کارآیی قارچ‌کش‌های مختلف در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب، *Podosphaera leucotricha*

حسین کربلائی خیاوی*[۱]، حسین خباز جلفایی[۲] و حسین رمضانی[۱]

۱- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل (مغان)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. ۲- بخش تحقیقات بیمارهای‌های گیاهی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۰۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۱۰

چکیده:

سفیدک پودری سیب یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سیب، با انتشار جهانی و عامل قارچی *Podosphaera leucotricha* است. هدف از این مطالعه، ارزیابی کارآیی قارچ‌کش بوسکالید + پیراکلواستروبین (بلیس®؛ WG, 38%) در غلظت‌های ۰/۴، ۰/۷ و ۱ در هزار در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن®؛ SC, 500) با غلظت ۰/۲ در هزار، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت®؛ WG, 50%) با غلظت ۰/۲ در هزار و تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول (ناتیوو®؛ WG, 50%) با غلظت ۰/۲ در هزار برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب بود. آزمایش در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار در چهار تکرار در استان اردبیل اجرا شد. تیمارهای شاهد شامل آب‌پاشی و بدون آب‌پاشی بودند. سم‌پاشی در فصل بهار در مرحله سبز کامل غنچه‌ها، اوایل مرحله صورتی شدن گل‌ها و ۱۰ روز پس از سمپاشی دوم انجام گرفت. ده روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمار شاهد، از برگ‌ها نمونه‌برداری شد و درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری محاسبه گردید. بیش‌ترین میزان کنترل (۸۰ درصد) بیماری سفیدک پودری سیب مربوط به تیمار لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار بود. پس از آن، تیمار قارچ‌کش بلیس ۱ در هزار بیش‌ترین میزان کنترل بیماری سفیدک پودری سیب (۷۶ درصد) را به خود اختصاص داد و تیمارهای فلینت ۰/۲ در هزار، بلیس ۰/۷ و ۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند.کارآیی قارچ‌کش جدید بلیس در غلظت‌های ۱ و ۰/۷ در هزار به ترتیب معادل ۷۶ و ۶۰ درصد به دست آمد. از آنجا که هر دو غلظت بلیس کارآیی مطلوبی در کنترل بیماری دارند، لذا برای محافظت از سلامت کاربر قارچ‌کش، مصرف‌کننده محصولات سم‌پاشی شده و محیط زیست و هم‌چنین کاهش هزینه‌ها، غلظت ۰/۷ در هزار توصیه می‌گردد.

واژه‌های کلیدی: بوسکالید + پیراکلواستروبین، سیب، قارچ‌کش، کنترل شیمیایی، مقاومت.

* **مسئول مکاتبات:** حسین کربلائی خیاوی، hossein.karbalaei@yahoo.com

مقدمه:

درخت سیب در ایران با سطح زیر کشت حدود ۲۵۰ هزار هکتار و تولید بیش از ۳/۴ میلیون تن محصول در سال ۱۳۹۵، از لحاظ میزان محصول، بعد از انگور (۳/۵ میلیون تن) دومین رتبه را در بین محصولات باغی به خود اختصاص داده است (Rezaee and Hesari, 2016). بیماری سفیدک پودری با عامل *Podosphaera leucotricha* (Ell. Et Ev.) یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سیب است (Rather *et al*., 1990; Behdad, Wurms and Chee, 2011; 2019). بیمارگر می‌تواند به برگ، گل، میوه و سرشاخه‌ها حمله کند و باعث ریزش زود هنگام برگ‌ها و توقف رشد شاخه‌های مبتلا و در نتیجه کاهش محصول شود. در درختان با آلودگی شدید، سطح میوها به‌صورت زنگار دیده می‌شود (Keliaei *et al*., 2002). بیماری سفیدک پودری سیب اولین بار در سال ۱۸۷۷ توسط بسی[1] از ناحیه آیووا[2] در خزانه‌های بذری سیب گزارش شده است (Behdad, 1990). قارچ *P. leucotricha* یک انگل اجباری است که به شکل میسلیوم در جوانه‌های خفته که در سال قبل آلوده شده‌اند، زمستان‌گذرانی می‌کند. در بهار، این میسلیوم‌ها با تولید کنیدی، برگ‌های جوان، شکوفه‌ها و گل‌ها را آلوده می‌کنند. این اندام‌ها موجب آلودگی ثانویه روی شاخه، جوانه، برگ، گل و میوه می‌شود (Keliaei *et al*., 2002).

آلودگی به بیماری سفیدک پودری معمولاً در رطوبت نسبی بالای ۷۰ درصد ایجاد می‌شود و در روزهایی که رطوبت کم است معمولاً در شب و یا ساعات اولیه صبح وقتی که رطوبت بالا است به وقوع می‌پیوندد. دمای مورد نیاز برای ایجاد آلودگی بین ۱۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس بوده و مطلوب‌ترین دما بین ۱۹ تا ۲۲ درجه سلسیوس است. بر خلاف سایر بیماری‌های برگی، بیماری سفیدک پودری برای شروع بیماری نیازی به خیس شدن برگ‌ها ندارد. با وجود اینکه رطوبت بالا برای ایجاد آلودگی مورد نیاز است ولی اگر کنیدی‌های قارچ عامل بیماری در آب غوطه‌ور شوند جوانه نمی‌زنند. تحت شرایط بهینه، بیماری بعد از ۴۸ ساعت از شروع آلودگی قابل مشاهده است و بعد از حدود پنج روز اسپورهای عامل بیماری تولید می‌شوند (Turechek *et al*., 2004). مدیریت بیماری سفیدک پودری معمولاً بر پایه پیشگیری یا کاهش آلودگی اولیه است. مصرف قارچ‌کش‌ها باعث کاهش آلودگی اولیه و جلوگیری از آلودگی ثانویه در برگ‌ها و جوانه‌ها می‌شود (Al-Rawashdeh, 2013).

در دنیا قارچ‌کش‌های مختلفی برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب بررسی و معرفی شده‌اند. یکی از قدیمی‌ترین و رایج‌ترین قارچ‌کش‌ها گوگرد است که برای کنترل این بیماری در دنیا مطرح و استفاده شده است (Berrie and Xu, 2003) و در برنامه تولید محصول ارگانیک بسیار مورد توجه است. اگرچه برخی از بررسی‌های اخیر از کاهش کارآیی این قارچ‌کش در کنترل بیماری حکایت می‌کند (Marine *et al*., 2010). گوپتا و شارما در هندوستان کارآیی قارچ‌کش‌های هگزاکونازول، ایپریدیون + کاربندازیم، پنکونازول، مایکلوبوتانیل، مانکوزب + کاربندازیم، تیوفانات متیل و سولفور را در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب بررسی کردند که مایکلوبوتانیل، پنکونازول و هگزاکونازول مؤثرترین قارچ‌کش‌ها در کاهش شدت بیماری بودند (Gupta and Sharma, 2005). در سال ۲۰۱۵ طی یک بررسی در ایتالیا کارآیی قارچ‌کش‌های تریادیمفون، فناریمول، دینوکاپ و سولفور مورد بررسی قرار گرفت که تریادیمفون و دینوکاپ بهترین کارآیی را در کنترل بیماری داشتند (Cacaj *et al*., 2015). در بررسی دیگری در عمان، تریفورین و تریادیمنول به عنوان دو قارچ‌کش مؤثر علیه سفیدک پودری سیب معرفی شده است (Al-Rawashdeh, 2013).

1 Bessey
2 Iowa

فیلسوف و همکاران تأثیر قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل، کاپتان®، دینوکاپ®، کالیکسین®، کاربندازیم®، توپسین ام®، دودین®، تریمیدال® و توپاس® را ارزیابی کرده و تریمیدال و توپاس را طی چهار بار سم پاشی (قبل از باز شدن جوانه‌ی گل، بعد از ریزش کامل گلبرگ‌ها، زمان فندقی شدن میوه سیب و سه هفته بعد همزمان با شدت آلودگی) به‌عنوان قارچ‌کش‌های برتر معرفی نمودند (Filsouf *et al*., 1998). ایرانی و اشکان قارچ‌کش‌های گوگرد وتابل، تیوفانات متیل، بنومیل و کاراتان را در آذربایجان غربی مورد بررسی قرار داده و گوگرد وتابل و کاراتان را طی دو نوبت سم‌پاشی (در زمان سبز کامل شدن غنچه‌ها و قبل از صورتی شدن جوانه‌های گل) برای کنترل سفیدک پودری سیب توصیه نمودند (Irani and Ashkan, 1998). خباز جلفایی و همکاران نیز طی یک بررسی فلینت® و استروبی® را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب معرفی کردند (Khabbaz Jolfaei *et al*., 2002). کریمی شهری و حیدریان، ضمن مقایسه کارآیی قارچ‌کش تتراکونازول (دومارک®) با قارچ‌کش‌های فلینت، استروبی و توپاس، قارچ‌کش‌های فلینت، استروبی و دومارک را مؤثرتر از بقیه و در یک سطح گزارش کرده (Karimi-Shahri and Heydarian, 2010) و تعداد دفعات سم‌پاشی را سه نوبت (قبل از تورم جوانه‌ها، بعد از گل و دو هفته بعد) توصیه نموده‌اند. حنیفه و همکاران در سال ۲۰۱۳ به دنبال بررسی کارآیی ناتیوو، این قارچ‌کش را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مؤثر معرفی کردند (Hanifeh *et al*., 2014). خباز جلفایی و همکاران در سال ۱۳۹۵ طی یک بررسی، قارچ‌کش تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن) را برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب طی سه نوبت سم‌پاشی در فصل بهار (نوبت اول: غنچه‌ها در مرحله‌ی سبز کامل، نوبت دوم: اوایل مرحله صورتی‌شدن گل ها و نوبت سوم: ۱۰ روز پس از سم پاشی دوم) معرفی کردند (Khabbaz Jolfaei *et al*., 2016). در نهایت هم اکنون هشت قارچ‌کش شامل دینوکاپ (کاراتان)، تیوفانات متیل (توپسین ام®)، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت)، کرزوکسیم متیل (استروبی)، تتراکونازول (دومارک)، تری‌فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو) و تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن) برای کنترل سفیدک پودری سیب درختی در کشور به ثبت رسیده و استفاده می‌شود (Yeganeh, 2017; Khabbaz Jolfaei *et al*., 2011). دسترسی تولیدکنندگان به قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های شیمیایی متنوع ضمن کمک به باغداران در جهت کاهش خسارت اقتصادی ناشی از بیماری، امکان بروز مقاومت عامل بیمارگر به قارچ‌کش‌ها را کاهش می‌دهد. در بررسی حاضر کارآیی قارچ‌کش جدید بوسکالید + پیراکلواستروبین (بلیس) محصول شرکت ب آ اس اف (BASF Germany) در مقایسه با قارچ‌کش‌های تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن)، تری‌فلوکسی‌استروبین (فلینت) و تری-فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول (ناتیوو) برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مورد ارزیابی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها:

این آزمایش در سال ۱۳۹۹-۱۳۹۸ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مشگین شهر اردبیل (واقع در فاصله ۹ کیلومتری مشگین شهر - اردبیل با طول جغرافیای ۳۸ درجه و ۲۳ دقیقه و عرض جغرافیایی ۴۷ درجه و ۱ دقیقه و ارتفاع از سطح دریا ۱۸۳۰ متر) انجام شد. جهت انجام آزمایش، باغ سیب رقم زرد گلدن اسموتی دارای سابقه بیماری سفیدک پودری در استان اردبیل انتخاب گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با هشت تیمار (جدول ۱) و هر تیمار شامل چهار تکرار (هر پلات آزمایشی شامل دو اصله درخت ۱۰ ساله) با خاک شنی- لومی انجام شد.

بین درخت‌های مورد آزمایش، یک درخت بدون تیمار جهت اجتناب از تأثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد و فاصله بین درختان از یکدیگر ۵ متر مربع بود. تیمارها با استفاده از سم‌پاش موتوری لانس‌دار در سه نوبت به شرح زیر اعمال شد. نوبت اول: غنچه‌ها در مرحله سبز کامل، نوبت دوم: اوایل مرحله صورتی شدن گل‌ها، نوبت سوم: ۱۰ روز پس از سم پاشی دوم. ۱۰ روز پس از مشاهده اولین علائم بیماری در تیمار شاهد، از برگ‌ها برای ارزیابی درصد وقوع بیماری و شدت بیماری نمونه‌برداری شد (Khabbaz Jolfaei *et al*., 2002).

جدول ۱- تیمارهای آزمایش در بررسی کارایی قارچ‌کش‌های مورد مطالعه برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب.

Table 1- Experimental treatments in evaluating the effectiveness of studied fungicides for the control of apple powdery mildew.

Treatment code	Experimental treatments	Consumption rate
T1	Bellis® WG 38%	0.4 ml L^{-1}
T2	Bellis® WG 38%	0.7 ml L^{-1}
T3	Bellis® WG 38%	1 ml L^{-1}
T4	Flint® WG 50%	0.2 ml L^{-1}
T5	Nativo® WG 50%	0.2 ml L^{-1}
T6	Luna Sensation®	0.2 ml L^{-1}
T7	Control 1: No water sparying	–
T8	Control 2: With water sparying	–

تعیین درصد وقوع بیماری:

برای این منظور از درخت‌های هر کرت (هر درخت) به طور تصادفی ۱۰۰ برگ چیده و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه نمونه‌ها بر اساس تعداد برگ‌های دارای علائم و فاقد علائم بیماری سفیدک پودری مشخص و طبق فرمول یک درصد وقوع بیماری در آن‌ها محاسبه شد (Biggs *et al*., 2009).

فرمول ۱

$$PDI = (n_d/N)\times 100$$

PDI[1]: درصد وقوع بیماری در برگ‌ها، n_d: تعداد برگ‌های دارای علائم بیماری، N : تعداد کل برگ‌های شمارش شده

تعیین درصد شدت بیماری:

برای تعیین درصد شدت بیماری روی برگ‌ها، ۱۰۰ برگ به طور تصادفی از درخت‌های هر کرت جدا و به آزمایشگاه منتقل شد. علائم روی هر برگ، بر اساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح برگ بصورت چشمی از صفر تا هفت به شرح زیر درجه بندی شدند: درجه صفر: بدون علامت، درجه یک: ۰/۱ تا ۵ درصد، درجه دو: ۵/۱ تا ۱۵ درصد، درجه سه: ۱۵/۱ تا ۳۰ درصد، درجه چهار: ۳۰/۱ تا ۴۵ درصد، درجه پنج: ۴۵/۱ تا ۶۵ درصد، درجه شش: ۶۵/۱ تا ۸۵ درصد، درجه هفت: آلودگی برگ ها بیش‌تر از ۸۵ درصد (Wang *et al*., 1995).

سپس با استفاده از فرمول ۲، درصد شدت بیماری تعیین شد (Spencer, 1977):

فرمول ۲

$$PDS = \Sigma (ni\times vi) / V\times N\times 100$$

در این فرمول PDS[2] : درصد شدت بیماری، ni : تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه، vi: درجه بیماری

1 Percent disease incidence

2 Percent Disease Severity

مربوط به هر نمونه، N : تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار و V: حداکثر درجه آلودگی

محاسبه اثربخشی تیمارها: اثربخشی تیمارها در کاهش بیماری در مقایسه با شاهد با استفاده از فرمول ۳ برای میانگین‌ها محاسبه شد (Azimi, 2014).

فرمول ۳

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

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

تجزیه آماری داده‌ها:

پس از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و نیز درصد شدت بیماری سفیدک پودری سیب برای هر کرت مقادیر مربوطه در نرم‌افزار آماری SAS 9.1 تجزیه واریانس شد و مقایسه میانگین‌های هر دو صفت با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد مورد مقایسه قرار گرفت.

نتایج:

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی برگ‌های درختان تیمار شده نشان داد که از نظر آماری اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری معنی‌دار است (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری در سطح احتمال یک درصد نشان داد که قارچ‌کش‌های بلیس ۱ و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار، ناتیوو ۰/۲ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار از نظر کاهش شدت بیماری و نیز کاهش وقوع بیماری اختلاف معنی‌دار آماری با یکدیگر نداشتند.

جدول ۲- تجزیه واریانس درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری سفیدک پودری سیب.

Table 2. Analysis of variance of percentage of disease severity and incidence of apple powdery mildew disease.

Source of variation	Df	Mean square	
		Percentage of disease severity	Percentage of disease incidence
Block	3	49.55	22.10
Treatment	7	613.05**	1364.70**
Error	21	35.59	74.63
Total	31	–	–
(٪) CV	–	29.79	31.35

** Significant at 1% level

در این مطالعه، بیش‌ترین میزان کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مربوط به تیمار لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار بود. پس از آن، تیمار قارچ‌کش بلیس ۱ در هزار بیش‌ترین میزان کنترل بیماری سفیدک پودری سیب را به خود اختصاص داد و تیمارهای فلینت ۰/۲ در هزار، بلیس ۰/۷ و ۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار از این نظر در رتبه های بعدی قرار گرفتند (جدول ۳). هم‌چنین نتایج نشان داد کاربرد دزهای ۱، ۰/۷ و ۰/۴ در هزار بلیس به ترتیب موجب کاهش ۷۶، ۶۰ و ۳۷ درصد بیماری سفیدک پودری سیب نسبت به تیمار شاهد بدون آب-پاشی شدند. هم‌چنین نتایج حاصل نشان داد که بین

تیمارهای شاهد (تیمار با آب‌پاشی و تیمار بدون آب-پاشی) اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید (جدول ۳).

جدول۳- مقایسه میانگین درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری سفیدک پودری سیب.

Table 3. Comparison of the mean percentage of disease severity and incidence of apple powdery mildew.

Treatment	The mean percentage disease severity [1*]	The mean percentage of disease incidence	Efficiency (%)[*2]
Luna Sensation® SC500 (0.2 ml L^{-1})	7.12b	9.32d	80
Bellis® WG 38% (1 ml L^{-1})	8.52b	8.47d	76
Flint® WG 50% (0.2 ml L^{-1})	12.61b	20.66d	64
Bellis® WG 38% (0.7 ml L^{-1})	14.25b	19.55cd	60
Nativo® WG 50% (0.2 ml L^{-1})	15.07b	18.22cd	58
Bellis® WG 38% (0.4 ml L^{-1})	22.28a	36.77cd	37
Control 1: No water spraying	35.60a	58.26ab	0
Control 2: With water spraying	38.77a	49.12a	0

1* The means of each column followed by common letters are not significantly different (Duncan's multiple range test α= 5%), 2*Compared with no water spraying

بحث:

نتایج بررسی حاضر نشان داد که قارچ‌کش جدید بلیس ۱ در هزار ۷۶ درصد و بلیس ۰/۷ در هزار ۶۰ درصد شدت بیماری را نسبت به شاهد بدون آب‌پاشی کاهش دادند. کارآیی غلظت ۰/۴ در هزار بلیس ضعیف‌تر از سایر تیمارهای قارچ‌کش بود و اختلاف آماری معنی‌داری با آن‌ها داشت. قارچ‌کش لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار از کارآیی مطلوبی در کنترل شدت بیماری (۸۰ درصد) برخوردار بود. در راستای تحقیق حاضر، خباز جلفایی و همکاران طی یک بررسی لوناسنسیشن را قارچ‌کشی مؤثر و کارآمد برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب معرفی کرده‌اند (Khabbaz Jolfaei *et al*., 2016). در آمریکا، لوناسنسیشن برای کنترل سفیدک پودری سیب توصیه می‌شود (Pscheidt and Ocamb, 2016). هم‌چنین کارایی تیمار ناتیوو در کنترل سفیدک پودری سیب ۵۸ درصد بود. قارچ‌کش فلینت نیز با ۶۴ درصد از کارآیی خوبی برخوردار بود. خباز جلفایی و همکاران نیز کارآیی این قارچ‌کش را در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب مورد ارزیابی قرار دادند که نتایج آنها بیانگر کارآیی خوب این قارچ‌کش در کنترل بیماری مذکور بود (Khabbaz Jolfaei *et al*., 2016).

بنابراین با توجه به نتایج به‌دست آمده در بررسی حاضر می‌توان گفت همه قارچ‌کش‌های مورد بررسی شامل بلیس با غلظت ۱ در هزار و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۲ در هزار، ناتیوو ۰/۲ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار همگی از کارآیی خوبی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار هستند. لازم به ذکر است از آن‌جا که هر دو غلظت ۱ در هزار و ۰/۷ در هزار بلیس کارایی مشابهی در کنترل شدت بیماری دارند، برای محافظت از سلامت کاربر قارچ‌کش، مصرف‌کننده محصولات سم‌پاشی شده و محیط زیست و هم‌چنین کاهش هزینه‌ها، غلظت ۰/۷ در هزار آن ارجحیت دارد. به‌طورکلی با توجه به نتایج آزمایش استفاده از قارچ‌کش بلیس در صورت عدم دسترسی به قارچ‌کش‌های دیگر و یا طبق دستورالعمل مدیریت مقاومت به‌صورت تناوبی برای کنترل بیماری سفیدک پودری قابل توصیه است.

بلیس با ماده مؤثره ۲۵/۲ درصد بوسکالید + ۱۲/۸ درصد پیراکلواستروبین یک قارچ‌کش سیستمیک و محافظتی است. بوسکالید جزو گروه SDHI (بازدارنده‌های سوکسینات دهیدروژناز) بوده و با تأثیر در تنفس قارچ بیمارگر از طریق بازدارندگی اسید سوکسینیک در آنزیم

دهیدروژناز (SDHI) از انتقال یون‌های منفی هیدروژن به گیرنده‌های الکترون جلوگیری می‌کند. ریسک مقاومت به این گروه از قارچ‌کش‌ها متوسط و مدیریت مقاومت در مورد آن‌ها لازم است. پیراکلواستروبین در گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها) قرار دارد. این قارچ‌کش با تأثیر روی زنجیره تنفس میتوکندریایی، جوانه‌زنی اسپور و رشد میسلیوم را متوقف می‌کند. ریسک مقاومت به این قارچ‌کش‌ها بالا است و نیازمند مدیریت در استفاده، برای ممانعت از بروز مقاومت است (Anonymus, 2009). بر این اساس بلیس در گروه‌بندی FRAC در کد ۷ و ۱۱ قرار دارد بدین معنی که هر جمعیت از قارچ‌ها می‌تواند به‌طور طبیعی به این قارچ‌کش مقاوم شود. چنانچه این گروه از قارچ‌کش‌ها به‌طور مکرر و انحصاری در برنامه‌ی سم‌پاشی قرار گیرند می‌توانند باعث بروز جمعیت مقاوم در قارچ‌ها گردند که در این صورت دیگر بیماری با این قارچ‌کش‌ها قابل کنترل نخواهند بود. بیش از دوبار نباید از بلیس به‌طور متوالی استفاده کرد. بعد از دو بار سم‌پاشی مداوم با بلیس لازم است از قارچ‌کشی با گروه مقاومت تقاطعی متفاوت استفاده شود (Anonymus, 2015). شاخص PHI (Minimum pre-harvest interval) برای این قارچ‌کش ۲۱ روز است یعنی حداقل باید بین آخرین سم‌پاشی با این قارچ‌کش و برداشت محصول ۲۱ روز فاصله باشد.

لوناسنیشن یک قارچ‌کش سیستمیک با دامنه اثر وسیع است که از ۲۱/۴ درصد تری‌فلوکسی‌استروبین، ۲۱/۴ درصد فلوپیرام و ۵۷/۲ درصد مواد همراه تشکیل شده است (Anonymus, 2015). تری‌فلوکسی‌استروبین، همانند پیراکلواستروبین متعلق به گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها)، زیرگروه اکسی‌آمینواستات‌ها است که ریسک بروز مقاومت به آنها بالا می‌باشد (Fernández *et al*., 2010). فلوپیرام نیز همانند بوسکالید متعلق به گروه پیریدنیل اتیل‌بنزآمیدها است که باعث بازدارندگی اسید سوکسینیک در آنزیم دهیدروژناز (SDHI) می‌شود. ماده مؤثر قارچ‌کش فلینت نیز تری‌فلوکسی‌استروبین است. به همین دلیل ریسک بروز مقاومت به آن زیاد است (Fernández *et al*., 2010). قارچ‌کش ناتیوو نیز از ترکیب تری‌فلوکسی استروبین با تبوکونازول حاصل شده است. تبوکونازول در گروه DMI (بازدارنده‌های دمتیلاسیون) قرار دارد که ریسک مقاومت به آنها متوسط است. بنابراین بخش مهمی از قارچ‌کش‌های ثبت شده برای کنترل بیماری سفیدک پودری سیب در کشور (شامل قارچ‌کش‌های لوناسنیشن، ناتیوو، فلینت و قارچ‌کش جدید بلیس) عمدتاً حاوی قارچ‌کش‌های با ریسک مقاومت متوسط تا بالا است. بررسی حاضر نشان داد با توجه به تأثیر بالایی که این قارچ‌کش‌ها از خود نشان دادند به نظر می‌رسد هنوز مقاومت به قارچ‌کش‌های لوناسنیشن، ناتیوو و فلینت که قبلاً در باغ‌های سیب کشور استفاده شده و می‌شود، رخ نداده است. بنابراین جهت اجتناب از بروز مقاومت احتمالی در آینده روی عامل سفیدک پودری سیب می‌بایست این قارچ‌کش‌ها در تناوب با همدیگر و با قارچ‌کش‌های ثبت شده برای این بیماری استفاده شوند. قارچ‌کش جدید بلیس نیز به متنوع‌تر شدن سبد قارچ‌کشی این بیماری کمک می‌کند.

شکل ۱- علائم بیماری سفیدک پودری سیب (عکس: کربلایی خیاوی)

Pig 1. Symptom of Apple Powdery Mildew (Photo: Karbalaei Khiavi)

پیشنهاد:

از آنجا که قارچ‌کش‌های بلیس WG38% با غلظت ۱ در هزار و ۰/۷ در هزار، لوناسنسیشن SC500 با غلظت ۰/۲ در هزار، ناتیوو WG50% با غلظت ۰/۲ در هزار و فلینت WG50% با غلظت ۰/۲ در هزار از کارآیی خوبی در کنترل بیماری سفیدک پودری سیب برخوردار هستند، می‌توان طبق دستورالعمل مدیریت مقاومت به صورت تناوبی در نوبت‌های مختلف سم‌پاشی برای کنترل بیماری سفیدک پودری استفاده شوند. البته از آن‌جا که غلظت ۰/۷ در هزار قارچ‌کش بلیس با غلظت ۱ در هزار آن از نظر میزان تأثیر روی شدت بیماری اختلاف معنی‌دار آماری ندارد، لذا در راستای کاهش مصرف قارچ‌کش‌ها، غلظت ترجیحی مصرف ۰/۷ در هزار است.

References:

Al-Rawashdeh, Z. 2013. Ability of mineral salts and some fungicides to suppress apple powdery mildew caused by the fungus *Podosphaera leucotricha*. Asian Journal of Plant Pathology. (7): 54-59.

Anonymous. 2009. FRAC cod list: Fungicides sorted by mode of action (including FRAC code numbering), Fungicides Resistance Action Committee, in: http://www.frac.info/ [Accessed on 2018- 8-10].

Anonymous. 2015. UK safety data sheet. In: https://www.agricentre.basf.co.uk/go/Bellis [Accessed on 2018- 10-1].

Anonymous. 2016. Agricultural Statistics, Ministry of Jihad Agriculture. http://www.agri-jahad.ir.

Azimi, H. 2014. Effect of chlorothalonil and famoxadone + cymoxanil in control of early Blight disease of tomato under field conditions**.** Journal of Applied Research in Plant Protection. 1(3): 35.48.

Behdad, E. 1990. Diseases of Fruit Trees in Iran. Neshat Isfahan Publications. 293 pp.

Berrie A. M. and Xu, X. M. 2003. Managing apple scab (*Venturia inaequalis*) and powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) using AdemTM. International Journal of Pest Management. 49(3): 243-249.

Biggs, A. R., Yoder, K. S. and Rosenberger, D. A. 2009. Relative susceptibility of selected apple cultivars to powdery mildew caused by Podosphaera leucotricha. Online. Plant Health Progress doi: 10.1094/ PHP-2009-1119-01-RS. [Available in https://www. plantmanagementnetwork.org/pub/php/research/2009/powdery/] Accessed: 24/4/2019.

Cacaj, I., Kelmendi, B., Shala, N. and Rexhaj, B. 2015. Chemical protection of apple against leaf powdery mildew and sustainability to pathogen cultivars according to EU standards. Academic Journal of Interdisciplinary Studies. (4): 117-122.

Fernández, O. D., Torés, J. A., de Vicente, A. and Pérez, G. A. 2010. The qoI fungicides, the rise and fall of a successful class of agricultural fungicides. pp. 203-220 In: carisse, o. (ed.), agriculture and biological science "fungicides". Janeza Trdine, Rijeka. Inc. INTECH Open Access Publisher.

Filsouf, F., Behdad, A. and Hassanpour, H. 1998. Study of apple powdery mildew disease and its chemical control in Semirom, 13th Iranian Plant Protection Congress, Karaj. 234 pp.

Gupta, D. and Sharma, J. N. 2005. Chemical control of powdery mildew of apple in warmer climates of himachal pradesh India. Acta Horticulturae. (696): 355-358.

Hanifeh, S., Afzali, H. and Yeganeh, Kh. 2014. Evaluation of the effect of Nativo (Nativo WG 75%) on apple powdery mildew in comparison with common pesticides in West Azerbaijan province. Twenty-first Congress of Plant Protection, 1 to 4 September. Orumiyeh Iran .354 pp.

Irani, H. and Ashkan, M. 1998. The effect of several fungicides to control powdery mildew on apple in West Azerbaijan province. 13th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, P. 216.

Karimi-Shahri, M. and Heydarian, A. 2010. Investigation of the effect of tetraconazole fungicide on apple powdery mildew. Final report of Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research Center research project, P. 12. Registration number 960096-029-16-16-04.

Keliaei, R., Khabbaz Jolfaei, H. and Mirkamali, H. 2002. Handbook of Pests, Diseases and Weeds, Agricultural Education Publishing, Karaj, Iran. 144 pp.

Khabbaz Jolfaei, H. and Azimi, Sh. 2011. Guidelines for the correct use of Iranian pathogens in the control of plant diseases (scientific and applied), Iranian Plant Protection Research Institute. 311 pp.

Khabbaz Jolfaei, H., Karimi-Shahri, M. R., Irani, H. and Zaker, M. 2016. Evaluation of the efficacy of Luna Sensation® 500 SC fungicide against *Podosphaera leucotricha*, the disease agent of apple powdery mildew. Final report of the research project of the Iranian Plant Protection Research Institute, pp. 16.

Khabbaz Jolfaei, H., Irani, H. Karbalaei Khiavi, H., Farrokh Eslamloo, E. and Abidi, A. 2002. Evaluation of the effect of Flint (WG 50%) and Stroby (WG 50%) fungicides and their comparison with common pesticides against apple powdery mildew. Final report of the research project of the Iranian Plant Protection Research Institute, pp. 10.

Marine, S. C., Yoder, K. S. and Baudoin, A. 2010. Powdery Mildew of Apple. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094 (PH). J-1010 – 1021 01. Virginia Polytechnic Institute and State University.

Pscheidt, J. W. and Ocamb, C. M. 2016. Pacific Northwest Plant Disease Management Handbook [online]. Corvallis, OR: Oregon State University. http://pnwhandbooks.org/plantdisease.

Rather, T. R., Bhat, Z. A., Pandit, B. A., Sheikh, K., Malik, A. R. and Ganai, M. A. 2019. Bioefficacy studies of new fungicide molecules (Proquinazid 20 EC) against powdery mildew of apple. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 8(1): 1963-1965.

Rezaee, R. and Hesari, B. 2016. GIS-based Locating of Suitable Orchards for Organic Apple Production in Urmia. Journal of Agricultural Science. 26(2): 153-168.

Spencer, D. M. 1977. Standardized methods for the evaluation of fungicides to control cucumber powdery mildew. In: McFarlane NR ed. Crop Protection Agents their Biological Evaluation. Academic Press, London. pp. 455-464.

Turechek, W. W., Carroll, J. E. and Rosenberger, D. A. 2004. Powdery Mildew of Apple. www.nysipm.cornell. edu/ factsheets/treefruit/diseases/pm/apple_pm.pdf .

Wang, Y., Liu, Y., He, P., Chen, J., Lamikanra, O. and Lu, J. 1995. Evalution

of foliar resistance to *Uncinula nacator* in China wild *Vitis* species. Vitis. 34(3): 159-164.

Wurms, K. V. and Chee, A. A. 2011. Control of powdery mildew (*Podosphaera leucotricha*) in apple seedlings using anhydrous milk fat and soybean oil emulsions. New Zealand Plant Protection. (64): 201-208.

Yeganeh, M. 2017. Pesticides Registered in Iran. Basir Shimi Pars. 47 pp.

Efficacy of Different Fungicides in the Control of Apple Powdery Mildew, *Podosphaera leucotricha*

Karbalaei Khiavi, H. [*1], Khabbaz- Jolfaee, H.[2] and Ramazani, H.[1]

1. Plant Protection Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, AREEO, Ardabil, Iran. 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: Sep, 27, 2021 Accepted: Jan, 30, 2021

Abstract:

Powdery mildew is one of the most important diseases of apple globally and is caused by the fungus *Podosphaera leucotricha*. The aim of this study was to determine the efficacy of the fungicides Boscalid + Pyraclovastrobin (Bellis®; WG, 38%) with the doses of 0.4, 0.7 and 1 ml L^{-1} compared with the fungicides Tri-floxystrobin + Fluopyram (Luna Sensation®; SC, 500) with the dose of 0.2 ml L^{-1}, Tri-floxystrobin (Flint®; WG, 50%) with the dose of 0.2 ml L^{-1} and Tri-floxystrobin + Teboconazol (Nativo®; WG, 50%) with the dose of 0.2 ml L^{-1} to control the apple powdery mildew disease. The experiment was carried out in Ardabil province in a randomized complete block design (RCBD) with 8 treatments and 4 replications in 2019-2020. Control treatments were with water spraying and without any spraying Treatments were applied in the spring in three stages (full green bud stage, pink flower stage and 10 days after the 2nd spraying). Ten days after the first symptoms of the disease were observed in the control treatments, samples were taken from the sheets and the disease incidence and disease severity percentages were calculated. The results showed that the highest rate of control (80%) of apple powdery mildew disease was related to Luna Sensation® (0.2 ml L^{-1}). Then the fungicide treatment of Bellis® (1 ml L^{-1}) had the highest rate of control of the disease (76%) and the treatments of Flint® (0.2 ml L^{-1}), Bellis® (0.7 and 0.4 ml L^{-1}) and Nativo® (0.2 ml L^{-1}) were ranked next in this regard. The efficacy of the new fungicide Bellis® at the rates of 1 and 0.7 ml L^{-1} was 76 and 60%, respectively. Since both the doses of Bellis® are effective in controlling the disease, therefore, to protect the health of the fungicide users, the consumers of the products and the environment as well as reduction in costs, the preferred dose was chosen as 0.7 ml L^{-1}.

Keywords: Apple, Chemical control, Fungicide, Pyraclostrobin + Boscalid, Resistance.

[*] **Corresponding author:** Hossein Karbalaei Khiavi, Email: hossein.karbalaei@yahoo.com