

Efficacy of Signum (Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7%) in control of gray mold disease in pepper caused by *Botrytis cinerea*

Mousa Najafiniya^{✉1}, Ali Abbasi², Esmacil Shams³, Laleh Ilkhan², Laleh dehghan⁴



- ¹ Plant Diseases Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran
- ² Plant Protection Research Department, South Kerman Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Jiroft, Iran
- ³ Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center of Hormozgan Province, AREEO, Bandar Abbas, Iran
- ⁴ Plant Protection Research Department, Agricultural and Natural Resources Research Center of Tehran, AREEO, Varamin, Iran. of Biotechnology, Agriculture Faculty, Azarbaijan Shahid Madani University, Tabriz, Iran

Corresponding author

✉ m.najafinia@areeo.ac.ir

Abstract

Keywords

Rot, Chemical control, Post-harvest, Resistance, Management

The gray mold disease caused by *Botrytis cinerea* is one of the most important diseases of pepper worldwide. In this research, the efficacy of Signum (pyraclostrobin 6.7% + boscalid 6.7%) on the control of pepper gray mold disease was evaluated under laboratory and greenhouse conditions compared with Captan fungicide. The research was carried out under laboratory condition as a completely randomized design and under greenhouse as a completely randomized block designs in the Hormozgan and the South of Kerman regions. The treatments included the concentrations of 1, 1.5 and 2g/L of the target fungicide, Captan 3g/L and control (without fungicide). Foliar spraying started once the symptoms of disease were observed and continued until the infection reached up 75% in the control treatment. It was repeated once every seven to 10 days and three times in total. The disease severity index was calculated using a scoring system and the results finally were compared. Under laboratory, results showed that all the treatments reduced the radial growth of the fungal pathogen compared to the control, and a significant difference was observed at the level of 1%. The results in greenhouse showed that the target fungicide Signum (pyraclostrobin + boscalid) at the concentrations of 2 g/L and 1.5 g/L was superior with average control efficiency of 93.8 and 88.25%, respectively. In order to reduce the use of fungicide, application of the fungicide at concentration of 1.5g/L and maximum three times with an interval of 7 to 10 days is recommended to control the gray mold disease of greenhouse pepper.

Received: 11 June 2024

Revised: 13 August 2024

Accepted: 18 August 2024

Available online: 19
February 2025

Cite this article:

Najafiniya M, Abbasi A, Shams E, Ilkhan L, Dehghan L, 2024. Efficacy of Signum (Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7%) in control of Gray mold disease in pepper caused by *Botrytis cinerea*. *J Appl Res Plant Prot* 13 (4): 333–344.
<https://dx.doi.org/10.22034/arpp.2025.19380>



Copyright© 2023 University of Tabriz, Published by the University of Tabriz.

This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)

کارایی قارچ‌کش سیگنوم (پیراکلو استروبین ۶/۷٪ + بوسکالید ۲۶/۷٪) در کنترل بیماری کپک خاکستری فلفل ناشی از *Botrytis cinerea*

موسی نجفی نیا^۱، علی عباسی^۲، اسماعیل شمس^۳، لاله ایلخان^۲ و لاله دهقان^۴

^۱ بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
^۲ بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی جنوب کرمان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، جیرفت، ایران
^۳ بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران
^۴ بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی تهران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ورامین، ایران

نویسنده مسئول: m.najafinia@areo.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۲ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۲۳ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۲۸

چکیده

بیماری پوسیدگی خاکستری فلفل ناشی از گونه *Botrytis cinerea* یکی از مهم‌ترین بیماری‌های فلفل است. در این تحقیق، کارایی قارچ‌کش پیراکلو استروبین ۶/۷٪ + بوسکالید ۲۶/۷٪ در کنترل بیماری پوسیدگی خاکستری فلفل در شرایط آزمایشگاه و گلخانه بررسی و با قارچ‌کش کاپتان مورد مقایسه قرار گرفت. تحقیق در شرایط آزمایشگاه در قالب طرح کاملاً تصادفی و در شرایط گلخانه در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در دو منطقه هرمزگان و جنوب استان کرمان اجرا شد. تیمارها شامل غلظت‌های یک، یک و نیم و دو در هزار از قارچ‌کش هدف، کاپتان سه در هزار و شاهد بدون سم‌پاشی بودند. محلول‌پاشی به محض مشاهده علائم بیماری، شروع و تا پیشرفت آلودگی در تیمار شاهد به ۷۵ درصد ادامه یافت. محلول‌پاشی هر هفت تا ۱۰ روز یک‌بار تکرار و جمعا سه نوبت انجام شد. شاخص شدت بیماری با سیستم نمره‌دهی (صفر تا چهار) محاسبه و با آزمون دانکن، میانگین‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند. در شرایط آزمایشگاه، نتایج نشان داد تمامی تیمارها در مقایسه با شاهد، باعث کاهش رشد شعاعی قارچ عامل بیماری شده و از نظر آماری، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد مشاهده شد. نتایج در شرایط گلخانه، نشان داد قارچ‌کش سیگنوم (پیراکلو استروبین + بوسکالید) در غلظت‌های ۲ و ۱/۵ در هزار به ترتیب با میانگین کارایی کنترل ۹۳/۸ و ۸۸/۲۵ درصد تیمار برتر بودند. در راستای کاهش مصرف سموم، تیمار سیگنوم با غلظت یک و نیم در هزار و حداکثر در سه نوبت به فاصله هفت تا ۱۰ روز جهت کنترل بیماری کپک خاکستری فلفل گلخانه‌ای توصیه می‌شود.

کلمات کلیدی: پس از برداشت، پوسیدگی، کاپتان، کنترل شیمیایی، مدیریت

مقدمه

انسان نقش اساسی دارد. علاوه بر این، مدارک علمی نشان داده است که ترکیبات فعال استخراج شده از فلفل دلمه‌ای دارای خواص ضد التهابی، ضد دیابتی و ضد میکروبی بوده و سیستم ایمنی بدن را تقویت می‌نمایند (Rahim & Mat 2012). همین عوامل سبب شده تا تولید فلفل دلمه‌ای در سالیان اخیر به شکل قابل‌توجهی افزایش پیدا کرده و این محصول را به یکی از مهم‌ترین سبزی‌ها تبدیل نموده که به صورت تجاری در سراسر جهان کشت شود (Anaya-Esparza et al. 2021). طبق آمار FAO، سطح زیر کشت فلفل در ایران در سال ۲۰۲۲، بالغ بر ۶۴۴۲ هکتار برآورد شده است (Faostat 2022). بنابراین شناسایی عوامل محدود کننده کشت فلفل و دست‌یابی به راه‌های مبارزه با آن‌ها، از ارکان اصلی کشت پایدار این منبع غذایی ارزشمند است. بیماری‌ها تهدید جدی برای کاشت گیاه فلفل و تولید آن

فلفل *Capsicum annum* L. گیاهی یک‌ساله از خانواده سولاناسه دارای ارقام مختلف به رنگ‌های سبز، زرد، قرمز و نارنجی است. فلفل در شرایط گلخانه و مزرعه کشت می‌شود و یکی از مهم‌ترین محصولات سبزی در سراسر دنیا است. این محصول هم به صورت تازه‌خوری و هم به عنوان بهبوددهنده عطر و طعم در طبخ غذا مورد استفاده قرار می‌گیرد (Padilha et al. 2015). در کنار طعم منحصر به فرد، فلفل دلمه‌ای منبع مهمی از ویتامین‌های A، B، C و E، و همچنین منبع عناصر پتاسیم، سدیم، کلسیم، منیزیم و فسفر و ترکیبات فعال متنوع دیگری مانند ترکیبات فنولی و کاروتنوئیدها است که در سلامت انسان نقش مهمی دارند. همچنین وجود منبع غنی از کربوهیدرات، فیبر و آب در کنار چربی و پروتئین کم، فلفل را به یک غذای با کالری پایین تبدیل کرده است که در تغذیه

درصد وقوع بیماری کپک خاکستری خیار موثر گزارش شده است (Soliman et al. 2015). تحقیقات نشان داده است برخی ترکیبات مانند کیتوزان اگرچه در شرایط آزمایشگاه خاصیت قارچ‌کشی نشان نداده است ولی کاربرد آن بصورت محلول‌پاشی در کاهش درصد وقوع بیماری کپک خاکستری خیار موثر بوده است (Soliman et al. 2015). استفاده از قارچ‌کش‌ها برای کنترل شیمیایی این بیماری اجتناب‌ناپذیر است (Van Zyl et al. 2010).

قارچ *B. cinerea* از نظر بروز مقاومت به قارچ‌کش‌ها، یک بیمارگر با پتانسیل بالا است که این امر به خاطر تنوع ژنتیکی، سیکل کوتاه زندگی و تولید مثل فراوان می‌باشد، لذا تکرار استفاده از گروه‌های محدودی از قارچ‌کش‌ها منجر به توسعه مقاومت در قارچ می‌شود (Zhao et al. 2010). کاهش کارایی برخی سموم مانند کلروتالونیل و دی‌کلران بر علیه کپک خاکستری گوجه‌فرنگی گزارش شده و همچنین پیدایش نژادهای مقاوم قارچ *Botrytis* به برخی قارچ‌کش‌های متداول در گلخانه‌های گیاهان زینتی گزارش شده است (Moorman & Lease 1992; Yourman & Jeffers 1999). کاهش حساسیت قارچ عامل کپک خاکستری در گوجه‌فرنگی به سموم دی‌کاربوکسامید، بنزیمیدازول و برخی سموم کلاسیک دیگر در ترکیه گزارش شده است (Delen et al. 2000).

قارچ‌کش‌های متنوعی برای مهار بیماری کپک خاکستری در محصولات مختلف در جهان معرفی و ثبت شده است. در ترکیه قارچ‌کش‌های ثبت شده علیه *Botrytis* روی گوجه‌فرنگی شامل Iprodion، Imazalil (Magnet 50 EC)، Captan، Thiram، Fenhexamid، Switch و Mirage است (Yildiz et al. 2007). قارچ‌کش‌هایی از گروه‌های مختلف مانند Boscalid، Tebuconazole، Fludioxonil و Iprodione برای کنترل بیماری کپک خاکستری جالبی ثبت گردیده‌اند (Kim et al. 2016). بر اساس مطالعه‌های انجام شده، قارچ‌کش‌های بردوفیکس، رورال تی‌اس (ایپرودیون+کاربندازیم)، مانکوزب، کوپراکسی کلراید، بنومیل، کاپتان، استروبی، کلروتانولیل، سینگلور، لونا سنسیشن، میلیس (پیری متانیل) و زینب برای کنترل کپک خاکستری روی محصولات مختلف در ایران معرفی شده‌اند (Mavendadi et al. 2016; Ghasemi Dameghani et al. 2018; Ghayeb et al. 2020; Sharifi & Naeimi 2022).

قارچ‌کش پیراکلو استروبین ۶/۷٪ + بوسکالید ۲۶/۷٪ (WG) 33.4% یک قارچ‌کش با اثر محافظتی و سیستمیک است که

هستند. بیماری‌های ناشی از قارچ‌های *Alternaria* Nees، *Phytophthora deBary*، *Botrytis* P. Micheli ex Haller، *Sclerotinia* Fuckel، *Fusarium* Link و سایر بیماری‌ها نظیر سفیدک‌های داخلی و سطحی، نگرانی‌های جدی برای تولید تجاری فلفل محسوب می‌شوند (Daugherty et al. 2000). در میان این بیماری‌ها، کپک خاکستری فلفل ناشی از قارچ *Botrytis cinerea* Pers. یکی از بیماری‌های با اهمیت اقتصادی و عامل ایجاد خسارت قبل و بعد از برداشت است و کمیت و کیفیت محصول را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Daugherty et al. 2000). تهویه نامناسب، رطوبت نسبی بالا و دمای خنک مهم‌ترین عواملی هستند که آلودگی *B. cinerea* را در گلخانه توسعه می‌دهند (Bi et al. 2009; Ghayeb et al. 2020; Sharifi & Naeimi 2022). علاوه بر فلفل، بیماری پوسیدگی خاکستری از مهم‌ترین بیماری‌های میوه‌ها، سبزی‌ها و به‌ویژه گوجه‌فرنگی، توت‌فرنگی و خیار در ایران است (Ghayeb et al. 2022; Sharifi & Naeimi 2020; al. 2020). آلودگی از مزرعه شروع شده و در صورت وجود شرایط مساعد محیطی، رطوبت کافی و هوای خنک، می‌تواند در شرایط مزرعه خسارت سنگینی وارد سازد و در اغلب موارد، پس از برداشت نیز، آلودگی ادامه می‌یابد. قارچ عامل بیماری توانایی تولید اسپور فراوان داشته و به سرعت از گیاهان آلوده به گیاهان سالم سرایت می‌کند. در بقایای گیاهی و خاک، به فرم سختینه (اسکلرت)، دوام خود را حفظ می‌کند. تنوع روش‌های حمله به گیاه، دامنه میزبانی وسیع، توانایی بالای قارچ برای بقا در شرایط نامساعد به طرق مختلف و توانایی اسپورزایی بالا، کنترل قارچ *B. cinerea* را بسیار مشکل ساخته است (Elad & Shtienberg 1995; Williamson et al. 2007).

در ایران، این قارچ روی توت‌فرنگی، گوجه‌فرنگی، کیوی، رز، مرکبات، انگور، سیب، گلابی، به، بادام زمینی، خیار، باقلا، سویا، نخود، لوبیا، زیتون، سیب‌زمینی، پیاز، خربزه، گل صدتومنی، میخک، شمعدانی، گلایول، گندم و برخی محصولات دیگر، جداسازی و گزارش شده است (Mirzaei et al. 2008; Najafiniya 2018; Ghayeb et al. 2020; Sharifi & Naeimi 2022). مدیریت تلفیقی شامل کاربرد عوامل بیوکنترل، تهویه، تغییر اتمسفر داخل گلخانه، عملیات زراعی مناسب و کاربرد قارچ‌کش‌ها، در کنترل بیماری کپک خاکستری روی محصولات مختلف به‌کار گرفته می‌شود (Yildiz et al. 2007). استفاده از قارچ‌های آنتاگونیست مانند گونه‌های *Trichoderma harzianum* Rifai و *T. viride* Pers. در کنترل و کاهش

مرکز هر پتری دیش، طبق روش استفاده شده در تحقیقات قبلی، قرار داده شد (Hawamdeh & Ahmed 2001; Ghasemi, Dameghani et al. 2018). در تیمار شاهد، از آب مقطر استفاده شد. قطر کلنی قارچ رشد یافته بعد از ۹۶ ساعت اندازه گیری و با شاهد مقایسه و داده‌ها با نرم افزار SAS آنالیز گردید. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام گردید. درصد بازدارندگی رشد میسلیم (کارایی کنترل قارچ‌کش) در مقایسه با شاهد با فرمول زیر محاسبه گردید (Meng et al. 2007).

$$MI = 100 \times \frac{c - t}{c}$$

MI = درصد بازدارندگی رشد میسلیم، c = قطر پرگنه در

شاهد، t = قطر پرگنه در تیمار)

ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌ها در شرایط گلخانه تجاری

این بخش از تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در شرایط گلخانه متداول فلفل در جنوب کرمان (جیرفت) و هرمزگان (رودان) در یک گلخانه دارای سابقه آلودگی و با استفاده از فلفل رقم سبز اجرا گردید. در استان هرمزگان، این تحقیق در حومه شهر دهبازر در شهرستان رودان اجرا شد. سیستم کشت گلخانه به صورت پشته‌ای و در هر پشته، دو ردیف فلفل کشت گردید. طول هر پشته ۴۰ متر، فاصله پشته‌ها از یکدیگر ۱/۱ متر و فاصله دو ردیف در هر پشته، ۵۰ سانتی‌متر بود. هر کرت آزمایشی شامل دو ردیف به طول چهار متر و تعداد ۱۰ بوته در هر کرت آزمایشی علامت‌گذاری و جهت آماربرداری مورد استفاده قرار گرفت (جهت جلوگیری از تاثیر تیمارها بر روی یکدیگر در زمان سمپاشی، کرت‌ها به صورت یک در میان انتخاب شدند). آبیاری، تغذیه بوته‌ها و نیز مراقبت‌های ضروری انجام شد. تیمارهای آزمایش به شرح جدول (۱) در نظر گرفته شدند. با مشاهده اولین علائم آلودگی، ارزیابی قبل از محلول‌پاشی انجام و سپس تیمارها اعمال شدند. سمپاشی هر هفت تا ۱۰ روز یکبار تا رسیدن آلودگی در تیمار شاهد به ۷۵ درصد، تکرار گردید. در مجموع سه نوبت سمپاشی با استفاده از سمپاش پشتی کتابی انجام و در هر نوبت، پوشش کامل روی بوته‌ها ایجاد گردید در منطقه جنوب استان کرمان، نیز یک گلخانه تجاری دارای سابقه آلودگی در منطقه‌ی محمودآباد از توابع شهرستان جیرفت جهت اجرای پروژه انتخاب و مانند روش ذکرشده، اقدام لازم انجام گردید. شرایط کشت بصورت پشته‌ای و با فاصله ۱۰۰ سانتی‌متر بین پشته‌ها و ۵۰ سانتی‌متر بین بوته‌ها بود.

توسط شرکت BASF به صورت گرانول فرموله شده و به راحتی در آب حل و پخش می‌شود. کاربرد این قارچ‌کش در دنیا روی خیلی از محصولات نظیر سیب، انگور، گوجه‌فرنگی، خیار، فلفل، پیاز، انواع کلم، کاهو، توت‌فرنگی (مزارع و گلخانه)، هویج، نخود و لوبیا به ثبت رسیده است (Hauke et al. 2004; Ghayeb et al. 2020; Sharifi & Naeimi 2022). این قارچ‌کش ترکیبی از ۶/۷ درصد پیراکلواستروبین و ۲۶/۷ درصد بوسکالید است. پیراکلواستروبین از نظر شیمیایی همانند سایر قارچ‌کش‌های گروه استروبیولورین مانند کروزوکسیم-متیل و تری‌فلوکسی استروبین، برای کنترل بیماری‌های میوه ثبت شده است. قارچ‌کش بوسکالید متعلق به رده کربوکسی‌آلیدها است. هر دو قارچ‌کش موجود در این ترکیب، از نظر مکانیسم اثر، روی تنفس سلولی قارچ بیمارگر تاثیر می‌گذارند. این فرمولاسیون ترکیبی، دامنه اثر وسیعی به قارچ‌کش داده و خطر بروز مقاومت در قارچ‌های هدف را کاهش می‌دهد (Hauke et al. 2004). با توجه به افزایش سطح زیر کشت محصولات گلخانه‌ای و نیز مصرف تازه‌خوری فلفل و اهمیت باقیمانده سموم، ضرورت استفاده از قارچ‌کش‌های موثر کم‌مصرف و کم‌خطر اجتناب ناپذیر است. در خصوص بیماری خاکستری فلفل، اساس کنترل بیماری، کاربرد قارچ‌کش‌ها است. تحقیق حاضر به منظور بررسی کارایی قارچ‌کش پیراکلو استروبین ۶/۷٪ + بوسکالید ۲۶/۷٪ در کنترل قارچ *B. cinerea* در شرایط آزمایشگاه و گلخانه روی فلفل اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

جدایه قارچ *B. cinerea* از بوته‌های آلوده فلفل جداسازی، اثبات بیماری‌زایی و در بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی شناسایی و در محیط کشت PDA برای استفاده بعدی نگهداری شد.

ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌ها در شرایط آزمایشگاه

این بخش از تحقیق در آزمایشگاه سبزی و صیفی بخش تحقیقات بیماری‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی و در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام گردید. ابتدا ۵۰ سی‌سی محیط کشت PDA (ساخت شرکت Liofilchem srl, Italy) تهیه، اتوکلاو و غلظت‌های مورد نظر از قارچ‌کش‌های هدف (جدول ۱) به محیط کشت اضافه، به آرامی مخلوط و بعد درون تشتک پتری ۹۵ میلی‌متری به میزان ۱۵ سی‌سی در هر تشتک ریخته شد. بعد از ۲۴ ساعت نگهداری در دمای اتاق، یک قرص پنج میلی‌متری از جدایه‌ی فعال قارچ *B. cinerea* در

جدول ۱. نام عمومی و غلظت قارچ‌کش‌های استفاده شده در این تحقیق.

Table 1. Common name and applied dosage of fungicides used in this study.

No	Treatments (common name of fungicides)	Dosage (g/l)	Company
1	Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7% (WG 33.4%)	1 g/L	BASF
2	Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7% (WG 33.4%)	1.5 g/L	BASF
3	Pyraclostrobin 6.7% + Boscalid 26.7% (WG 33.4%)	2 g/L	BASF
4	Captan (WP 50%)	3 g/L	Agroxir
5	Control (distilled water)		

جدول ۲. سیستم نمره‌دهی جهت محاسبه شاخص شدت بیماری (Yildiz et al. 2007).

Table 2. Scoring system used to calculate disease severity index (Yildiz et al. 2007).

Score	Description
0	No infection
1	0.1 to 5% infection
2	5.1 to 25 % infection
3	25.1 to 50 % infection
4	>50 % infection

درصد) و بیشتر از ۹ نقطه (معادل بالای ۵۰ درصد) در نظر گرفته شد. در نهایت میانگین آلودگی در هر سه اندام (گل، میوه و ساقه) برای محاسبه شاخص شدت بیماری استفاده شد. اثر تیمارهای آزمایش روی شدت بیماری، با نرم افزار آماری SAS ارزیابی شد و میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

اثر بخشی تیمارها در کاهش بیماری (کارایی کنترل) در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{درصد کارایی کنترل} = \frac{\text{شدت بیماری تیمار} - \text{شدت بیماری شاهد}}{\text{شدت بیماری شاهد}} \times 100$$

نتایج

علائم بیماری

علائم بیماری کپک خاکستری فلفل روی اندام‌های مختلف شامل گل، میوه، محل زخم‌ها و ساقه همراه با رشد کپکی قارچ عامل بیماری مشاهده شد. علائم روی میوه بصورت پوسیدگی خاکستری تا قهوه‌ای، روی ساقه بصورت زخم و شانکرهای طولی تا نامنظم و روی گل بصورت پوسیدگی و ریزش مشاهده گردید (شکل ۱).

ارزیابی تیمارها: ارزیابی کرت‌های آزمایشی قبل از هر نوبت سم‌پاشی انجام شد. ده بوته بصورت تصادفی در هر کرت آزمایشی شماره گذاری و جهت ارزیابی استفاده شدند. شاخص شدت بیماری (DSI) برای هر بوته با سیستم نمره دهی صفر تا چهار (جدول ۲) و به شرح زیر انجام شد (Yildiz 2000). شاخص شدت بیماری برای هر کرت با فرمول زیر محاسبه گردید:

$$DSI = \sum_{n=1}^i \left(\frac{ni \times vi}{n \times v} \right) \times 100$$

در این فرمول DSI: شاخص شدت بیماری (درصد)، ni: تعداد گیاهان آلوده با نمره مشابه، vi: نمره بیماری از ۰-۴، n: تعداد کل گیاهان مورد ارزیابی و v: بالاترین نمره بیماری (۴) است.

اندام‌های گل، میوه و ساقه جهت ارزیابی و تعیین شاخص آلودگی مورد بررسی قرار گرفتند. برای تعیین درصد آلودگی در هر بوته، درصد وقوع بیماری روی گل و میوه با شمارش تعداد گل و میوه آلوده و سالم در هر بوته تعیین و میانگین درصد وقوع بیماری محاسبه و نمره‌دهی شد. برای محاسبه آلودگی در ساقه به صورت قراردادی در صورتیکه عدم آلودگی، صفر و آلودگی از ۱ تا ۳ نقطه (معادل ۰/۱ تا ۵۵ درصد)، ۴ تا ۶ نقطه (معادل ۵/۱ تا ۲۵ درصد)، ۷ تا ۹ نقطه (معادل ۲۵/۱ تا ۵۰



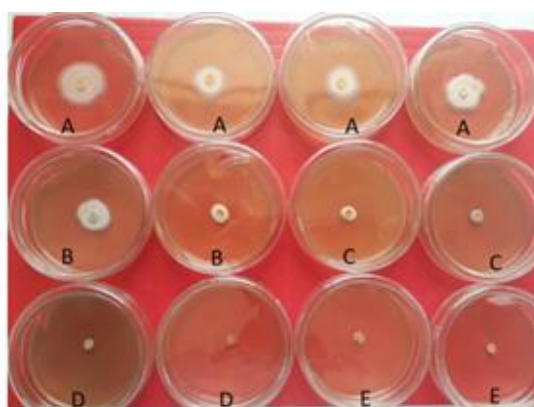
شکل ۱. علائم بیماری کپک خاکستری فلفل روی گل و محل زخم ناشی از برداشت میوه (a)، روی ساقه بصورت زخم و شانکر (b) روی میوه بصورت پوسیدگی (c).

Figure 1. Grey mold disease symptoms of pepper on flowers and wounded site of harvested fruit (a), lesion and stem cankers (b), fruit rot (c).

داد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارها و شاهد وجود دارد. نتایج مقایسه میانگین و کارایی کنترل غلظت‌های مختلف قارچ‌کش‌های مورد استفاده در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان داد شاهد در گروه A، قارچ‌کش هدف با غلظت یک در هزار با کارایی کنترل ۷۹٫۸ درصد در گروه B و قارچ‌کش هدف با غلظت یک و نیم در هزار به همراه قارچ‌کش کاپتان سه در هزار و قارچ‌کش هدف با غلظت دو در هزار به ترتیب با کارایی کنترل ۸۴٫۷، ۸۷٫۹ و ۸۸٫۱ درصد در گروه آماری مشترک C قرار گرفتند.

نتایج در شرایط آزمایشگاه

نتایج تجزیه واریانس ارزیابی تاثیر غلظت‌های مختلف قارچ‌کش هدف (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، به همراه قارچ‌کش کاپتان و شاهد در شرایط تشنگ روی رشد شعاعی (قطرپرگنه) قارچ *B. cinerea* عامل بیماری کپک خاکستری فلفل در جدول ۳ نشان داده شده است. نتایج نشان داد تمامی غلظت‌های مورد استفاده باعث کاهش رشد شعاعی قارچ در مقایسه با شاهد شدند (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان تمامی غلظت‌های مورد استفاده باعث کاهش رشد شعاعی قارچ



در مقایسه با شاهد شدند (شکل ۲). نتایج تجزیه واریانس نشان

شکل ۲. اثر بازدارندگی تیمارهای مختلف بر رشد شعاعی قارچ *Botrytis cinerea* بعد از ۹۶ ساعت (A = شاهد، B، C و D، به ترتیب (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، ۱ در هزار، ۱/۵ در هزار و ۲ در هزار به ترتیب، E = کاپتان ۳ در هزار).

Figure 2. Inhibition effect of different treatments against mycelial growth rate of *Botrytis cinerea* 96h post inoculation (A = control, B, C, D = (Pyraclostrobin + Boscalid) at the rate of 1, 1.5 and 2 g/L respectively, E = Captan at the rate of 3 g/L).

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف قارچ‌کش بر رشد شعاعی قارچ *Botrytis cinerea* بعد از ۹۶ ساعت.

Table 3. Analysis of Variance of different fungicide treatments against radial growth rate of *Botrytis cinerea* 96h post inoculation.

source of variation	df	MS	F
treatment	4	1495.76	741.7**
error	10	2.01	
CV	7.42		

**= significant at level of 1%

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر تیمارهای مختلف قارچ‌کش بر رشد شعاعی قارچ *Botrytis cinerea* بعد از ۹۶ ساعت.

Table 4. Mean comparison effect of different fungicides against mycelial growth rate of *Botrytis cinerea* 96h post inoculation.

treatments	Colony diameter mean (mm)	Mycelial growth inhibition %	Statistical grouping*
control	59	-	A
(Pyraclostrobin + Boscalid) 1g/L	11.9	79.8	B
(Pyraclostrobin + Boscalid) 1.5g/L	9	84.7	C
Captan 3 g/L	7.1	87.9	C
(Pyraclostrobin + Boscalid) 2 g/L	7	88.1	C

* = The columns with at least one similar letter, are not significant.

قارچ‌کش کاپتان با کارایی کنترل ۷۲/۷۲ درصد در گروه آماری b قرار گرفت. شاهد با شاخص شدت بیماری ۸۲/۵ درصد در گروه جداگانه قرار گرفت. نتایج مقایسه میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در منطقه‌ی جیرفت نشان داد که تیمار (Pyraclostrobin + Boscalid) با دوز ۲ در هزار با کارایی کنترل ۹۴/۴۱ درصد در گروه جداگانه C قرار گرفت. شدت بیماری بعد از نوبت سوم کاربرد تیمارها، در این تیمار ۳/۴۸ درصد برآورد گردید در حالیکه در تیمار شاهد، میانگین شدت بیماری ۶۲/۲۶ درصد بود. تیمار کاپتان ۳ در هزار، (Pyraclostrobin + Boscalid) ۱/۵ در هزار و (Pyraclostrobin + Boscalid) یک در هزار، به ترتیب با کارایی کنترل ۸۹/۰۷، ۸۹/۱۳ و ۸۳/۵۲ درصد در رده بعدی قرار گرفتند. میانگین کارایی کنترل در هر دو منطقه نشان داد تیمار (Pyraclostrobin + Boscalid) ۲ در هزار با میانگین ۹۳/۸ درصد برترین تیمار است (جدول ۷).

نتایج آزمایش‌ها در شرایط گلخانه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در مناطق هرمزگان (جدول ۵) و جیرفت (جدول ۶) نشان داد که از نظر تاثیر قارچ‌کش‌ها در کاهش شاخص شدت بیماری، تفاوت معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارها و شاهد وجود دارد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد در ارزیابی اول (قبل از اعمال تیمارها) اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود نداشت و بیانگر یکنواختی نسبی شرایط آلودگی قبل از اجرای آزمایش است (جداول ۵ و ۶). در ارزیابی دوم و سوم از نظر شدت بیماری، اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین تیمارها و شاهد دیده شد.

مقایسه میانگین تاثیر قارچ‌کش‌ها در کاهش شدت بیماری در منطقه‌ی هرمزگان (جدول ۷)، نشان داد قارچ‌کش (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، در غلظت‌های ۲ و ۱/۵ در هزار با کارایی کنترل ۹۳/۲ درصد بهترین و همین قارچ‌کش در غلظت یک در هزار با کارایی کنترل ۸۸/۶۴ در رده بعدی قرار گرفت.

جدول ۵. نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد شدت بیماری کپک خاکستری فلفل طی سه نوبت ارزیابی (هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار در منطقه هرمزگان).

Table 5. Analysis of variance of disease severity index data on pepper grey mold disease during three times assessment (each 7-10 days interval) in Hormozgan region.

Source of variations	DF	1 st assessment	2 nd assessment	3 rd assessment
		MS	MS	MS
block	3	52.5 ^{ns}	57.5 ^{ns}	71.14 ^{ns}
treatment	4	32.34 ^{ns}	771.87 ^{**}	4307.34 ^{**}
error	12	5.8	21.04	26.09
CV		25.53	30.58	20.33

**= significant at level of 1%, ns= not significant

جدول ۶. نتایج تجزیه واریانس داده‌های درصد شدت بیماری کپک خاکستری فلفل طی سه نوبت ارزیابی (هر ۷ تا ۱۰ روز یکبار در منطقه جیرفت).

Table 7. Analysis of variance of disease severity index data on pepper grey mold disease during three times assessment (each 7-10 days interval) in Jiroft region.

Source of variations	DF	1 st assessment	2 nd assessment	3 rd assessment
		MS	MS	MS
block	4	5.21 ^{ns}	7.76 ^{ns}	8.01 ^{ns}
treatment	4	3.41 ^{ns}	1073.1 ^{**}	3011.5 ^{**}
error	16	2.99	8.53	5.54
total	24			
CV		7.3	14.17	12.61

جدول ۷. مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و کارایی تیمارهای مختلف در کنترل بیماری کپک خاکستری فلفل در مرحله نهایی ارزیابی در مناطق هرمزگان و جیرفت.

Table 7. Mean comparison of diseases severity index and control efficiency of different treatments against pepper grey mold disease at final assessment in Hormozgan and Jiroft regions.

Treatment	DSI*		Control efficiency %		
	Hormozgan	Jiroft	Hormozgan	Jiroft	Mean combined
(Pyraclostrobin + Boscalid) 1 g/L	9.37 ^c	10.26 ^b	88.64	83.52	86.08
(Pyraclostrobin + Boscalid) 1.5 g/L	5.62 ^c	10.5 ^b	93.2	83.13	88.17
(Pyraclostrobin + Boscalid) 2 g/L	5.62 ^c	3.48 ^c	93.2	94.41	93.8
Captan 3 g/L	22.5 ^b	6.8 ^{bc}	72.72	89.7	81.21
Control	82.5 ^a	62.26 ^a	-	-	-

DSI =Diseases severity index

بحث

کاربرد قارچ‌کش‌ها به عنوان تکمیل‌کننده راهبردهای مدیریت بیماری‌های هوابرد، امری اجتناب‌ناپذیر است. از طرفی بروز مقاومت به قارچ‌کش‌ها و کاهش تدریجی کارایی آن‌ها، باعث می‌شود که تولیدکنندگان با افزایش میزان دوز مصرفی و دفعات کاربرد قارچ‌کش‌ها، برای کنترل بیماری، تلاش نمایند و این امر خطرات زیست‌محیطی را به دنبال دارد (Leroux 2007). لذا ضرورت آزمایش سموم جدید و کم‌خطر با هدف جایگزینی و یا کاربرد تناوبی قارچ‌کش‌ها خصوصا در شرایط گلخانه، از اهمیت خاصی برخوردار است. در حال حاضر چندین گروه قارچ‌کش برای کنترل کپک خاکستری مورد استفاده قرار می‌گیرند. این گروه‌ها شامل قارچ‌کش‌های با نحوه اثر غیر اختصاصی مانند کاپتان، تیرام، مس و گوگرد و قارچ‌کش‌های تک جایگاه مانند بنزیمیدازول‌ها، دی‌کربوکسیمیدها، آنیلینوپیریمیدین‌ها و استروبیولورین‌ها با نحوه اثر اختصاصی هستند (Mavendadi *et al.* 2016).

مقاومت به قارچ‌کش و همچنین مقاومت همزمان به چندین گروه قارچ‌کش مختلف، به دفعات در محصولات مختلف گزارش شده است (Myresiotis *et al.* 2007; Zhao *et al.* 2010;) (Fernández-Ortuño *et al.* 2013). از این‌رو اختلاط چند قارچ‌کش مربوط به کلاس‌های قارچ‌کشی مختلف برای غلبه بر

کنترل شرایط محیطی (بویژه دو فاکتور دما و رطوبت)، کنترل زراعی و استفاده از قارچ‌کش‌ها سه راهبرد اصلی در مدیریت بیماری کپک خاکستری محصولات گلخانه‌ای هستند. رطوبت بالا، دمای متوسط و کاهش نور، باعث افزایش سرعت گسترش بیماری کپک خاکستری در شرایط گلخانه می‌شوند. از این رو در مدیریت محصول، ایجاد یک کانوپی باز برای ایجاد حرکت هوای کافی و دریافت نور خوب بسیار مفید است (Ghasemi Dameghani *et al.* 2018). جریان هوا و نور کافی باعث می‌شود که قطرات آب ناشی از باران یا آبیاری در اسرع وقت خشک شده و لذا رطوبت کافی برای جوانه‌زنی کینیدی‌ها و توسعه بیماری در اختیار عامل بیماری قرار نگیرد (Elad *et al.* 2007; Williamson *et al.* 2007). در کنار روش‌های زراعی و مدیریت شرایط محیطی، متداول‌ترین روش مکمل برای کنترل کپک خاکستری، استفاده از قارچ‌کش‌هاست. قارچ‌کش‌های شیمیایی به دو صورت شامل پاشش قارچ‌کش روی گیاه و استفاده مستقیم قارچ‌کش در محل زخم‌های ناشی از بیماری، جهت مدیریت بیماری به کار گرفته می‌شوند (Elad & Shtienberg, 1995). در این تحقیق از روش پاشش قارچ‌کش روی گیاه استفاده شد.

استروبین + بوسکالید)، با غلظت دو در هزار در یک گروه آماری قرار گرفت ولی (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، با غلظت دو در هزار، تاثیر به مراتب بالاتری (۹۴ درصد) از قارچ کش کاپتان (به عنوان قارچ کش مرجع) در کنترل بیماری نشان داد (نتایج جدول ۷). اثر کمتر قارچ‌کش کاپتان در مقایسه با (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، در کنترل بیماری را احتمالا بتوان به شرایط متفاوت اجرای آزمایش، و یا احتمالا ناشی از افزایش تحمل یا مقاومت در جمعیت قارچ عامل بیماری به این قارچ کش دانست. اظهار نظر قطعی در این خصوص نیاز به بررسی بیشتر و ارزیابی متعدد دارد. همچنین کاپتان از سموم تماسی است و بر اساس منابع موجود، کاپتان یک قارچ‌کش چندجایگاه است که فرآورده حاصل از تجزیه آن به نام تیوفوسژن با گروه تیول آنزیم‌ها واکنش داده و فرایندهای متابولیکی درون سلول را مختل می‌کند (Elad et al. 2007). با وجود اینکه مقاومت پایدار در قارچ‌کش‌های چندجایگاه بسیار نادر است اما استفاده طولانی مدت از کاپتان به عنوان یک قارچ‌کش حفاظتی، بروز مقاومت در برابر این قارچ‌کش را ممکن است سبب شده باشد (Pepin & Macpherson 1982; Barak & Edgington 1984). لذا انجام تحقیقات تکمیلی در ایران نیز جهت تایید و یا رد این موضوع مورد نیاز است. از طرف دیگر بررسی شدت بیماری (DS) در تیمارهای مختلف نشان داد که در طول انجام آزمایش، قارچ‌کش کاپتان تنها روند بیماری را کند کرده و قادر به توقف آن نشده است (داده‌های ارزیابی) در حالیکه (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، توانسته به طور کلی توسعه زخم ناشی از *B. cinerea* را متوقف کند. این نتایج با نتایج تحقیق لگارد و همکاران، جایی که محلول‌پاشی هفتگی کاپتان تنها توانست درصد وقوع بیماری را کاهش دهد، در یک راستا بود (Legard et al. 2001).

نکته حائز اهمیت دیگر توقف توسعه زخم ناشی از بیماری در تیمارهای مختلف (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، پس از دومین مرحله سمپاشی بود که نشان دهنده اهمیت تکرار سمپاشی با قارچ‌کش مذکور جهت دستیابی به کنترل موفق بیماری است. نتایج به دست آمده توسط سایر محققان در خارج از ایران نیز اثر بخشی بالای دو ترکیب بوسکالید و پیراکلو استروبین و کارایی کمتر کاپتان در کنترل قارچ *B. cinerea* را گزارش کرده‌اند (Zhang et al. 2007; Myresiotis et al. 2008; Ayoub et al. 2017). برخی منابع از وجود اثر هم‌افزایی بین دو قارچ‌کش بوسکالید و پیراکلو استروبین گزارش داده‌اند که بدین معنی است که بروز مقاومت به یکی از دو

مقاومت و کنترل بیماری به عنوان یک راهبرد کنترلی رواج پیدا کرده است (Leroux 2007; Fernández-Ortuño et al. 2015).

در این تحقیق، کارایی یک قارچ‌کش ترکیبی جدید (پیراکلو استروبین + بوسکالید) با نام سیگنوم، متشکل از دو ماده موثره پیراکلو استروبین از گروه استروبیولورین‌ها و بوسکالید از گروه ممانعت‌کننده‌های آنزیم سوکسینات دهیدروژناز به عنوان یکی از جدیدترین قارچ‌کش‌های موجود در بازار در کنترل کپک خاکستری فلفل در شرایط آزمایشگاه و گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج بررسی کارایی قارچ‌کش (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، در شرایط آزمایشگاه و درون تشتک پتری نشان داد که این قارچ‌کش توانایی بالایی (۸۸ درصد) در جلوگیری و کاهش رشد شعایی میسلیوم قارچ *B. cinerea* عامل کپک خاکستری فلفل در شرایط تماس مستقیم با میسلیوم را دارد. اگرچه در شرایط مزرعه و گلخانه، فاکتورهای مختلفی از جمله شرایط محیطی، واکنش ارقام و زمان کاربرد، ممکن است روی کارایی تاثیر یک قارچ‌کش تاثیرگذار باشند. کارایی قارچ‌کش (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، در کنترل قارچ عامل بیماری کپک خاکستری قبلا روی محصولات خیار و توت فرنگی در ایران ارزیابی شده است. نتایج این تحقیق با نتایج تحقیقات قبلی روی محصولات خیار و توت‌فرنگی در یک راستا بود (Ghayeb et al. 2020; Sharifi & Naeimi 2022). قارچ‌کش‌های گروه استروبیولورین از جمله پیراکلو استروبین غالبا با ممانعت از جوانه‌زنی اسپورها و قارچ‌کش بوسکالید نیز علاوه بر ممانعت از جوانه‌زنی اسپور، با جلوگیری از رشد میسلیوم موجب کنترل قارچ خواهند شد (Myresiotis et al. 2008). نتایج آزمایشگاهی به تنهایی جهت ارزیابی کارایی قارچ‌کش‌ها کافی نیست و در همین راستا، کارایی این قارچ‌کش در شرایط گلخانه تجاری مورد ارزیابی قرار گرفت. این آزمایش در دو منطقه‌ی جنوب استان کرمان (جیرفت) و هرمزگان (رودان) اجرا گردد و به دلیل عدم شرایط یکسان اجرای آزمایش، امکان تجزیه مرکب میسر نشد. نتایج این تحقیق نشان داد که قارچ‌کش‌های (پیراکلو استروبین + بوسکالید) و کاپتان هر دو به طور معنی‌داری منجر به کاهش شدت بیماری در گلخانه شدند. قارچ‌کش کاپتان در شرایط گلخانه در منطقه هرمزگان و جنوب کرمان به ترتیب کارایی کنترل ۷۲/۷۲ و ۸۹ درصد را نشان داد (نتایج جدول ۷) و (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، دو در هزار در منطقه هرمزگان و جنوب کرمان به ترتیب کارایی ۹۳ و ۹۴ درصد را نشان داد و اگرچه در منطقه جنوب کرمان با (پیراکلو

می‌روند مقاومت تقاطعی نداشته و کنترل رضایت‌بخشی را به همراه داشته است (Zhang *et al.* 2007; Myresiotis *et al.* 2008). همچنین مطالعات نشان داده است که جدایه‌های *B. cinerea* مقاوم به قارچ‌کش بوسکالید، به قارچ‌کش‌های گروه استروبیلورین حساسیت بالایی نشان داده‌اند و لذا ترکیب بوسکالید با یکی از قارچ‌کش‌های گروه استروبیلورین اثر هم‌افزایی در پی خواهد داشت (Zhang *et al.* 2007). با این وجود، جهت جلوگیری از بروز مقاومت، استفاده از ترکیبات موثری همچون (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، باید در قالب یک برنامه مدیریت تلفیقی مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به نتایج به دست آمده در این تحقیق و با توجه به هزینه‌های سمپاشی و اثرات نامطلوب قارچ‌کش‌ها بر محیط زیست، می‌توان سم‌پاشی با دوز یک و نیم در هزار (پیراکلو استروبین + بوسکالید) با دو تکرار به فاصله ۱۰ روز را در کنترل بیماری کپک خاکستری معرفی کرد.

بازدیدهای میدانی نگارنده طی سالهای ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ نشان داد که درصد وقوع بیماری کپک خاکستری فلفل در گلخانه‌های تجاری بویژه در جنوب کشور کاهش داشته است. تحقیقات نشان داده است که رطوبت نسبی یک فاکتور محیطی بسیار مهم برای جوانه زنی کینیدی‌ها است، به طوریکه رطوبت نسبی بالای ۹۳ درصد برای جوانه‌زنی کینیدی‌ها لازم است، اگرچه داده‌های هواشناسی در دست نیست ولی شاید یکی از دلایل کاهش وقوع بیماری، عدم رطوبت کافی بوده است. کینیدی‌ها پس از جوانه زنی برای نفوذ به داخل گیاه، تشکیل اپرسوریوم می‌دهند، اما به دلیل عدم وجود دیواره جدا کننده لوله تندش از اپرسوریوم، قدرت بیمارگر برای نفوذ به داخل گیاه تنها از طریق فشار فیزیکی کافی نیست. از این رو این قارچ می‌کند. آلودگی ساقه منجر به ایجاد شانکرهای قهوه‌ای رنگ شده که در نهایت دورتادور ساقه را احاطه کرده و مرگ گیاه را به دنبال خواهد داشت. آلودگی گل در گیاهان مختلف به دو صورت بروز می‌کند. در گیاهانی مانند فلفل، گوجه‌فرنگی و بادمجان، آلوده شدن گل به قارچ بوتریتیسی منجر به ریزش گل شده و در نتیجه میوه‌ای تولید نمی‌شود در حالیکه در برخی دیگر از گیاهان مانند خیار، آلودگی گل به میوه سرایت کرده و حتی ممکن است به ساقه نیز برسد (Najafiniya 2018). میوه‌های ریخته شده در کف گلخانه به عنوان منبع آلودگی عمل کرده و منجر به پخش شدن عامل آلودگی به سایر نقاط خواهند شد، لذا جمع‌آوری میوه‌ها و بقایای آلوده، باعث کاهش منبع آلودگی شده و به مدیریت بیماری کمک می‌کند (Naqvi,

قارچ‌کش فوق‌تاثیری در عملکرد قارچ‌کش دیگر نخواهد داشت. لذا این ویژگی می‌تواند بروز مقاومت علیه قارچ‌کش (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، را به تاخیر انداخته و عملکرد خود را تا مدت زیادی حفظ کند (Myresiotis *et al.* 2008; Zhang *et al.* 2007). با این وجود، به دلیل نحوه اثر بسیار اختصاصی پیراکلو استروبین و بوسکالید، خطر بروز مقاومت علیه آن‌ها بالاست به طوریکه مطالعات نشان می‌دهد استفاده مکرر و بدون برنامه از آن در برخی مناطق، بروز مقاومت را به همراه داشته است (Kim & Xiao 2010; Fernández-Ortuño, *et al.* 2015).

پیراکلو استروبین یک قارچ‌کش با دامنه اثر گسترده و جدید، متعلق به گروه استروبیلورین‌ها یا ممانعت‌کننده‌های کینون بیرونی با اثر محافظتی و سیستمیک است. مکانسیم اثر این گروه از قارچ‌کش‌ها ممانعت از تنفس سلولی میتوکندریایی است. ممانعت از تنفس میتوکندریایی منجر به اختلال در چرخه انرژی سلول شده و در نهایت مرگ سلول را در پی خواهد داشت. بوسکالید نیز یک قارچ‌کش با دامنه اثر وسیع جدید متعلق به گروه قارچ‌کشی کربوکسامید است. این گروه از قارچ‌کش‌ها از طریق ممانعت از فعالیت آنزیم سوکسینات دِهیدروژناز بر قارچ هدف تاثیر می‌گذارند (Hauke *et al.* 2004). در این تحقیق، برای اولین بار در ایران، کارایی قارچ‌کش (پیراکلو استروبین + بوسکالید)، بر علیه بیماری کپک خاکستری فلفل گلخانه‌ای ارزیابی شده است. ترکیبی بودن فرمولاسیون این قارچ‌کش، باعث شده است دامنه اثر آن وسیع و خطر بروز مقاومت در قارچ‌های هدف را کاهش دهد (Hauke *et al.* 2004). تحقیقات نشان داده است که این دو قارچ‌کش با سایر قارچ‌کش‌هایی که برای کنترل کپک خاکستری به کار با ترشح آنزیم‌های از بین برنده دیواره سلولی، راه را برای نفوذ و بیماریزایی هموار می‌سازد (Elad *et al.* 2007; Williamson *et al.* 2007). کاربرد مکرر قارچ‌کش‌ها بصورت پیش‌گیرانه و محافظتی شاید دلیل دیگر عدم وقوع بیماری در سالهای مذکور باشد. علت دیگر شاید تغییر مداوم ارقام و موضوع کشت ارقام متحمل در منطقه باشد که ممکن است درجات مختلفی از مقاومت یا تحمل به بیماری نشان دهند.

بیمارگر عامل بیماری کپک خاکستری فلفل روی برگ‌ها ایجاد لکه‌های سوخته نموده و در شرایط همه‌گیری شدید، تمامی بافت برگ گیاه را نابود می‌کند. حمله این بیمارگر به ساقه گیاه یا از طریق زخم‌های ناشی از هرس و برداشت میوه صورت می‌گیرد و یا از طریق دمگل وارد شده و گیاه را آلوده

اعتبار پروژه مصوب به شماره ۰۳۴-۷۰-۱۶۵۷-۰۷۶-۹۹۰۵۲۳ و از مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان و جنوب استان کرمان به لحاظ همکاری در اجرای پروژه تشکر و قدردانی می‌شود.

References:

- Anaya-Esparza LM, Mora ZVD, Vázquez-Paulino O, Ascencio F, Villarruel-López A, 2021. Bell Peppers (*Capsicum annum* L.) Losses and wastes: Source for food and pharmaceutical applications. *Molecules* 26(17): 5341 .
- Ayoub F, Chebli B, Ayoub M, Hafidi A, Salghi R, *et al.*, 2017. Antifungal effectiveness of fungicide and peroxyacetic acid mixture on the growth of *Botrytis cinerea*. *Microbial Pathogenesis* 105: 74–80.
- Barak E, Edgington L, 1984. *Botrytis cinerea* resistant to Captan: the effect of inoculum age and type on response to the fungicide. *Canadian Journal of Plant Pathology* 6(3): 211–214 .
- Bi CW, Qiu JB, Zhou MG, Chen CJ, Wang JX, 2009. Effects of Carbendazim on conidial germination and mitosis in germlings of *Fusarium graminearum* and *Botrytis cinerea*. *International Journal of Pest Management* 55(2): 157–163.
- Daugherty ML, Wick RL, Peterson JL, 2000. Botrytis blight of flowering potted plants. Online. *Plant Health Progress* 1(1): 11 doi:101094/PHP-2000-0605-01HM.
- Delen N, Tosun N, Yilmaz O, Yilmaz Z, 2000. Variation in the sensitivities of *Botrytis cinerea* isolates to some fungicides with non-specific mode of action. In *Proceeding of XII international Botrytis symptoms, July 3, 2000, Reihms, France*, P.64.
- Elad Y, Shtienberg D, 1995. *Botrytis cinerea* in greenhouse vegetables: chemical, cultural, physiological and biological controls and their integration. *Integrated Pest Management Reviews* 1(1): 15–29.
- Elad Y, Williamson B, Tudzynski P, Delen N, (Eds), 2007. Botrytis: biology, pathology and control, Springer, Netherland, pp. 1-8.
- Faostat, 2022. Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division. Production Available in: <http://faostat3.fao.org>
- Fernández-Ortuño D, Chen F, Schnabel G, 2013.

2004; Elad *et al.* 2007; Williamson *et al.* 2007; Gullino *et al.* 2020.

سیاسگزاری

از موسسه تحقیقات گیاهپزشکی، به لحاظ تصویب و تامین

- Resistance to cyprodinil and lack of fludioxonil resistance in *Botrytis cinerea* isolates from strawberry in North and South Carolina. *Plant Disease* 97(1): 81–85 .
- Fernández-Ortuño D, Grabke A, Li X, Schnabel G, 2015. Independent emergence of resistance to seven chemical classes of fungicides in *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 105(4): 424–432 .
- Ghasemi Damghani M, Maleki M, Farahani S, 2018. Investigation of the effect of fungicides on mycelium growth of *Botrytis cinerea*, the cause of gray mold disease in tomatoes. *Applied Plant Protection* 7(1): 45–52 (in Persian with English abstract).
- Ghayeb Zamharir M, Azimi H, Moddares Najaf Abadi S, Abbasi A, 2020. 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. *Pesticides in Plant Protection Sciences* 9(1): 39–48 (In Persian with English abstract).
- Gullino M L, Albajes R, Nicot PC, 2020. Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops (Vol. 9): Springer Nature.
- Hauke K, Creemers P, Brugmans W, Van Laer S, 2004. Signum, a new fungicide with interesting properties in resistance management of fungal diseases in strawberries. *Communications in Agricultural & Applied Biological Science*. 69(4): 743–755 .
- Hawamdeh AS, Ahmed S, 2001. In vitro control of *Alternaria solani*, the cause of early blight of tomato. *Journal of Biological Sciences* 1: 948–950.
- Kim JO, Shin OH, Gumilang A, Chung K, Choi KY, *et ai.*, 2016. Effectiveness of different classes of fungicides on *Botrytis cinerea* causing gray mold on fruit and vegetables. *Plant Pathology Journal* 32(6): 570–574 .
- Kim Y, Xiao C, 2010. Resistance to pyraclostrobin and boscalid in populations of *Botrytis cinerea* from stored apples in Washington State. *Plant Disease*

- 94(5): 604–612.
- Leroux P, 2007. Chemical Control of *Botrytis* and its Resistance to Chemical Fungicides In: Elad, Y., Williamson, B., Tudzynski, P., Delen, N. (eds.) *Botrytis: Biology, Pathology and Control*. Springer, Dordrecht. pp. 195-222.
- Legard DE, Xiao CL, Mertely JC, Chandler CK, 2001. Management of botrytis fruit rot in annual winter strawberry using Captan, Thiram, and Iprodione. *Plant Disease* 85(1): 31–39.
- Mavendadi A, Khajehali J, Sharifnabi B, 2016. Efficacy of conventional fungicides in controlling tomato grey mold. *Journal of Soil and Plant Interactions Isfahan University of Technology* 6(4): 181–190 (In Persian with English abstract).
- Meng Z., Wei Y, Xu D, Hao S, d Hu J, 2007. Effect of 2-allylphenol against *Botrytis cinerea* Pers., and its residue in tomato fruit. *Crop Protection* 26: 1711–1715.
- Mirzaei S, Goltapeh EM, Shams-Bakhsh M, Safaie N, 2008. Identification of *Botrytis* spp. on plants grown in Iran. *Journal of Phytopathology* 156(1): 21–28.
- Moorman GW, Lease RJ, 1992. Benzimidazole and dicarboximide-resistant *Botrytis cinerea* from Pennsylvania greenhouses. *Plant Disease* 76: 477–480.
- Myresiotis C, Bardas G, Karaoglanidis G, 2008. Baseline sensitivity of *Botrytis cinerea* to pyraclostrobin and boscalid and control of anilinopyrimidine-and benzimidazole-resistant strains by these fungicides. *Plant Disease* 92(10): 1427–1431 .
- Myresiotis C, Karaoglanidis G, Tzavella-Klonari K, 2007. Resistance of *Botrytis cinerea* isolates from vegetable crops to anilinopyrimidine, phenylpyrrole, hydroxylanilide, benzimidazole, and dicarboximide fungicides. *Plant Disease* 91(4): 407–413 .
- Najafiniya M, 2018. Grey mold rot of greenhouse cucumber. *Greenhouse Vegetable (Extension Journal)* 1(1): 1–8 (In Persian with English abstract).
- Naqvi SAHM, 2004. Diseases of fruits and vegetables Vol II: Diagnosis and Management. Springer, Germany. 705pp.
- Padilha HKM, Pereira EDS, Munhoz PC, Vizzotto M, Valgas RA, et al., 2015. Genetic variability for synthesis of bioactive compounds in peppers (*Capsicum annuum*) from Brazil. *Food Science & Technology* 35: 516–523 .
- Pepin HS, Macpherson EA, 1982. Strains of *Botrytis cinerea* resistant to benomyl and captan in the field. *Plant Disease* 66: 404–405 .
- Rahim RA, Mat I, 2012. Phytochemical contents of *capsicum frutescens* (Chili Padi), *capsicum annum* (Chili Pepper) and *capsicum annum* (Bell Pepper) aqueous extracts. *2012 International Conference on Biological and Life Sciences (ICBLS 2012)*, July 23–24, Singapore. pp.164-167.
- Sharifi K., Naeimi S, 2022. Biological and chemical control of strawberry gray mold disease in greenhouse', *BioControl in Plant Protection* 10(1): 155-167 (In Persian with English abstract).
- Solaiman HM, El Metwally MA, Elkahky MT, Badawi WE, 2015. Alternatives to chemical control of grey mold disease of cucumber caused by *Botrytis cinerea*. *Asian Journal of Plant Pathology* 9 (1): 1–15
- Van Zyl SA, Brink JC, Calitz FJ, Coertze S, Fourie PH, 2010. The use of adjuvants to improve spray deposition and *Botrytis cinerea* control on Chardonnay grapevine leaves. *Crop Protection* 29: 58–67.
- Williamson B, Tudzynski B, Tudzynski P, Van Kan JA, 2007. *Botrytis cinerea*: the cause of grey mould disease. *Molecular Plant Pathology* 8(5): 561–580 .
- Yildiz N, Yildiz M, Delen N, Coskuntuna A, Kinay P, et al., 2007. The effects of biological and chemical treatments on grey mold disease of tomato grown under greenhouse condition. *Turkish Journal of Agriculture & Forestry* 31: 319–325 .
- Yourman LF, Jeffers SN, 1999. Resistance to benzimidazole and dicarboxamide fungicides in greenhouse isolates of *Botrytis cinerea*. *Plant Disease* 83:569–575.
- Zhao H, Kim YK, Huang L, Xiao CL, 2010. Resistance to thiabendazole and baseline sensitivity to fludioxonil and pyrimethanil in *Botrytis cinerea* populations from apple and pear in Washington State. *Postharvest Biology & Technology* 56: 12–18.
- Zhang C, Yuan S, Sun H, Qi Z, Zhou M, et al., 2007. Sensitivity of *Botrytis cinerea* from vegetable greenhouses to boscalid. *Plant Pathology* 56(4): 646–653.

