease in fruits		
		MS	F	Pr>F	MS	F	Pr>F
Place	1	0.095	0.58	0.4512^{ns}	0.722	8.4	0.0067^{**}
Block (Place)	6	0.451	2.75	0.0222^{*}	0.233	2.60	0.0292^{*}
Treatment	8	8.402	51.22	$<0.0001^{**}$	3.806	42.40	0.0001^{**}
Treatment* Place	8	0.235	1.44	0.2064^{ns}	0.102	1.14	0.3547^{ns}
Error	48	0.164	-	-	0.0898	-	-
CV%		25.36			25.04		

*Significant at level of 1%,
**Significant at level of 5%
ns: No significant

مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری در گل نشان داد قارچ‌کش لوناسن‌سیشن با دو غلظت ۰/۴ و ۰/۵ در هزار و میانگین وقوع بیماری به مقدار ۰/۴۷۵ درصد، وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی ۹۵ درصد کاهش داده است. در حالی‌که قارچ‌کش سیگنوم با غلظت‌های ۱/۲۵ و ۱/۵ در هزار به ترتیب با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۰/۹۷۵ و ۰/۴۷۵ درصد باعث کاهش وقوع بیماری نسبت به شاهد آب‌پاشی به ترتیب ۹۵ و ۸۹/۸ درصد بوده است و به‌طور مشترک در یک گروه آماری (d) قرار گرفتند. در همین مقایسه قارچ‌کش لوناسن‌سیشن با غلظت ۰/۳ در هزار با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۳/۳۵ درصد و قارچ‌کش سیگنوم با غلظت یک در هزار با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۳/۹۷ درصد، وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی به ترتیب به مقدار ۶۵/۱ و ۵۸/۶ درصد کاهش داده و در گروه‌های آماری مستقل b و c قرار گرفتند. قارچ‌کش داکونیل که به عنوان قارچ‌کش مرجع در این مطالعه استفاده شده است با میانگین وقوع بیماری ۵/۳۵ درصد توانست وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی تنها به مقدار ۴۴/۳ درصد کاهش داده و در گروه آماری مستقل b قرار گیرد. مقایسه میانگین وقوع بیماری در تیمارهای شاهد آب‌پاشی و بدون محلول‌پاشی نشان داد که هرچند محلول‌پاشی با آب تفاوت معنی‌داری در درصد وقوع بیماری ایجاد نکرد ولی وقوع بیماری را در گل به مقدار ۸/۵ درصد در مقایسه با شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داد (جدول ۲).

مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری در میوه نشان داد قارچ‌کش لوناسنسیشن در هر دو غلظت ۰/۴ و ۰/۵ در هزار با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۰/۴۷۵ درصد، وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی ۹۰/۴ درصد و قارچ‌کش سیگنوم با غلظت‌های ۱/۲۵ و ۱/۵ در هزار به ترتیب با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۰/۴۷۵ و ۰/۲۲۵ درصد، وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی ۹۰/۴ و ۹۵/۵ درصد کاهش داده و در یک گروه آماری (گروه c) قرار گرفتند. در همین مقایسه قارچ‌کش لوناسنسیشن با غلظت ۰/۳ در هزار با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۱/۷۲۵ درصد و قارچ‌کش سیگنوم با غلظت یک در هزار با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۱/۹۷۵ درصد، به همراه قارچ‌کش داکونیل با غلظت ۳ در هزار (قارچ‌کش مرجع) با میانگین وقوع بیماری به مقدار ۲/۳۵ درصد، وقوع بیماری را نسبت به شاهد آب‌پاشی به ترتیب به مقدار ۶۵/۳، ۶۰/۳ و ۵۲/۸ درصد کاهش داده و در یک گروه آماری (گروه b) قرار گرفتند. مقایسه میانگین وقوع بیماری در تیمارهای شاهد آب‌پاشی و بدون محلول‌پاشی نشان داد که هرچند محلول‌پاشی با آب تفاوت معنی‌داری در درصد وقوع بیماری ایجاد نکرد ولی وقوع بیماری را در میوه به مقدار ۸/۲ درصد در مقایسه با شاهد بدون محلول‌پاشی افزایش داد (جدول ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری کپک خاکستری در گل و میوه و اثربخشی تیمارها.

Table 2. Comparison of the average incidence of gray mold disease in the flowers and fruits and the effectiveness of treatments

No.	Treatment	Concentration	Efficacy %	Incidence of disease in fruits *	Efficacy %	Incidence of disease in flowers *
1	Luna Sensation	0.3 ml/L	65.3	1.725 b	65.1	3.35 b
2	Luna Sensation	0.4 ml/L	90.4	0 .475 c	95	0.475 d
3	Luna Sensation	0.5 ml/L	90.4	0.475 c	+95	0.475 d
4	Signum	1 g/L	+60.3	1.975 b	+58.6	3.975 c
5	Signum	1.25 g/L	+90.4	0.475 c	+89.8	0.975 d
6	Signum	1.5 g/L	+95.5	0.225 c	+95	0.475 d
7	Daconil	3 g/L	+58.2	2.35 b	+44.3	5.35 b
8	Control with watter spary	-	-8.2	4.975 a	8.5–	9.6 a
9	Control withouth watter spary	-	_	4.6 a	_	8.85 a

*Means followed the same letter are not significantly different at 5% probability level.

بحث:

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد غلظت ۰/۴ لوناسنسیشن و غلظت ۱/۲۵ درهزار قارچ‌کش سیگنوم (غلظت‌های ۱/۲۵ و ۱/۵ در هزار اختلاف آماری معنی‌دار ندارند و غلظت کم‌تر توصیه می‌شود) غلظت‌های ترجیحی برای توصیه برای محلول‌پاشی با فاصله ۷ روز هستند.

انجام این تحقیق نیز نشان می‌دهد که قارچ‌کش لوناسنیسشن با غلظت ۰/۴ در هزار و سیگنوم با غلظت ۱/۲۵ در هزار کارآیی کافی در کنترل کپک خاکستری دارند. مطالعه عظیمی و همکاران (Azimi *et al.*, 2018) نیز نشان داده بود که قارچ‌کش‌های لوناسینسیشن ۰/۳ در هزار در کنترل سفیدک پودری خیار گلخانه‌ای مفید است. اما تاکنون بررسی‌ای روی اثر این قارچ‌کش بر کپک خاکستری خیار انجام نشده است. هم‌چنین نتایج تحقیقات سایر محققین که به برخی از آنها اشاره شد نتایج تحقیق حاضر را تایید می‌کنند. به‌علاوه بررسی منابع بروز جمعیت‌های مقاوم بیمارگر به اجزای تشکیل دهنده قارچ‌کش‌های لوناسنیسشن و سیگنوم را تایید می‌کنند. این مستندات به ضرورت مدیریت اجتناب از بروز مقاومت در استفاده از این دو قارچ‌کش را تایید می‌نمایید. بالا بودن احتمال بروز مقاومت را می‌توان با پتانسیل بالای قارچ *B. cinerea* در تولید کنیدی توجیه کرد (Veloukas and Karaoglanidis, 2012).

بیماری کپک خاکستری با عامل *B. cinerea*، از بیماری‌های مهم در بسیاری از محصولات باغی است که برای کنترل آن نیاز به محلول‌پاشی مکرر با قارچ‌کش‌های مؤثر بخصوص در شرایط مرطوب و نیمه‌مرطوب است. در کشورهایی با استانداردهای بالا در سلامت غذایی به دلیل محدودیت‌های موجود در ثبت قارچ‌کش‌هایی با دامنه تأثیر گسترده، کنترل این بیماری بیشتر با استفاده از قارچ‌کش‌هایی با محل و مکانیسم اثر تخصصی صورت می‌گیرد. در کشورهای اروپایی برای کنترل بیماری کپک خاکستری توت فرنگی از قارچ‌کش‌هایی از گروه QoI مثل آزوکسی[1] استروبین، تری‌فلوکسی استروبین[2] یا یا پیراکلواستروبین، از گروه محدود کننده آنزیم سوکسینت دهیدروژناز (SDHI) مثل بوسکالید و

1 - azoxystrobin
2 - trifloxystrobin

فلوپیرام، از گروه آنیلینوپیریمیدین‌ها مثل سیپرودینیل، پیریمتانیل، مپانیپیریم، از گروه فنیل‌پروها مثل فلودیوگسانیل و از گروه هیدروکسی آنیلیدها مثل فن‌هگزامید استفاده می‌شود. استفاده از قارچ‌کش‌های دیگر گروه‌ها مثل قارچ‌کش‌های گروه دی‌کربوکسامیدها (ایپرودیون) از دهه ۱۹۷۰ یا متیل بنزیمیدازول کاربامات‌ها (بنومیل و تیوفانات متیل) از سال ۲۰۰۹ به بعد متوقف شده است (Rupp *et al*., 2017).

گزارش‌ها نشان می‌دهد که قارچ‌کش‌های لوناسنسیشن و سیگنوم و یا اجزای تشکیل دهنده آن‌ها در بازدارندگی رشد میسلیوم، کنیدی‌زایی و جوانه‌زنی کنیدی‌های قارچ *Botrytis cinerea* کارآیی خوبی دارند. کیم و همکاران (Kim *et al*., 2016) در تحقیقی اثرات بازدارندگی چند قارچ‌کش را در رشد میسلیوم، کنیدی‌زایی و جوانه‌زنی عامل بیماری کپک خاکستری توت فرنگی بررسی و کارآیی قارچ‌کش بوسکالید را در کنترل بیماری ثابت کردند. ایوب و همکاران (Ayoub *et al*., 2018) نشان دادند که کارآیی قارچ‌کش سیگنوم را در کنترل بیماری کپک خاکستری گوجه‌فرنگی موثر بود. نتایج این مطالعات با نتایج تحقیق حاضر در خصوص کارآیی قارچ‌کش سیگنوم و یا اجزای تشکیل دهنده آن به‌تنهایی منطبق است.

هانچنگ و همکاران (Han-cheng *et al*., 2006) در بررسی‌های خود، کارآیی قارچ‌کش تری‌فلوکسی استروبین 50% WP را در بازدارندگی جوانه‌زنی بیش‌تر قارچ‌های بیماری‌زای بررسی شده به‌جز *B. cinerea* در شرایط آزمایشگاهی تایید کردند. در تحقیقی کارآیی فلوپیرام در بازدارندگی رشد میسلیوم و کنیدی‌زایی *B. cinerea* تایید شده است (Veloukas and Karaoglanidis, 2012). کیم و ژیائو (Kim and Xiao, 2010) در تحقیقات خود بروز مقاومت در جمعیت‌های *B. cinerea* روی سیب انباری را نسبت به قارچ‌کش پیراکلواستروبین + بوسکالید با نام تجاری پریستین تنها در مدت بسیار کوتاهی پس از ثبت آن گزارش کرده‌اند. در تحقیق دیگری بروز جمعیت‌های مقاوم از گونه *Botrytis cinerea* نسبت به قارچ‌کش‌های بوسکالید و فلوپیرام تایید شده است (Fernández-Ortuño *et al*., 2017).

References:

Anonymous, 2012. Statistical fact sheet on agricultural products. Economic and programing aide in communication and information technology of the Ministry of Agricultural Jihad. Year 2011-12, Vol. 1. [In Persian]

Anonymous, 2014a. Fluopyram: new fungicide from Bayer Crop Science. http://www. croplife. com/ crop-inputs/ fungicides/ fluopyram-new-fungicide-from-bayer-cropscience/ (Accessed on 28-April-2015).

Anonymous, 2014b. Control of latent diseases and strawberry shelf life extension. Global Berry Congress Amsterdam April 2014, Monheim, Germany.

Anonymous, 2015a. Luna Sensation documents. https://www.bayercropscience.us/products/fungicides/luna/label-msds (Accessed on 28-April-2015).

Anonymous, 2015b. Pesticide Fact Sheet of Trifloxystrobin. Environmental Protection Agency, USA, 12 pp. http://www.epa. gov/fedrgstr/ (Accessed on 28-April-2015)

Anonymous. 2019. List of countries by cucumber production. From Wikipedia, the free encyclopedia, Available at: https://en. wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_cucumber_production [Accessed on March 14, 2020]

Azimi, H., Shahriyari, D., Eslahi, M., Afzali, M., Beirami, B., 2018. Investigation on the efficacy of Luna Sensation® 500SC fungicide against Golovinomyces cichoracearum the pathogen of cucumber

powdery mildew disease. COI research: R-1051791

Ayoub, F., Oujji, N. B., Ayoub, M., Hafidi, A., Salghi, R. and Jodeh, S. 2018. In field control of *Botrytis cinerea* by synergistic action of a fungicide and organic sanitizer. Journal of Integrative Agriculture 7(6): 1401–1408.

Bi, C.W., Qiu J.B., Zhou M. G., Chen C.J. and Wang J.X. 2009. Effects of carbendazim on conidial germination and mitosis in germlings of Fusarium graminearum and Botrytis cinerea. Integrated Journal of Pest Management 55(2): 157-163.

Crofts, A. R. 2004. The Cytochrome bc1 Complex: Function in the context of structure. Annual Review of Physiology. (66): 689-733.

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

Ershad D. 1995. The Fungi of Iran, Ministry of Agriculture, Agriculture Research, Education and Extension Organization.

Fernández-Ortuño, D., Pérez-García, A., Chamorro, M., Peña, E., Vicente, A. and Torés, J. A. 2017. Plant Disease 101(7): 1306-1313.

Fillinger S. and Elad Y. 2016. Botrytis – the Fungus, the Pathogen and its Management in Agricultural Systems. Springer International Publishing. DOI: 10.1007/978-3-319-23371-0.

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., available at: http://edis.ifas.ufl.edu. [Accessed on 15 September 2020].

Han-cheng, W., Zhi-qiu, Q. I., Jian-xin, W., Chang-jun, C. and Ming-guo, Z. 2006. Bioactivity of trifloxystrobin on nine species of plant pathogenic fungi. Agrochemicals 11: 780-781,789. In Chines with English summary.

Khabaz Jolfaei, H., Azimi, H., Rabbani nasab, H., Keshavarzi, K. 2018. Investigation on the efficacy of Luna Sensation® 500SC fungicide against Venturia inaequalis the pathogen of apple scab disease. COI research: R-1051724

Kim, J. O., J Shin, O. H., Gumilang A., Chung, K., Choi, K. Y. and Su, K. 2016. Effectiveness of Different Classes of Fungicides on Botrytis cinerea Causing Gray Mold on Fruit and Vegetables. Plant Pathol. J. 32(6): 570-574.

Kim, Y. K. and Xiao, C. L. 2010. Resistance to pyraclostrobin and boscalid in populations of *Botrytis cinerea* from stored apples in Washington State. Plant Disease 94(5): 604-612.

Liu, W., Leroux P. and Fillinger S. 2008. The HOG1-like MAP kinase Sak1 of Botrytis cinerea is negatively regulated by the upstream histidine kinase Bos1 and is not involved in dicarboximide- and phenylpyrrole resistance. Fungal Genet. Biol. (45): 1062-1074.

McGrath, M. T. 2020. Managing cucurbit powdery mildew successfully in 2016. Plant Pathology and Plant Microbe Biology Section, SIPS, Cornell University, Long Island Horticultural Research and Extension Center, available at: http://vegetablemdonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/Cucurbit%20Powdery%20Mildew%20MGT%202016-outside%20NY-McGrath.pdf [accessed on 15 September 2020].

Miyamoto, T., Ishii, H. and Tomita, Y. 2010. Occurrence of boscalid resistance in cucumber powdery mildew in Japan and molecular characterization of the iron–sulfur protein of succinate dehydrogenase of the causal fungus. Journal of General Plant Pathology, 76 (4): 261-267.

Robinson, R. W. and Decker-Walters, D. S. 1997. Cucurbits. CAB International, NY. Page 226. [accessed on January 24, 2020]

Rupp, S., Weber, R. W. S., Rieger, D., Detzel, P. and Hahn, M. 2017. Spread of *Botrytis cinerea* strains with multiple fungicide resistance in German horticulture. Frontiers in Microbiology (7): 1-12. doi: 10.3389/ fmicb. 2016.02075

Suarez, M. B., Walsh K., Boonham N., O'Neill T., Pearson S. and Barker I. 2005. Development of real-time PCR (TaqMan®) assays for the detection and quantification of Botrytis cinerea in planta. Plant Physiol. Biochem. (43): 890-899.

Tatlioglu, T. 1993. Cucumbers, Genetic Improvement of Vegetable Crops. 197-234. In Kalloo, G. and Bergh, B. O. eds. Pergamon Press, New South Wales, Australia. 833 pp.

Tesoreiro L. and Bertus F. 2004. Integrated management of greenhouse cucumber and Capsium disease.

Van Zyl, S. A., Brink J. C., Calitz F. J., Coertze S. and Fourie P. H. 2010. The use of adjuvants to improve spray deposition and

Botrytis cinerea control on Chardonnay grapevine leaves. Crop Prot. (29): 58-67.

Veloukas, T. and Karaoglanidis, G. 2012. Biological activity of the succinate dehydrogenase inhibitor fluopyram against *Botrytis cinerea* and fungal baseline sensitivity. Pest management science. (68): 858-864.

Weber, R. W. S. and Hahn, M. 2011. A rapid and simple method for determining fungicide resistance in Botrytis. J. Plant Dis. Protect. (118): 17–25. doi: 10.1007/BF03356376

Zhao, H., Kim Y. K., Huang L. and Xiao C. L. 2010. Resistance to thiabendazole and baseline sensitivity to fludioxonil and pyrimethanil in *Botrytis cinerea* populations from apple and pear in Washington State. Postharvest Biol. Technol. (56): 12-18.

Evaluation of the Efficacy of trifloxystrobin+fluopyram (SC, 50%) and pyraclostrobin+boscalid (WG, 34.4%) Fungicides against *Botrytis cinerea*, Causal Agent of Cucumber Grey Mold Disease under Greenhouse Conditions

Ghayeb Zamharir, M.[*1], Azimi, H.[1], Moddares Najaf Abadi, S.[2] and Abbasi, A.[3]

1. Plant Diseases Research Department, Iranian Research Institute of Plant protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. 2. Plant protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre of Hormozgan province, AREEO, Hormozgan, Iran. 3. Plant protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre of south of Kerman province, AREEO, Jiroft, Iran.

Received: Des, 13, 2020 Accepted: Jun, 28, 2021

Abstract:

To study the efficacy of Trifloxystrobin + fluopyram SC 500 (Luna® Sensation) and pyraclostrobin + boscalid WG 34.4% (Signum®) fungicides in controlling the cucumber gray mold disease, experiments were carried out in a Randomized Complete Block Design (RCBD) with 9 treatments and 4 replications under greenhouse conditions. Foliar application of experimental plots began with the onset of symptoms of disease and continued four times with an interval of 7 days. The results were expressed 7 days after the last spraying as the Disease Incidence Percent (DIP) in flowers and fruits for each plant. Means were compared using Duncan's Multiple Range Test (P = 5%). The analysis of variance (ANOVA) indicated significant difference between treatments but no interaction between fungicide treatments and locations. Mean comparison of treatments, revealed that Luna® Sensation at 0.4 and 0.5 m/L^{-1} along with Signum® at 1.25 and 1.5 g/L^{-1} showed 95, 89.8, 95, and 95 % reduction in the disease incidence on flowers respectively, compared to the water spraying control. In this study Diaconal at 3 ml/L^{-1} as standard fungicide showed only 44.3% efficacy on flower infections and 52.8% efficacy on fruit infections respectively. This study also revealed that, water spraying increased the disease incidence by 8.5% compared with no spraying control. Based on the results, the dose of 0.4 ml/L^{-1} of Luna® Sensation and 1.5 g/L^{-1} of Signum® fungicides are the most effective doses for foliar application at 7 day intervals for controlling the gray mold disease of cucumber under greenhouse condition.

Keywords: Boscalid, Gray mold, Pyraclostrobin, Signum, Trifloxystrobin

[*] **Corresponding author: Maryam Ghayeb Zamharir**, Email: zamharir2005@yahoo.com