بررسی کارآیی قارچ‌کش مایکلوبوتانیل (آتیس® 40% WP) در کنترل بیماری لکه سیاه سیب درختی با عامل *Venturia inaequalis*

حسین خباز جلفایی*[۱]، حسین کربلایی خیاوی [۲]، کاووس کشاورز[۳] و عباسعلی روانلو [٤]

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 استان اردبیل (اردبیل)، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. ۳. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کهگیلویه و بویراحمد، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کهگیلویه و بویراحمد، ایران. ۴. بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۷

چکیده

بیماری لکه سیاه یکی از مهمترین بیماری‌های سیب در دنیا است که گستردگی و خسارت بالای این بیماری مدیریت شیمیایی آن را اجتناب ناپذیر می‌کند. در بررسی حاضر کارآیی قارچ‌کش مایکلوبوتانیل (آتیس® 40% WP) در مقایسه با قارچ‌کش‌های رایج شامل کاپتان (کاپتان® 50% WP)، تری فلوکسی استروبین (فلینت ® 50 % WG)، تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® 50% WG) تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن ® 500SC) در کنترل بیماری لکه سیاه سیب مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌ها در استان‌های اردبیل (اردبیل) و کهگیلویه و بویراحمد (یاسوج) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و هر تیمار شامل ۴ تکرار اجرا شد. تیمارها شامل آتیس با دوزهای ۰/۱۴۲، ۰/۲۲۸ و ۰/۳۱۴ در هزار، فلینت ۰/۲ در هزار، ناتیوو ۰/۲ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار، کاپتان ۳ در هزار و شاهدها (با آب‌پاشی و بدون آب‌پاشی) بودند. سمپاشی‌ها در سه نوبت، مرحله اول در زمان تورم جوانه‌های برگی، نوبت دوم پس از ریزش گلبرگ‌ها و نوبت سوم ۱۴ روز بعد از سمپاشی دوم انجام شد. درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری در دو استان محاسبه و تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد صورت گرفت. نتایج نشان داد که تیمارهای قارچ‌کش با هر دو تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار دارند. بررسی نتایج دو استان نشان داد که قارچ‌کش آتیس ۰/۳۱۴ در هزار و ۰/۲۲۸ در هزار در یاسوج به ترتیب ۹۷ و ۸۸ درصد و در اردبیل ۶۲ و ۵۵ درصد کارآیی داشت. کارآیی لوناسنسیشن با غلظت ۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار نیز در یاسوج ۹۰ و ۸۶ درصد و در اردبیل ۶۴ و ۶۲ درصد بود. بنابراین قارچ‌کش‌های آتیس® با دوزهای ۰/۳۱۴ و ۰/۲۲۸ در هزار، لوناسنسیشن® ۰/۴ در هزار و ناتیوو® ۰/۲ در هزار از کارآیی بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: سیب درختی، کنترل شیمیایی، لکه سیاه، مقاومت.

* **مسئول مکاتبات:** حسین خباز جلفایی، hkh_jolfaee@yahoo.com

مقدمه:

بیماری لکه سیاه سیب در دنیا اولین بار از سوئد توسط فریز[1] در سال ۱۸۱۹ گزارش شد (Behdad, 1990). در ایران این بیماری برای اولین بار توسط اسفندیاری در سال ۱۳۲۵ گزارش گردید (Behdad, 1990). عامل بیماری *Venturia inaequalis* (Cooke) Wint. به شکل پریتس‌های دروغی اولیه در برگ‌ها و میوه‌های آلوده‌ی افتاده در پای درخت، زمستان‌گذرانی می‌کند. در بعضی از مناطق و نیز برخی از ارقام عامل بیماری می‌تواند به‌صورت میسلیوم داخل جوانه‌ها و یا شاخه‌های جوان زمستان‌گذرانی کند (Percival and Haynes, 2009). در درون پریتس‌ها، آسک و آسکوسپور تولید می‌شود که با مرطوب‌شدن برگ‌های ریخته شده به پای درخت، آسک‌های رسیده با جذب رطوبت متورم شده و آسکوسپورهای درون خود را با فشار به خارج می‌فرستند. آسکوسپورها توسط باد روی اندام‌های تازه روییده منتقل شده و آلودگی اولیه را ایجاد می‌کنند. نقطهٔ اوج خروج آسکوسپورها به‌طور معمول مصادف با مرحلهٔ تورم جوانه‌های گل تا مرحلهٔ کامل گلدهی است. قارچ بعد از نفوذ در کوتیکول منشعب شده و در نتیجه بعد از ۹ تا ۱۷ روز از زمان آلودگی، روی برگ‌ها لکه ایجاد می‌شود. لکه‌های تشکیل‌شده روی برگ و میوه مهم‌ترین علایم این بیماری می‌باشند. بر این اساس درختان بایستی از زمان شکفتن جوانه تا تخلیه کامل آسکوسپورها بعد از بارش باران، با قارچ‌کش‌های مؤثر به خوبی سمپاشی شوند. اگر این سمپاشی‌ها دقیق انجام شود به احتمال زیاد، دیگر آلودگی‌های ثانویه که از کنیدی‌ها منشاء می‌گیرند، روی نمی‌دهد (Ashkan, 2006). در برخی از کشورها که رطوبت هوا در بهار و تابستان زیاد است، از زمان شکفتن جوانه تا ریزش کامل گلبرگ‌ها هر ۵ تا ۷ روز یک‌بار درختان سمپاشی می‌شوند و بعد از این مرحله نیز چند مرتبه هر ۱۰ تا ۱۴ روز سمپاشی تکرار می‌شود. معمولاً در شرایط کشور ما ۳ تا ۴ بار سمپاشی (در زمان شکفتن جوانه‌ها و ۱۰ تا ۱۴ روز بعد از آن و در پایان دوره گل‌دهی و ۱۴ روز بعد از آن) می‌تواند بیماری را کنترل کند (Ashkan, 2006). البته چنانچه در مواقع ذکرشده بارندگی کم باشد، دفعات سمپاشی نیز کاهش می‌یابد.

مدیریت موفق بیماری لکه سیاه سیب متکی به استفاده از روش‌های تلفیقی شامل استفاده از ارقام کمتر حساس و متحمل به بیماری، تهویه مناسب بین ردیف‌های کاشت، تغذیه مناسب و کاهش مایه تلقیح اولیه عامل بیماری از طریق رعایت بهداشت باغ و استفاده زمان‌بندی شده از قارچ‌کش‌های موثر در دفعات متعدد در طول فصل (Biggs, 1990; Percival and Haynes, 2009; Henriquez *et al*., 2011) و نیز ادامه آن‌ها پس از خزان برگ‌ها در پاییز برای کاهش بیماری در فصل زراعی بعد می‌باشد (Beresford *et al*., 2008). استفاده از ترکیبات مسی و گوگردی (Bengtsson *et al*., 2006) نمک‌های بیکربنات شامل سدیم، آمونیوم، بیکربنات پتاسیم و فسفات پتاسیم (Jamar *et al*., 2007)، قارچ‌کش‌های دیتیانون، کاپتان و دیکلوفلوانید (Holb, 2008)، پنکونازول (Percival and Haynes, 2009)، تری فلوکسی استروبین و کرزوکسیم متیل (Jelica and Tatjana, 2003; Wood *et al*., 2008) برای کنترل لکه سیاه سیب در دنیا معرفی شده‌اند. قارچ‌کش‌های کاپتان (کاپتان®) و تولی‌فلوآنید (اوپارن®) برای سمپاشی پاییزه در کاهش بیماری لکه سیاه برگ و میوه سیب در فصل بعد مؤثر هستند (Beresford *et al*., 2008). در ایران نیز کاپتان (کاپتان®)، بنومیل (بنلیت®) و دودین (ملپرکس®)، اولین قارچ‌کش‌هایی هستند که از دهه ۴۰ و۵۰ برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب در کشور به ثبت رسیده و مصرف شده‌اند. در سال‌های بعد براساس نیاز، قارچ‌کش‌های بیترتانول (بایکور®)، نواریمول

[1] Fries

(تریمیدال®)، کرزوکسیم متیل (استروبی®)، تری فلوکسی استروبین (فلینت®) و تیرام (پومارسول®) برای کنترل این بیماری در کشور به ثبت رسیده‌اند (Khabbaz Jolfaee and Azimi, 2011). در سال‌های اخیر نیز طی بررسی‌های مختلف کارآیی قارچ‌کش‌های تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® ۷۵٪ WG) (Azimi *et al.*, 2015) و تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن®500SC) برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب در ایران بررسی و مورد تأیید قرار گرفته و در لیست قارچ‌کش‌های مجاز کشور به ثبت رسیده است (Khabbaz Jolfaee *et al.*, 2017).

بروز مقاومت در قارچ‌های بیمارگر نسبت به قارچ‌کش‌ها یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های مصرف قارچ‌کش‌ها می‌باشد زیرا در این صورت علی‌رغم مصرف قارچ‌کش و متحمل‌شدن عوارض ناشی از آن و صرف هزینه، کنترل بیماری حاصل نمی‌شود. بروز مقاومت در *V. inaequalis* نسبت به دودین در سال ۱۹۶۹ گزارش شده است (Szkolnik and Gilpatrick, 1969). این قارچ همچنین به قارچ‌کش‌های گروه بنزیمیدازول مثل بنومیل، قارچ‌کش‌های گروه DMI مثل دیفنوکونازول و فلوسیلازول مقاومت نشان داده است (Stevic *et al.*, 2010). یکی از مؤثرترین راه‌کارهای کاهش احتمال بروز مقاومت در بیمارگر عدم استفاده طولانی‌مدت از قارچ‌کش‌های قدیمی و بهره‌گیری از قارچ‌کش جدید مؤثر است. تحقیق حاضر با هدف تعیین میزان کارآیی و انتخاب مؤثرترین دز مصرفی قارچ‌کش جدید آتیس در کنترل بیماری لکه سیاه سیب انجام گرفت. قارچ‌کش مایکلوبوتانیل متعلق به گروه تری‌آزول‌ها است. قارچ‌کش‌های این گروه از بیوسنتز استرول‌های غشاء سلولی به ویژه ارگسترول جلوگیری می‌کنند. این قارچ‌کش به‌طور وسیع در بسیاری از کشورها از جمله اتحادیه اروپا روی بسیاری از گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد (Anonymous, 2013).

مواد و روش‌ها:

آزمایش‌ها در استان‌های اردبیل و کهگیلویه و بویراحمد اجرا شد. در هر دو استان مذکور یک باغ با سابقه آلودگی به بیماری لکه سیاه سیب انتخاب شد. ارقام مورد بررسی در هر یک از استان‌های مذکور به ترتیب رقم گلدن اسموتی و رقم قرمز بودند. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۹ تیمار و ۴ تکرار انجام شد. تیمارهای آزمایش، مایکلوبوتانیل (آتیس® WP 40%) ۰/۱۴۲، ۰/۲۲۸ در هزار (دوز درخواستی شرکت سبز محصول داتیس) و ۰/۳۱۴ در هزار (دوز درخواستی شرکت سبز محصول داتیس)، تری فلوکسی استروبین (فلینت ® WG 50 %) ۰/۲ در هزار، تری فلوکسی استروبین + تبوکونازول (ناتیوو® WG 50%) ۰/۲ در هزار، تری فلوکسی استروبین + فلوپیرام (لوناسنسیشن ® 500SC) ۰/۴ در هزار، کاپتان (کاپتان® WP 50%) ۳ در هزار، شاهد بدون آب‌پاشی و شاهد با آب‌پاشی بودند. در این بررسی هر کرت آزمایشی شامل ۲ درخت حدود ۵ تا ۱۰ ساله بود. بین درختان مورد آزمایش یک درخت بدون تیمار جهت اجتناب از تأثیر تیمارها روی هم در نظر گرفته شد. کرت‌های آزمایشی با استفاده از سمپاش موتوری لانس‌دار در سه نوبت، نوبت اول: هنگام تورم جوانه‌های برگی، نوبت دوم: مرحله پس از ریزش گلبرگ‌ها، نوبت سوم: ۱۴ روز بعد از سمپاشی دوم سمپاشی شدند. پس از گذشت ۳۰ روز از آخرین سمپاشی (به‌طوری‌که علایم روی برگ‌های درختان مربوط به شاهدها به خوبی ظاهر شد)، درخت‌های تیمارشده بررسی و نمونه‌برداری از برگ‌ها صورت گرفت. به این منظور از درخت‌های هر کرت به‌طور تصادفی ۱۰۰ برگ از چهار جهت اصلی و مرکز درختان چیده شد و در کیسه‌های فریزر مجزا به آزمایشگاه منتقل گردید.

تعیین درصد وقوع بیماری: نمونه‌ها بر اساس تعداد برگ‌های دارای علایم و فاقد علایم بیماری لکه سیاه سیب مشخص و طبق فرمول زیر درصد وقوع بیماری در آن‌ها محاسبه گردید.

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

در این فرمول PDI[1]: درصد وقوع بیماری در برگ‌ها، n_d: تعداد نمونه‌های دارای علایم بیماری، N: تعداد کل نمونه‌های شمارش شده.

تعیین درصد شدت بیماری: علایم روی هر برگ، بر اساس درصد تخمینی پوشش لکه روی سطح برگ از صفر تا ۷ بر اساس درجه‌بندی کروگسال و همکاران (Croxall *et al*., 1952a) به شرح زیر طبقه‌بندی شد:

درجه صفر: بدون علامت، درجه یک: صفر درصد تا ۱ درصد ، درجه ۲: ۱ درصد تا ۵ درصد، درجه ۳: ۵ درصد تا ۱۰ درصد، درجه ۴: ۱۰ درصد تا ۲۵ درصد، درجه ۵: ۲۵ درصد تا ۵۰ درصد، درجه ۶: ۵۰ درصد تا ۷۵ درصد، درجه ۷: ۷۵ درصد تا ۱۰۰ درصد.

$$PDS = [\Sigma (n_i\times v_i) / V\times N]\times 100$$

در این فرمول PDS[2]: درصد شدت بیماری، n_i : تعداد نمونه‌های با درجه آلودگی مشابه، v_i: درجه بیماری مربوط به هر نمونه، N: تعداد کل نمونه مربوط به هر تکرار، V: حداکثر درجه آلودگی.

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها: نتایج حاصل از محاسبه میزان درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری لکه سیاه برای هر کرت در برنامه آماری SAS (*v*. 9.1) تجزیه واریانس شدند و با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف تیمارها، میانگین تیمارها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج:

با توجه به این که ارقام درختان مورد بررسی در دو استان متفاوت بودند و آزمون بارتلت انجام‌شده برای صفات مورد بررسی معنی‌دار شد، لذا داده‌های هرکدام از استان‌ها به‌طور مجزا مورد تجزیه واریانس قرار گرفت.

استان اردبیل

تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی برگ‌های درختان تیمار شده در استان اردبیل نشان داد که تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری در مقایسه با شاهدها اثر معنی‌دار داشته‌اند (جدول۱). مقایسه میانگین‌های درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری (*P*=5%) نشان داد که از نظر کنترل شدت بیماری اختلاف آماری معنی‌داری بین تیمارهای مربوط به قارچ‌کش‌ها وجود نداشته و همگی در یک گروه آماری و متفاوت از شاهدها قرار گرفتند (جدول ۲). از لحاظ درصد وقوع بیماری نیز کمترین میزان وقوع بیماری بدون اختلاف آماری معنی‌دار در تیمارهای ناتیوو ۰/۲ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار، آتیس ۰/۳۱۴ در هزار و کاپتان ۳ در هزار رخ داد و کارآیی مناسب‌تر داشتند (جدول ۲). با این وجود قارچ‌کش‌های آتیس ۰/۲۲۸ در هزار و آتیس ۰/۱۴۲ در هزار با تیمارهای ناتیوو ۰/۲ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار، آتیس ۰/۳۱۴ در هزار هم‌گروه هستند و فلینت ۰/۲ در هزار هم با آتیس ۰/۲۲۸ در هزار و آتیس ۰/۱۴۲ در هزار هم‌گروه می باشد (جدول ۲).

استان کهگیلویه و بویراحمد

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ارزیابی برگ‌های درختان تیمارشده در استان کهگیلویه و بویراحمد نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش درصد شدت بیماری و وقوع بیماری معنی‌دار است (جدول ۱). مقایسه میانگین درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری (*P*=5%) روی برگ‌ها نشان داد که همه قارچ‌کش‌های مورد بررسی در مقایسه با شاهدها از کارآیی برخوردار بوده و از نظر آماری در گروهی جدا از گروه شاهدها قرار گرفتند. در این استان از نظر کاهش درصد شدت بیماری، قارچ‌کش‌های آتیس ۰/۳۱۴ در هزار،

[1] Percent of Disease Incidence
[2] Percent of Disease Severity

وناسنسیشن ۰/۴ در هزار، آتیس ۰/۲۲۸ در هزار، ناتیوو ۰/۲ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار و از نظر کاهش درصد وقوع بیماری آتیس ۰/۳۱۴ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزارو آتیس ۰/۲۲۸ در هزار در یک گروه آماری بودند و کارآیی مناسبی داشتند (جدول ۲). با این وجود قارچ‌کش‌های آتیس۰/۱۴۲ در هزار و کاپتان از نظر کاهش درصد شدت بیماری در گروه آماری دیگری قرار گرفتند و کارآیی مناسبی با توجه به میزان شدت بیماری شاهدها از خود نشان دادند (جدول ۲). از نظر درصد وقوع بیماری ناتیوو ۰/۲ در هزار و فلینت ۰/۲ در هزار در یک گروه آماری و آتیس ۰/۱۴۲ در هزار و کاپتان با هم در یک گروه آماری نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها قرار گرفتند ولی همه قارچ‌کش‌ها با در نظرگرفتن میزان درصد شدت بیماری و درصد وقوع بیماری در شاهدها کارآیی لازم را داشتند (جدول ۲).

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری روی برگ‌های سیب در دو استان اردبیل و کهگیلویه و بویراحمد.

Table 1. Variance Analysis of disease severity percent and disease incidence percent on apple leaves in Ardabil and Kohkiloye and Boyerahmad provinces.

S.O.V.	D.F.	Mean squares			
		Ardabil		Kohkiloye and Boyerahmad	
		Disease incidence (%)	Disease severity (%)	Disease incidence (%)	Disease severity (%)
Replicate	3	83.22^{ns}	26.28^{ns}	2.91^{ns}	1.88^{ns}
Treatment	8	1217.24**	192.43**	4655.68**	1767.22**
Error	24	87.30	24.62	7.77	2.41
C.V.		24.19%	24.58%	8.87%	10.76%

** Significant at 1% level ns: not significant

جدول ۲- مقایسهٔ میانگین درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری روی برگ‌های سیب در دو استان اردبیل و کهگیلویه و بویراحمد.

Table 2. Mean comparison of disease severity percent and disease incidence percent on apple leaves in Ardabil and Kohkiloye and Boyerahmad.

Treatment	Ardabil		Kohkiloye and Boyerahmad	
	Mean of disease incidence (%)*	Mean of disease severity (%)*	Mean of disease incidence (%)*	Mean of disease severity (%)*
Captan WP 50% 3.000 g/l	23.50d	16.87b	21.75c	7.53c
Luna Sensation 500 SC 0.500 ml/l	24.10dc	15.72b	10.50ef	2.60e
Nativo WG 50% 0.200 ml/l	25.67dc	13.77b	12.25ed	3.53de
Atis WP 40% 0.314 g/l	26.97dc	16.10b	6.75f	1.35e
Atis® WP 40% 0.228 g/l	30.77cb	17.22b	10.75ef	2.74e
Atis® WP 40% 0.142 g/l	39.00cb	18.37b	23.75c	5.71dc
Flint® WG 50% 0.200 ml/l	43.87b	21.00b	15.50d	3.78de
Control (without any spraying)	68.50a	30.50a	94.25a	54.03a
Control (water spraying)	65.25a	34.75a	87.25b	48.53b

* The means of each column followed by common letters are not significantly different (Duncan's multiple range test α= 5%)

بحث:

ارزیابی میانگین‌های بیماری در هر دو استان کهگیلویه و بویراحمد (یاسوج) و اردبیل نشان می‌دهد در خصوص درصد شدت بیماری همه قارچ‌کش‌های مورد بررسی از کارآیی تقریبا مشابهی برخوردار بودند. به‌طوریکه در اردبیل همه تیمارهای مربوط به قارچ‌کش‌ها از لحاظ درصد شدت بیماری در یک گروه آماری واقع شدند و در استان کهگیلویه و بویراحمد نیز تنها دو قارچ‌کش کاپتان و آتیس ۰/۱۴۲ در هزار در گروه پایین‌تری نسبت به سایر قارچ‌کش‌ها قرار گرفتند. در استان کهگیلویه و بویراحمد درختان تیمارشده با آتیس در دوزهای ۰/۳۱۴ در هزار و ۰/۲۲۸ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار کمترین میزان وقوع بیماری را داشتند. در استان اردبیل نیزکمترین میزان وقوع بیماری در درختان تیمارشده با آتیس ۰/۳۱۴، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار، کاپتان ۳ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار رخ داد. آتیس ۰/۲۲۸ در هزار با آتیس ۰/۳۱۴ در هزار و لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار و نیز ناتیوو ۰/۲ در هزار از لحاظ آماری دارای حروف مشترک بوده فلذا در یک سطح آماری قرار گرفتند. بنابراین با مقایسه داده‌های دو منطقه مذکور در کل می‌توان گفت که آتیس ۰/۳۱۴ در هزار، آتیس ۰/۲۲۸ در هزار، لوناسنسیشن ۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار بهترین کارآیی را در کنترل بیماری داشتند. به‌طوریکه قارچ‌کش آتیس ۰/۳۱۴ در هزار و ۰/۲۲۸ در هزار در استان کهگیلویه و بویراحمد به ترتیب ۹۷ و ۸۸ درصد و در استان اردبیل ۶۲ و ۵۵ درصد کارآیی داشتند. کارآیی لوناسنسیشن۰/۴ در هزار و ناتیوو ۰/۲ در هزار نیز در کاهش وقوع بیماری به‌ترتیب در استان کهگیلویه و بویراحمد ۹۰ و ۸۶ درصد و در استان اردبیل ۶۴ و ۶۲ درصد بود. این موضوع با یافته‌های پیشین توسط خباز جلفایی و همکاران که طی یک بررسی لوناسنسیشن را برای کنترل لکه سیاه سیب معرفی کردند، مطابقت دارد (Khabbaz Jolfaee *et al*., 2017a). همچنین عظیمی مطعم و همکاران نیز قارچ‌کش ناتیوو را برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب کارآمد معرفی کردند که با یافته‌های پروژه حاضر مطابقت دارد (Azimi *et al*., 2015).

مدیریت بیماری لکه سیاه سیب در دنیا معمولاً نیازمند سم‌پاشی‌های متعدد، از مرحله نوک سبزی جوانه‌ها تا برداشت محصول است (Gadoury *et al*., 1989; Carisse and Jobin, 2012). در برخی از کشورها که رطوبت هوا در بهار و تابستان زیاد است، از زمان شکفتن جوانه تا ریزش کامل گلبرگ‌ها هر ۵ تا ۷ روز یک بار درختان سمپاشی می‌شوند و بعد از این مرحله نیز چند مرتبه هر ۱۰ تا ۱۴ روز سمپاشی تکرار می‌گردد. البته با بهره‌گیری از دستگاه‌های الکترونیکی که با سنجش میزان دما و رطوبت محیط می‌توانند زمان وقوع عفونت را تعیین کنند، تعداد سمپاشی‌ها محدودتر شده است (Khabbaz Jolfaee *et al*., 2017b). در شرایط دهه‌های گذشته ایران با انجام ۳ تا ۴ بار سمپاشی، در زمان شکفتن جوانه‌ها و ۱۰ تا ۱۴ روز بعد از آن و در پایان دوره گل‌دهی و ۱۴ روز بعد از آن امکان کنترل بیماری بود (Ashkan, 2006). البته چنانچه در مواقع ذکرشده بارندگی کم می‌شد، دفعات سمپاشی نیز کاهش می‌یافت. ولی در سال‌های اخیر به دلیل تغییرات اقلیمی زمان اولین سمپاشی قبل از تورم جوانه‌ها می‌باشد. در مناطقی که به‌طور طبیعی رطوبت نسبی بالاست و این بیماری در سیب‌کاری‌ها سابقه دارد، لازم است در مرحله‌ی تورم جوانه‌ها و یا به محض مشاهده‌ی اولین علایم، سمپاشی انجام گیرد. در مناطقی که روش پیش‌آگاهی رایج است و دستگاه هشداردهنده یا منحنی میلس- لاپلاس (روش پیش‌بینی شدت بیماری لکه سیاه سیب) در اختیار می‌باشد بهتر است سمپاشی بر اساس پیش‌بینی وقوع و شدت بیماری و پیش‌آگاهی صورت گیرد (Khabbaz Jolfaee and Azimi, 2011). علاوه

بر این از آنجا که استفاده مکرر از قارچ‌کش‌ها بر علیه *V. inaequalis* احتمال خطر(ریسک) بالایی از توسعه‌ی مقاومت به قارچ‌کش‌ها را به دنبال دارد (Anonymous, 2009)، استفاده متناوب از قارچ‌کش‌های مؤثر از گروه‌های مختلف و با مکانیسم تاثیر متفاوت و یا استفاده از قارچ‌کش‌هایی با مکانیسم‌های اثر چندگانه در برنامه‌های مدیریت بیماری جهت جلوگیری از بروز مقاومت، ضروری است. مایکلوبوتانیل قارچ‌کشی با طیف وسیع (Broad spectrum)، سیستمیک و محافظتی از گروه تریازول‌ها است که باعث مهار دمتیلاسیون استروئیدها به خصوص ارگسترول می‌شود. ارگسترول یک ماده حیاتی در غشاء سلول‌های قارچ‌ها می‌باشد و به این ترتیب مانع از تکامل غشاء سلولی آنها می‌شود و در نتیجه رشد قارچ نیز مهار می‌گردد (Anonymous, 2013). قارچ‌کش فلینت متعلق به گروه QoI (بازدارنده‌های خارجی کوئینون‌ها)، زیرگروه اکسی آمینواستات‌ها می‌باشند که ریسک بروز مقاومت به آن بالا است (Fernández *et al*., 2010). از آنجاکه بیش از ده سال از ثبت و مصرف این قارچ‌کش در ایران می‌گذرد، با توجه به ریسک بالای بروز مقاومت به این قارچ‌کش، بهتر است مصرف آن محدود به موارد لزوم و در تناوب با قارچ‌کش‌های دیگر صورت گیرد. لوناسنسیشن دارای ماده مؤثره تری فلوکسی استروبین و فلوپیرام است. هر دو این قارچ‌کش‌ها با طیف وسیع، محافظتی، سیستمیک و درمان‌کننده از خانواده succinate dehydrogenase inhibitor (SDHI) می‌باشند. این قارچ‌کش‌ها روی زنجیره تنفسی اثر می‌گذارد ولی محل اثر آن‌ها در زنجیره تنفسی متفاوت است. ریسک مقاومت به‌آن‌ها متوسط و معمولاً بعد از ۵ سال مصرف، مقاومت به آن بروز می‌کند. از آنجا که فلوپیرام با تری فلوکسی استروبین اثر سینرژیستی دارد، استفاده از ترکیب این دو قارچ‌کش می‌تواند کارآیی بهتری در کنترل بیماری داشته باشد. از طرف دیگر ریسک بروز مقاومت نیز نسبت به مصرف انفرادی هر یک از آن‌ها کاهش می‌یابد (Khabbaz Jolfaee *et al*., 2017). قارچ‌کش ناتیوو نیز دارای ماده مؤثره تری فلوکسی استروبین با تبوکونازول است. تبوکونازول متعلق به گروه تری آزول‌ها که با محدودنمودن تولید استرول از تشکیل دیواره سلولی جلوگیری می‌کند.

با توجه به نتایج حاصل از بررسی حاضر، در هر دو استان کهگیلویه و بویراحمد و اردبیل، آتیس®WP٪۴۰ با دوز ۰/۲۲۸ در هزار و دوز ۰/۳۱۴ در هزار کارآیی بالایی داشتند. بنابراین بسته به شدت بیماری می‌توان از یکی از غلظت‌های فوق‌الذکر این قارچ‌کش در برنامه مدیریت کنترل بیماری لکه سیاه سیب استفاده کرد. در ضمن باید درنظر داشت که طبق دستورالعمل مدیریت مقاومت استفاده از قارچ‌کش‌های لوناسنسیشن®500SC با دوز ۰/۴ در هزار و ناتیوو®٪۵۰ WG با دوز ۰/۲ در هزار که در این بررسی و بررسی‌های قبلی (Khabbaz Jolfaee *et al*., 2017; Azimi *et al*., 2015) کارآیی مناسب و بالایی داشتند به‌صورت تناوبی در نوبت‌های مختلف سمپاشی برای کنترل بیماری لکه سیاه سیب ضروری است. با توجه به این‌که قارچ‌کش‌های مذکور علاوه بر کنترل لکه سیاه سیب در کنترل سفیدک پودری سیب هم کارآیی مطلوب دارند، همچنین نوبت‌های سمپاشی علیه سفیدک پودری سیب با لکه سیاه سیب مطابقت دارد لذا در صورت استفاده از این قارچ‌کش‌ها نیازی به استفاده از قارچ‌کش‌های دیگر برای کنترل بیماری سفیدک پودری نیست.

References:

Anonymus, 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 2-8-2019]

Anonymous, 2013. Product Safety Assessment: Myclobutanil**.** http://msdssearch.dow.com. [Accessed on 2020-4-18]

Ashkan, S. M. 2006. Fruit crops diseases in Iran. Aeeizh Press, Iran. 427pp. [in Persian]

Azimi, H., Jafari, H. and Karbalaee khiavi, H. 2015. Effects of Trifloxystrobin + Tebuconazole (Nativo®) Fungicide on the Control of Apple Scab Disease. Applied Researches in Plant Protection. 5: 1- 15. [In Persian with English summary]

Behdad, A. 1990. Diseases of Fruit Crops in Iran.2nd ed. Neshat Press, Iran. 293pp. [In Persian]

Bengtsson, M., Jørgensen, H. J. L., Pham, A., Wulff, E. and Hockenhull, J. 2006. Screening of organically based fungicides for apple scab (*Venturia inaequalis*) control and a histopathological study of the mode of action of a resistance inducer. Pome Fruit Diseases, IOBC/WPRS Bulletin. (29): 123-127.

Beresford, R. M., Wood, P. N., Shaw, P. W. and Taylor, T. J. 2008. Application of fungicides during leaf falls to control apple scab (*Venturia inaequalis*) in the following season. New Zealand Plant Protection. (61): 59-64.

Biggs, A. R. 1990. Apple scab. pp. 6-9, In: Jones, A. L., Aldwinckle, H. S. (eds.). Compendium of Apple and Pear Diseases. The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota, USA. 100 pp.

Carisse, O. and Jobin, T. 2012. Managing summer apple scab epidemics using leaf scab incidence threshold values for fungicide sprays. Crop Protection. (35): 36–40.

Croxall, H. E., Gwynne, D. C. and Jenkins, J. E. E. 1952a. The rapid assessment of apple scab fungus on leaves. Plant Pathology. (1): 39–41.

Fernández-Ortuño, D., Loza-Reyes, E., Atkins, S. L. and Fraaije, B. A., 2010. The CYP51C gene, a reliable marker to resolve interspecific phylogenetic relationships within the Fusarium species complex and a novel target for species-specific PCR. International Journal of Food Microbiology. (144): 301 -309.

Gadoury, D. M., MacHardy, W. E. and Rosenberger, D. A. 1989. Integration of pesticide application schedules for disease and insect control in apple orchards of the northeastern United States. Plant Disease. (73): 98–105.

Holb, I. J. 2008. Timing of first and final sprays against apple scab combined with leaf removal and pruning in organic apple production. Crop Protection. (27): 814–822.

Henríquez, S., Sarmiento, V. and Alarcón, C. 2011. Sensitivity of Chilean isolates *Venturia inaequalis* to difenoconazole, fenarimol, mancozeb and pyrimethanil. Chilean Journal Agriculture Research 71: 39-44. 11.

Jamar, L., Lefrancq, B. and Lateur, M. 2007. Control of apple scab (*Venturia inaequalis*) with bicarbonate salts under controlled environment. Journal of Plant Diseases and Protection. (114): 221–227.

Balaz, J. and Knezevic, T. 2003. Efficiency of more recent fungicides in control of apple scab and powdery mildew. Pesticides. (18): 175-185.

Khabbaz Jolfaee, H. and Azimi, Sh. 2011. A Guidebook for Optimum Application of Licensed Pathogenicides in Iran (Scientific & Practical). Iranian Research Institute of Plant Protection press. Iran. 311pp.

Khabbaz Jolfaee, H., Azimi, H., Rabbani nasab, H. and keshavarzi, K. 2017a. Investigation on the efficacy of Luna Sensation® SC 500 fungicide against *Venturia inaequalis*, the pathogen of apple scab disease. Final report. Iranian Research Institute of Plant Protection Press. 20 pp. No, 51222. [In Persian with English summary]

Khabbaz jolfaee, H. Azimi, H., Rabbani nasab, H., and keshavarzi, K. 2017b. The management of apple scab disease. Iranian Research Institute of Plant Protection. Applied Instruction. 12pp. No. 51398. [In Persian]

Percival, G. C. and Haynes, I. 2009. The influence of calcium sprays to reduce fungicide inputs against apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Wint.). Arboriculture & Urban forestry. (35): 263-270.

Stević, M., Vukša, P. and Elezović, I. 2010. Resistance of *Venturia inaequalis* to demethylation inhibiting (DMI) fungicides. Zemdirbyste-Agriculture. (97): 65–72.

Szkolnik, M. and Gilpatrick, J. D. 1969. Apparent resistance of *Venturia inaequalis* to dodin in New York apple orchards. Plant disease Reporter. (53): 861-864.

Wood, P. N., Beresford, R. M. and taylor, T. J. 2008. Suppression of *Venturia inaequalis* (apple scab) ascospore production using autumn- applied fungicides. Horticultural Crops. (61): 54-58.

Investigation on the Efficacy of myclobutanil (Atis® WP 40%) against Apple Scab Disease with the agent *Venturia inaequalis*

Khabbaz Jolfaee H.[*1], Karbalaee khiavi, H., F.[2], Keshavarz, K.[3] and Ravanloo, A. A.[4]

1. Department of Plant Pathology, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Tehran, Iran. 2. Department of Plant Protection, Ardebil (Ardebil) Agricultural and Natural Resources Research center, Agricultural Research and Education Organization (AREO), Ardebil, Iran. 3. Department of Plant Protection, Kohgiluyeh and Boyerahmad Agricultural and Natural Resources Research center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Kohgiluyeh and Boyerahmad, Iran. 4. Department of Plant Protection, west Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research center, Agricultural Research and Education Organization (AREEO), Urmia, Iran.

Received: May, 5, 2020 Accepted: Jun, 7, 2020

Abstract

Apple scab disease is one of the most important diseases of apple worldwide. Due to its high injury levels use of chemical pesticides for its management is inevitable. In the present study, the efficacy of myclobutanil (Atis®) in comparison with common fungicides including Captan (Captan© WP 50%), Trifloxystrobin (Flint© WG 50%), Trifloxystrobin + Tebuconazole (Nativo© WG 50%), Trifloxystrobin + Fluopyram (Luna Sensation© 500SC) was evaluated against apple scab disease. The experiment was carried out in a Randomized Complete Block Design with 9 treatments and 4 replications in Kohgiloyeh and Boyerahmad (yasuj) and Ardabil (Ardabil) provinces. Treatments included 0.142, 0.228 and 0.314 ml L^{-1} of Atis®, 0.2 ml L^{-1} of Flint® , 0.2 ml L^{-1} of Nativo® , 0.4 ml L^{-1} of Luna Sensation®, 3 g L^{-1} of Captan®, and controls (without any spraying and with water spraying). Treatments were applied at three stages (silver tip stage which followed up at the end of flowering stage and 14 days after the 2nd spraying). The incidence, severity of the disease and mean comparisons were calculated and analyzed. Results show that fungicides treatments were significantly different from both control treatments. The results of the experiments in both locations show the efficacy of Atis at the rate of 0.314 and 0.228 ml L^{-1} in Yasuj was 97% and 88% and in Ardabil it was 62% and 55% respectively. Similarly, the efficacies of Luna Sensation at the rate of 0.4 ml L^{-1} and Nativo at the rate of 0.2 ml L^{-1} were 90% and 86% in Yasuj and 64% and 55% in Ardabil respectively. In conclusion, Atis at the rates of 0.314 and 0.228 ml L^{-1}, Luna Sensation at the rate of 0.4 ml L^{-1} and Nativo at the rate of 0.2 ml L^{-1} had the highest efficacy against the apple scab disease.

Keywords: Apple, Chemical control, Scab, Resistance.

* **Corresponding author:** Hossein Khabbaz Jolfaee, Email: hkh_jolfaee@yahoo.com