دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا: ۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال نهم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۸
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 9(1), 2020

Review Article

Scab diseases of apple and pear

LEILA EBRAHIMI✉
Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran

Received: 02.03.2020 Accepted: 10.08.2020
Ebrahimi L (2020) Scab diseases of apple and pear. Plant Pathology Science 9(1):57-67.
DOI: 10.2982/PPS.9.1.57

Abstract

Apple and pear scab diseases caused by *Venturia inaequalis* and *V. pyrina* are the most important economical diseases on these plants. These pathogens overwinter in the form of spherical pseudothecia on the remnants of infected leaves. However, in areas with mild winters, they remain as mycelium or conidia in buds and branches. Symptoms of the disease on the leaves are black spots with a velvety surface. In severe and early infections on fruits, deformity and cracks occur. Humidity and temperature are important and influential factors in the prevalence and severity of this disease. The disease will be severe in areas where the weather is cool and humid in spring and early summer. Symptoms of diseases, morphological characteristics of pathogens, disease cycles and disease management methods including resistant cultivars, horticultural sanitation, biological control, chemical control and their forecasting program are illustrated and discussed.

Keywords: Apple, Pear, Scab, Tebuconazole, *Trichoderma*, *Venturia*

✉ Le_ebrahimi@ut.ac.ir

مقاله مروری

بیماری‌های لکه سیاه سیب و گلابی

لیلا ابراهیمی✉
پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران

دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۱۲ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۵/۲۰

ابراهیمی ل (۱۳۹۸) بیماری‌های لکه سیاه سیب و گلابی. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۹(۱):۶۷-۵۷.
DOI:10.2982/PPS.9.1.57

چکیده

بیماری‌های لکه سیاه سیب و گلابی با عوامل *Venturia inaequalis* و *V. pyrina* مهم‌ترین بیماری قارچی این گیاهان به لحاظ اقتصادی هستند. این بیمارگرها به شکل سودوتسیوم‌های کروی شکل روی بقایای برگ‌های آلوده زمستانگذرانی می‌کنند. هر چند در مناطق با زمستان‌های معتدل، آنها به صورت میسلیوم یا کنیدیوم در جوانه‌ها و شاخه‌ها نیز باقی می‌ماند. نشانه‌های بیماری روی برگ‌ها به شکل لکه‌های سیاه رنگ با سطح مخملی می‌باشد. در آلودگی‌های شدید و زودهنگام روی میوه‌ها، بدشکلی و ترک‌هایی ایجاد می‌شود. رطوبت و دما از عوامل مهم و تاثیرگذار در شیوع و شدت این بیماری می‌باشند. به‌طوری‌که در مناطقی که فصل بهار و اوایل تابستان هوا خنک و مرطوب باشد، خسارت بیماری شدید خواهد بود. نشانه‌های بیماری‌ها، خصوصیات ریخت‌شناسی بیمارگرها، چرخه بیماری‌ها و روش‌های مدیریت بیماری‌ها شامل رقم‌های مقاوم، بهداشت باغی، مبارزه زیستی، مبارزه شیمیایی و برنامه پیش‌آگاهی آنها شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: سیب، گلابی، لکه‌سیاه، تبوکونازول، *Trichoderma*، *Venturia*

مقدمه

سیب و گلابی از تیره گلسرخیان (*Rosaceae*) از درختان میوه دارای اهمیت اقتصادی در کشور هستند که در مناطق دارای آب و هوای خنک، به‌طور وسیع کشت شده‌اند. در ایران نیز قرن‌هاست که رقمهای مختلف سیب و گلابی کشت می‌شود (Ashkan 2011). طبق آمارنامه محصولات باغبانی سال ۱۳۹۷، سطح زیر کشت سیب و گلابی در کشور به ترتیب ۲۴۵۲۷۲ و ۲۰۷۲۷ هکتار و میزان تولید این دو محصول ۲۹۴۴۱۰۱ و ۱۸۵۸۹۲ تن می‌باشد (Ahmadi et al. 2019). لکه سیاه سیب و گلابی به لحاظ اقتصادی از مهمترین بیماری‌های قارچی این درختان محسوب می‌شوند که سالانه خسارت زیادی را در مناطق مختلف دنیا به محصول وارد می‌کنند (Xu et al. 2008). خسارت بیماری تا ۷۰ درصد محصول گزارش شده است (Belete and Boyraz 2017).

۱-بیمارگرها

گونه‌های *Venturia* Sacc. اغلب بیمارگر درختان میوه و گیاهان زینتی هستند (Le Cam et al. 2002). گونه‌های مهم آن، *V. inaequalis* (Cooke) G.Winter (=*Spilocaea pomi* Fr.) و *V. pyrina* Aderh. (=*Fusicladium pyrorum* (Aderh.) Syd.) هستند که به‌ترتیب عامل بیماریهای لکه سیاه سیب و

✉ Le_ebrahimi@ut.ac.ir

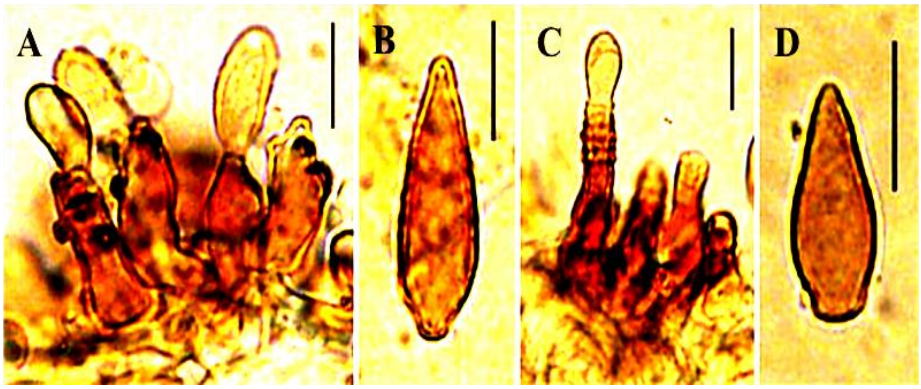
گلابی بوده، که در مناطقی که فصل بهار و اوایل تابستان هوا خنک و مرطوب باشد، خسارت این بیمارگرها شدید خواهد بود (Ashkan 2011, Ruszkiewicz-Michalska and Połeć 2006, Xu et al. 2008). اسفندیاری در سال ۱۳۲۵، این دو گونه را برای اولین بار از ایران گزارش کرده است (Ershad 2009).

جنس‌های *Fusicladium*،*Spilocaea* و *Pollaccia* شکل غیرجنسی شناخته شده گونه‌های جنس *Venturia* هستند (Schubert et al. 2003). تفکیک و تمایز این سه جنس بر اساس نحوه رشد سلول‌های کنیدیوم‌زا می‌باشد که جنس *Fusicladium* دارای سلول‌های کنیدیوم‌زای سیمپودیال است (شکل ۱-A)، جنس *Pollaccia* با داشتن سلول‌های کنیدیوم‌زایی با رشد محدود و یا دارای رشد متوالی و مونوبلاستیک (Monoblastic)، با تعداد نسبتاً کم حلقه از سایر جنس‌ها متمایز می‌شود. جنس *Spilocaea* نیز دارای سلول‌های کنیدی‌زایی با رشد متوالی و حلقه‌های متعدد(شکل ۱-C) است (Ruszkiewicz-Michalska and Połeć 2006).

اعضای تیره *Venturiaceae* سودوتسیوم‌های (Pseudothecia) کروی و یا آسکوستروما‌ی (Ascosteroma) چندحجره‌ای تولید می‌کنند. معمولاً اطراف روزنه را خارهای قهوه‌ای رنگ مشخصی احاطه می‌کند. آسکوسپورها دو سلولی بی‌رنگ و یا به رنگ‌های سبز زیتونی تا قهوه‌ای هستند و در بسیاری از گونه‌ها دو سلول آسکوسپور هم‌اندازه نیستند (شکل ۲).

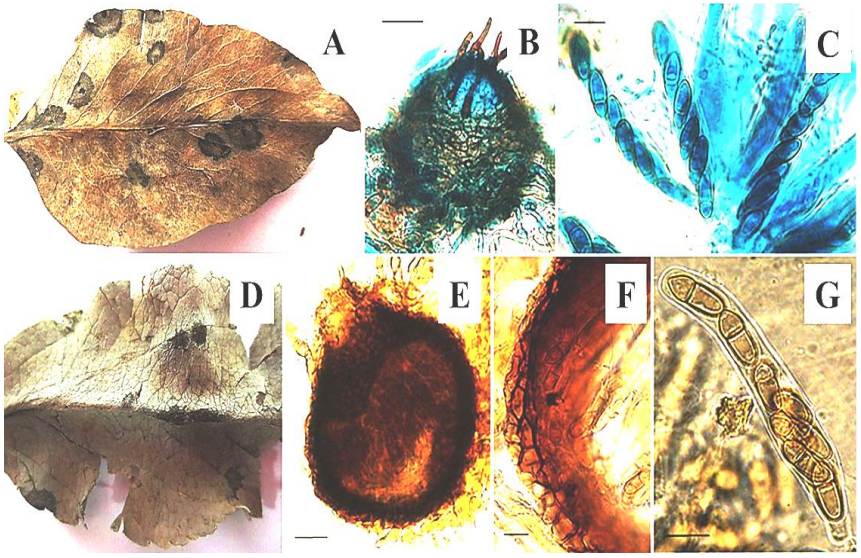
۲-اهمیت بیماری‌ها

لکه سیاه در بیشتر مناطق کشت سیب در کشور شیوع دارد. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al. 2016) با نمونه‌برداری از رقمهای مختلف سیب (سیب وحشی، رقمها مختلف سیب بومی ایران و رقمهای تجارتی) از ۱۸ استان کشور (استان‌های آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، اردبیل، اصفهان، البرز، تهران، زنجان، خراسان



شکل ۱. A- کنیدیوفور و سلول‌های کنیدیوم‌زای سیمپودیال و B- کنیدیوم در جنس *Fusicladium*، C- کنیدیوفور و سلول‌های کنیدیوم‌زای انلیدیک و D- کنیدیوم در جنس *Spilocaea*. مقیاس = ۱۰ میکرومتر. (اصلی)

Figure 1. A- Conidiophore and sympodial condiogenous cells, and B- conidia in *Fusicladium*, C- conidiophore and annelidic condiogenous cells, D- conidia in *Spilocaea*. Scale bars = 10 µm.



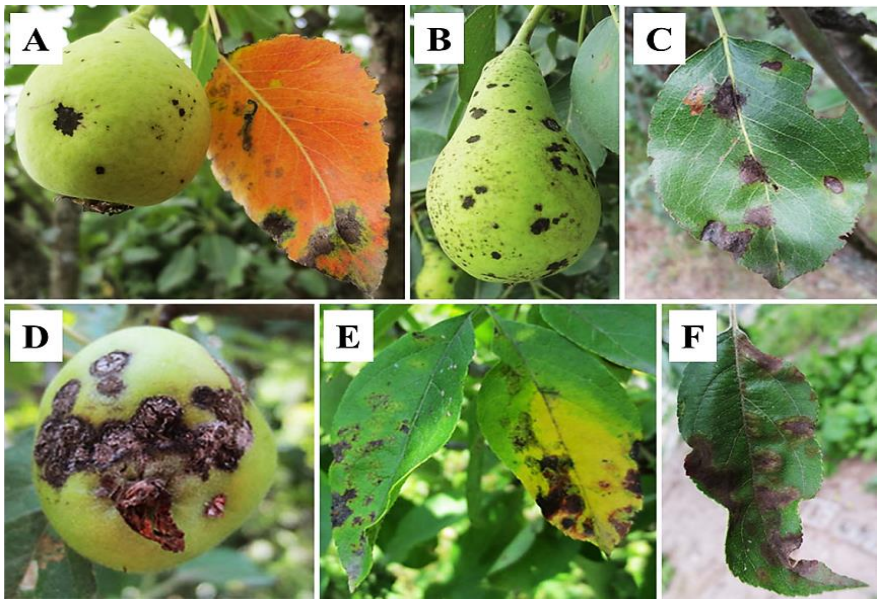
شکل ۲. A- اندام‌های باردهی در مرحله زمستان‌گذرانی *Venturia pyrina* (نمونه VP278) روی برگ‌های آلوده گلابی ریخته شده زیر درخت، B- سودوتسیوم تشکیل شده روی برگ گلابی، C- آسک‌ها و آسکوسپورهای لکه سیاه گلابی، D- مرحله زمستان‌گذرانی *Venturia inaequalis* (نمونه VI277) روی برگ‌های آلوده سیب ریخته شده زیر درخت، E- سودوتسیوم تشکیل شده روی برگ سیب، F- پریدیوم در سودوتسیوم قارچ لکه سیاه سیب، G- آسک و آسکوسپور در لکه سیاه سیب. مقیاس = ۱۰ میکرومتر. (اصلی)

Figure 2. A- Fruiting bodies in overwintering phase of *Venturia pyrina* (VP278) on pear infected leaves, B- pseudothecium formed on pear leaf, C- asci and ascospores of pear scab, D- overwinter phase of *Venturia inaequalis* (VI277) on apple infected leaves, E- pseudothecium formed on apple leaf, F- peridium of pseudothecium of apple scab, G- asci and ascospore of apple scab. Scale bars = 10 µm.

شمالی، خراسان رضوی، قزوین، گلستان، گیلان، کردستان، کرمانشاه، لرستان، مازندران، مرکزی، همدان) که دارای شرایط مساعد رشد (خنک و مرطوب) قارچ عامل بیماری لکه سیاه سیب هستند، نشان دادند که بیماری در این مناطق به‌طور گسترده‌ای شایع است و خسارت آن روی رقمهای حساس سیب از جمله رقم لبنانی قرمز (Red Delicious) و رقمهای بومی مثل سیب گلاب گاهی به صد در صد محصول نیز می‌رسد. لکه سیاه گلابی که در بعضی از کشورها «نقطه سیاه گلابی» نیز نامیده می‌شود، در کشورهای عضو اتحادیه اروپا بسیار شایع است. در ایران نیز مناطق انتشار این بیماری در استان‌های حاشیه دریای خزر، آذربایجان شرقی و غربی، البرز، باغ‌های واقع در کوهپایه‌های استان تهران، قزوین و خراسان می‌باشد (Ashkan 2011, Ebrahimi et al. 2018). همچنین، خسارت بیماری در سال‌هایی که بارندگی در فصل بهار زیاد باشد قابل توجه است (Ashkan 2011).

۳-نشانه‌های بیماری‌ها

در گونه‌های *V. pyrina* و *V. inaequalis*، آسکوسپور یا کنیدیوم پس از قرار گرفتن روی میزبان، جوانه زده و از طریق منافذ طبیعی و یا به‌طور مستقیم از کوتیکول وارد میزبان می‌شوند. میسلیوم در حد فاصل اپیدرم و کوتیکول توسعه می‌یابد. قبل از کنیدیزایی قارچ، محل آلودگی به صورت لکه‌های سبز روشن تا زرد رنگ دیده



شکل ۳. A-C- علائم بیماری لکه سیاه روی برگ و میوه گلابی و D-F- روی سیب (اصلی) .

Figure 2. A-C- Symptoms of black spot disease on leaf and fruit of pear, and D-F- on apple.

می‌شود. تشکیل کنیدیوم و کنیدیوفور در محل لکه‌ها، ظاهر مخملی قهوه‌ای تیره تا سیاه‌رنگی را ایجاد می‌کند. این قارچ بیمارگر تا قبل از تولید کنیدیوفور و کنیدیوم خسارت جدی به میزبان وارد نمی‌کند. با تولید کنیدیوم‌ها اپیدرم در اثر فشار وارده پاره شده و کنیدیوم‌ها آزاد شده و توسط باد و باران پراکنده می‌شوند (Jha et al. 2009). در آلودگی‌های شدید و زودهنگام روی میوه‌ها، بدشکلی و ترک‌هایی روی میوه ایجاد می‌شود (شکل ۳). در اثر این بیماری، روی شاخه‌ها هم تاول‌های قهوه‌ای روشن با حاشیه سفید رنگ تشکیل می‌شود و گاهی اوقات در اثر آلودگی‌های شدید پوست ناحیه آلوده شاخه کنده می‌شود (Jha et al.2009).

۴- چرخه بیماری‌ها

گونه‌های جنس *Venturia*، قارچ‌های همی‌بیوتروف (Hemibiotroph) هستند که به صورت آسکوکارپ (سودوتسیوم) های نابالغ در میوه‌ها و عمدتاً برگ‌های آلوده ریخته شده در پای درخت (شکل ۲) و نیز در شاخه‌ها به صورت فرم غیرجنسی (میسلیوم و کنیدیوم) زمستان‌گذرانی می‌کنند. در صورت وجود رطوبت مناسب در طی فصل رشد گیاه، آسک‌ها و آسکوسپورها در داخل سودوتسیوم‌ها تشکیل می‌شوند و اوایل فصل بهار آسکوسپورهای دو سلولی بالغ آزاد و توسط باد پراکنده شده و روی میزبان قرار می‌گیرند. دمای مناسب برای تشکیل سودوتسیوم‌ها و بلوغ آسکوسپورها به ترتیب ۸-۱۲ درجه سلسیوس و ۱۶-۱۸ درجه سلسیوس می‌باشد (Turechek 2004). آسکوسپورها در فصل بهار با بارش باران طی پنج تا نه هفته رها می‌شوند (Sandskar 2003). رها شدن آسکوسپورها اغلب با نور خورشید و در طول روز اتفاق می‌افتد. اسپورها توسط باد تا حدود ۲۰۰ متر از منبع می‌توانند پراکنده شوند (Turechek 2004). این اسپورها پس از قرار گرفتن روی سطح میزبان و تماس با کوتیکول، در صورت وجود دما و رطوبت مناسب (بالای ۹۵٪) جوانه زده و اپرسوریوم بوجود می‌آید و با تولید ماده موسیلاژی، اپرسوریوم روی کوتیکول ثابت و محکم می‌شود (MacHardy 1996).

قارچ می‌تواند با سوراخ کردن کوتیکول وارد بافت میزبان شود. میسلیوم قارچ بین کوتیکول و اپیدرم توسعه یافته و استرومای قارچی را بوجود می‌آورد و کنیدیوم‌زایی روی کنیدیوفورها شروع می‌شود (Park *et al.*2000). اولین علائم اغلب به صورت تغییر رنگ و یا لکه‌هایی روی برگ‌های کوچک می‌باشد که پس از مدتی توسط پوشش مخملی که در واقع کنیدیوفورها و کنیدیوم‌های قارچ هستند، پوشیده می‌شوند. کنیدیوم‌ها در طول فصل بوسیله باد و باران پراکنده شده و باعث آلودگی‌های ثانویه روی برگ‌ها، میوه‌ها و شاخه‌ها و گسترش بیماری می‌شوند؛ بنابراین، فرم غیرجنسی یک مرحله مهم در چرخه زندگی این قارچ است که مرتبط با بیماریزایی روی میزبان می‌باشد و برای تشخیص قارچ نیز حائز اهمیت است (Schubert et al.2003). در مناطق معتدل در طی فصل زمستان، قارچ قادر به زمستان‌گذرانی به صورت فرم غیرجنسی در محل زخم‌های روی شاخه‌ها و همچنین در جوانه‌ها می‌باشد (Boehm et al.2003). در شرایط آب و هوایی ایران زمستان‌گذرانی این قارچها به خصوص در مناطق سردسیر اغلب به شکل جنسی رخ می‌دهد. در مطالعه ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al. 2018)، نمونه‌بردای مرحله جنسی دو گونه *V. inaequalis* و *V. pyrin* از اواسط بهمن ماه تا اواسط اردیبهشت ماه در طی سالهای ۱۳۹۱ لغایت ۱۳۹۳ در دو استان آذربایجان شرقی و البرز انجام شد و مشاهده شد که بلوغ و آزادسازی آسکوسپورهای این قارچ از اواسط اردیبهشت ماه شروع می‌شود که در واقع زمان شروع بیماری می‌باشد. این بیماری به خصوص در مناطق با آب و هوای خنک و در سال‌هایی که بارندگی در فصل بهار و اوایل فصل تابستان زیاد باشد خسارت زیادی به بار می‌آورد.

۵- مدیریت بیماری‌ها

در مدیریت بیماری لکه سیاه، اختلال در چرخه بیماری به خصوص در مرحله آلودگی اولیه بسیار حائز اهمیت است (MacHardy et al. 2001). بدین منظور، روش جلوگیری از وقوع بیماری با کاهش تولید آسکوسپور در مرحله گندرویی قارچ می‌تواند در مدیریت بیماری موثر باشد. روش‌های جلوگیری از بیماری با روش‌های شیمیایی، زیستی و فیزیکی برای از بین بردن قارچ در بقایای گیاهی می‌تواند انجام شود (Belete and Boyraz 2017). از دیگر روش‌های مدیریت این بیماری، کشت رقمها مقاوم و همچنین استفاده از قارچ‌کش‌ها می‌باشد.

رقم‌های مقاوم: در مدیریت بیماری لکه سیاه، توسعه رقم‌ها مقاوم، موثرترین و کارآمدترین روش محسوب می‌شود. با این حال، حضور چندین نژاد از بیمارگرها می‌تواند این روش را با مشکل مواجه کند و در حقیقت گیاه مقاوم به یک نژاد ممکن است در مقابل نژاد دیگر حساس باشد؛ بنابراین با ظهور یک نژاد جدید، مقاومت میزبان شکسته می‌شود. به عنوان مثال، رقم سیب زرد لبنانی در اوایل قرن بیستم به عنوان یک رقم مقاوم به بیماری لکه سیاه معرفی شده بود، ولی در حال حاضر جزء رقم‌های حساس به شمار می‌رود (Gessler et al. 2006). مقاومت ژنتیکی به بیماری لکه سیاه سیب (مربوط به لوکوس Vf) در یک سیب وحشی گونه *Malus floribunda* 821 برای اولین بار، یافت شد (Gessler and Pertot 2012). در حال حاضر رقمهای با چندین ژن مقاومت غالب که بیشتر آن‌ها مرتبط با لوکوس Vf در ژنوم سیب هستند توسعه پیدا کرده‌اند و رقمها متنوعی با طیف وسیعی از حساسیت تا مقاومت نسبت به این بیماری وجود دارند. به عنوان مثال، در اروپا و نیوزیلند طبق برنامه‌های پرورش سیب، بیش از ۵۰ رقم مقاوم به بیماری لکه سیاه مثل رقمها Prima،

Redfree و Liberty توسعه پیدا کرده‌اند(Bowen et al. 2011, Benaouf and Parisi 2000, Shane 2016).

روش‌های باغی: احداث باغ در شیب‌های ملایم جنوبی، تنظیم فاصله کشت درختان و هرس صحیح درختان جهت تهویه مناسب می‌تواند در کاهش و حتی پیشگیری از شیوع بیماری موثر باشد. رعایت بهداشت باغ مثل جمع‌آوری بقایا (برگ‌ها)، سوزاندن یا دفن بقایا در زیر خاک و کاربرد اوره پنج درصد روی برگ‌های روی زمین برای کاهش آلودگی به بیماری لکه سیاه موثر و ضروری می‌باشد (Giraud et al. 2011). حذف برگ‌ها و اوره‌پاشی روی آن‌ها در طی ماه‌های آذر و اردیبهشت با از بین بردن برگ‌ها و جلوگیری از تشکیل سودوتسیوم‌های قارچ، بیماری را به ترتیب تا ۸۰-۹۰٪ و ۵۰-۶۶٪ کاهش می‌دهد (Sutton et al. 2000).

مهار زیستی: طی چند پژوهش، عوامل متعارض مختلفی برای مدیریت بیماری لکه سیاه شناسایی شده‌اند. به عنوان مثال، *Microsphaeropsis ochracea* که به‌طور طبیعی روی برگ‌های مرده رشد می‌کند به‌عنوان یک متعارض طبیعی *V. inaequalis* شناخته شده است به‌طوری‌که کاربرد آن در ماه‌های شهریور و مهر باعث کاهش ۹۵-۹۹٪ تولید آسکوسپور در فصل بهار سال بعد در مقایسه با تیمار شاهد شده است (Carisse and Rolland 2004). همچنین دو قارچ *Chaetomium globosum* و *Athelia bombacina* به عنوان عامل مهارزیستی *V. inaequalis* هستند که برای کاهش آلودگی‌های ثانویه بیماری (با کاهش اندازه و تعداد لکه‌ها، میزان کنیدیوم و جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها) موثر می‌باشند (MacHardy 1996). علاوه بر این عوامل، کرم‌های خاکی از جمله عوامل مهم مهار زیستی طبیعی برای حذف برگ‌های مرده در باغ‌های سیب در طی فصل زمستان و اول بهار هستند که می‌توانند تا ۹۰٪ برگ‌های پاییزی را از بین ببرند (Holb et al. 2006). مورسان (Muresan 2017) ۵۵ جدایه باکتری و ۶۰ جدایه قارچهای درون‌رست قابل کشت سیب را جداسازی و شناسایی کرد. از بین آنها، جدایه *Fusarium oxysporum* FRS09 با ۸۳ ٪ بازدارندگی از رشد قارچ عامل بیماری، بیشترین اثر تعارضی را نشان داد. دولکلدیوا و ببوشوا (Doolotkeldieva and Bobusheva 2017) پتانسیل مهار زیستی *Trichoderma viride* و *Streptomyces* sp. را علیه قارچ عامل بیماری لکه سیاه سیب در شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای مورد بررسی قرار دادند. قارچ *T. viride* در طی ۳۵ روز، بیماری را در برگ‌های نهال‌ها به‌طور کامل متوقف کرد و اثر بهتری را نسبت به *Streptomyces* sp. نشان داد.

مبارزه شیمیایی: در رقمهای تجارتی حساس سیب، مدیریت بیماری تنها با استفاده از قارچ‌کش‌ها انجام می‌شود. سمپاشی علیه این بیماری باید چندین بار انجام شود. سمپاشی در اوایل بهار برای پیشگیری از وقوع بیماری و در طی بهار و تابستان برای مهار آلودگی‌های ثانویه انجام می‌شود (Alaniz et al. 2014). کاربرد ترکیبات معدنی مثل سولفور، لایم سولفور و نمک‌های مس برای مدیریت بیماری و جلوگیری از آلودگی اولیه ضروری است (Daniels 2013). کارآیی قارچ‌کش مایکلوبوتانیل در مقایسه با قارچ‌کش‌های کاپتان، تری‌فلوکسی‌استروبین، تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول و تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام علیه بیماری لکه سیاه سیب در باغ‌های سیب استان‌های اردبیل، کهگیلویه و بویراحمد و آذربایجان غربی مورد بررسی قرار گرفت. در استان آذربایجان غربی به دلیل عدم وقوع بیماری در حد قابل ارزیابی، امکان ارزیابی بیماری نبود. در دو استان کهگیلویه و بویراحمد و اردبیل درصد وقوع بیماری و درصد شدت بیماری محاسبه شد. یافته‌ها نشان دادند در هر دو استان، قارچ‌کش‌های مایکلوبوتانیل در غلظتهای ۰/۳۱۴ در هزار و مایکلوبوتانیل ۰/۲۲۸

درهزار، تری‌فلوکسی‌استروبین + فلوپیرام ۰/۴ درهزار و تری‌فلوکسی‌استروبین + تبوکونازول ۰/۲ درهزار بهترین کارایی را در کاهش شدت بیماری داشتند. بنابراین بر اساس در دسترس بودن این سمها و میزان شدت بیماری می‌توان از آنها به صورت تناوبی در نوبت‌های مختلف سم‌پاشی از مرحله نوک نقره‌ای تا تورم جوانه‌های گل بوده و سمپاشی‌های بعدی در صورت نیاز، پس از ریزش گلبرگ‌ها برای مدیریت بیماری استفاده کرد (Khabaz Jolfaei et al. 2018).

پیش‌آگاهی: مطمئن‌ترین و موثرترین روش مدیریت بیماری لکه سیاه، جلوگیری از استقرار و انتقال عامل بیماری در باغ است. با توجه به اثرات زیست‌محیطی و اقتصادی کاربرد قارچ‌کش‌ها، توصیه می‌شود با توجه به روش پیش‌آگاهی از وقوع بیماری لکه سیاه که بر اساس جدول میلز (با برآورد زمان وقوع بیماری، دوره نهفتگی بیماری از وقوع عفونت تا بروز لکه و تشکیل کنیدی و شدت آلودگی با توجه به تعداد ساعت‌های خیس بودن برگ‌ها در درجه حرارت‌های مختلف)، توالی، تکرار و مدت بارندگی‌های بهاره و شرایط اقلیمی منطقه می‌باشد، اقدام به سمپاشی شود (Singh et al. 2016). در سال‌های اخیر، با استفاده از دستگاه‌های الکترونیکی و نرم‌افزارهای مخصوص از جمله نرم‌افزار Field Climate با تعیین دوره خروج آسکوسپورها از سودوتسیوم‌ها، طول دوره خیس بودن اندام‌های درخت و دمای باغ به کمک جدول میلز، زمان وقوع عفونت مشخص و سمپاشی درختان به هنگام ضرورت شروع می‌شود (Singh 2019, Chatzidimopoulos et al. 2020). در واقع، با پیش‌آگاهی بیماری، سمپاشی در زمان دقیق انجام می‌شود و این امر از مصرف بی‌رویه سموم جلوگیری کرده و در زمان صحیح، بیماری را به‌طور موثری مهار می‌کند.

نتیجه‌گیری

بیماری لکه سیاه روی سیب و گلابی، به ترتیب با عامل *Venturia inaequalis* و *V. pyrina* مهم‌ترین بیماری قارچی به لحاظ اقتصادی محسوب می‌شود. این بیماری‌ها سالانه باعث اپیدمی‌هایی در نقاط مختلف دنیا به خصوص در مناطقی که فصل بهار و اوایل تابستان هوا خنک و مرطوب باشد، می‌شود. رطوبت و دما از عوامل مهم و تاثیرگذار در شیوع و شدت این بیماری‌ها می‌باشند. به همین دلیل، پیش‌آگاهی بیماری بر اساس رطوبت و تعداد ساعت‌های خیس بودن برگ‌ها در درجه حرارت‌های مختلف، توالی، تکرار و مدت بارندگی‌های بهاره و شرایط اقلیمی منطقه، در مدیریت بیماری مهم و موثر می‌باشد. در واقع، با پیش‌آگاهی بیماری، سمپاشی در زمان دقیق انجام می‌شود و این امر از مصرف بی‌رویه سموم جلوگیری کرده و در زمان صحیح، بیماری را مهار می‌کند. بنابراین مدیریت تلفیقی این بیماری با کاربرد تلفیقی رقمها مقاوم، بهداشت باغی، پیش‌آگاهی، کاربرد مواد شیمیایی و روش‌های زیستی پیشنهاد می‌شود.

منابع

References

1. Ahmadi K, Ebadzadeh H, Hatami F, Hossaeinpour R, Abdshah H (2019) Agricultural Statistics of 2018, Volume 3: Horticultural Products. Ministry of Agriculture, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. Tehran, Iran. (In Persian).
2. Alaniz S, Leoni C, Bentancur O, Mondino P (2014) Elimination of summer fungicide sprays for apple scab (*Venturia inaequalis*) management in Uruguay. Scientia Horticulturae 165:331-335.

3. Ashkan SM (2011) A Textbook of Fruit Crops Diseases in Iran. Aeeizh, Tehran, Iran, 472p. (In Persian).

4. Belete T, Boyraz N (2017) Critical review on apple scab (*Venturia inaequalis*) biology, epidemiology, economic importance, management and defense mechanisms to the causal agent. Journal of Plant Physiology and Pathology 5:2.

5. Benaouf G, Parisi L (2000) Genetics of the host-pathogen relationship between *Venturia inaequalis* races 6 and 7 and *Malus* species. Phytopathology 90:236-242.

6. Boehm EWA, Freeman S, Shabi E, Michailides TJ (2003) Microsatellite primers indicate the presence of asexual populations of *Venturia inaequalis* in coastal Israeli apple orchards. Phytoparasitica 31:236-251.

7. Bowen JK, Mesarich CH, Bus VGM, Beresford RM, Plummer KM, Templeton MD (2011) *Venturia inaequalis*: the causal agent of apple scab. Molecular Plant Pathology 12:105-122.

8. Carisse O, Rolland D (2004) Effect of timing of application of the biological control agent *Microsphaeropsis ochracea* on the production and ejection pattern of ascospores by *Venturia inaequalis*. Phytopathology 94:1305-1314.

9. Chatzidimopoulos M, Lioliopoulou F, Sotiropoulos T, Vellios E (2020) Efficient control of apple scab with targeted spray applications. Agronomy 10:217.

10. Daniels B (2013) Response of apple (Malus×domestica) to *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab: a real-time PCR and proteomics study. Ph.D. thesis. Catholic University of Leuven. Belgium, 199p.

11. Doolotkeldieva T, Bobusheva S (2017) Scab disease caused by *Venturia inaequalis* on apple trees in Kyrgyzstan and biological agents to control this disease. Advances in Microbiology 7:450-466.

12. Ebrahimi L, Fotouhifar KB, Javan Nikkhah M, Naghavi MR (2018) Study on sexual fertility of *Venturia inaequalis* and *Venturia pyrina* in vitro. Journal of plant protection, 32:307-314. (In Persian).

13. Ebrahimi L, Fotohifar KB, Javan Nikkhah M, Naghavi MR, Baisakh N (2016) Population genetic structure of apple scab (*Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter) in Iran. PLoS ONE 11:e0160737.

14. Ershad D (2009) Fungi of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran. 546p.

15. Gessler C, Patocchi A, Sansavini S, Tartarini S, Gianfranceschi L (2006) *Venturia inaequalis* Resistance in Apple. Critical Reviews in Plant Sciences 25:473-503.

16. Gessler C, Pertot I (2012) Vf scab resistance of *Malus*. Trees 26:95-108.

17. Giraud DD, Elkins RB, Gubler WD (2011) Apple and pear scab. Plant Pathology. University of California. Statewide Integrated Pest Management. Program Agriculture and Natural Resources.

18. Holb IJ, Heijne B, Jeder M (2006) Effects of integrated control measures on earthworms, leaf litter and *Venturia inaequalis* infection in two European apple orchards. Agriculture, Ecosystems and Environment 114:287-295.

19. Jamar L (2011) Innovative strategies for the control of apple scab (*Venturia inaequalis* [Cke.] Wint.) in organic apple production. Ph.D. thesis, University of Liege-Gembloux Agro-Bio Tech, Belgium.

20. Jha G, Thakur K, Thakur P (2009) The *Venturia* apple pathosystem: pathogenicity mechanisms and plant defense responses. Journal of Biomedicine and Biotechnology. https://doi.org/10.1155/2009/680160.

21. Khabaz Jolfaei H, Keshavarz K, Karbalaei Khiavi H, Ravanlou A, Ganji R, Ramezani H, Seyedi A (2018) Investigation on the efficacy of Atis® WP 40% fungicide against *Venturia inaequalis* the pathogen of apple scab disease. Iranian Research Institude of Plant Protection, Tehran, Iran. 15p.

22. Le Cam B, Parisi L, Arene L (2002) Evidence of two formae speciales in *Venturia inaequalis*, responsible for apple and pyracantha scab. Phytopathology 92:314-320.

23. MacHardy W, Gadoury D, Gessler C (2001) Parasitic and Biological Fitness of *Venturia inaequalis*: Relationship to Disease Management Strategies. Plant Disease 85:1036-1051.

24. MacHardy WE (1996) Apple Scab: Biology, epidemiology, and management. American Phytopathological Society Press.

25. Muresan LE (2017) Cultivable bacterial and fungal endophytes from apple tissues and their potential for biological control of *Venturia inaequalis*. M.Sc. thesis. Environmental Sciences, University of Guelph, Canada.

26. Park P, Ishii H, Adachi Y, Kanematsu S, Ieki H, Umemoto S (2000) Infection behavior of *Venturia nashicola*, the cause of scab on Asian Pears. Phytopathology 90:1209-1216.

27. Rossman AY, Crous PW, Hyde KD, … (2015) Recommended names for pleomorphic genera in Dothideomycetes. IMA Fungus 6:507-523.

28. Ruszkiewicz-Michalska M, Połeć E (2006) The genus *Fusicladium* (Hyphomycetes) in Poland. Acta Mycologica 41:285-298.

29. Sandskar B (2003) Apple scab (*Venturia inaequalis*) and pests in organic orchards. Ph.D. Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 39p.

30. Schubert K, Ritschel A, Braun U (2003) A monograph of *Fusicladium* s. lat. (Hyphomycetes). Schlechtendalia 9:1-132.

31. Shane B (2016) Apple varieties with significant scab resistance, Michigan State University Extension.

32. Singh KP, Kumar J, Singh A, Prasad RK, Singh RP, Prasad D (2016) Maturation, ascospores discharge pattern and relevance of Mills criteria for predicting apple scab infection period in India. Plant Pathology Journal 15:108-123.

33. Singh KP (2019) Aerobiology, epidemiology and management strategies in apple scab: science and its applications. Indian Phytopathology 72:1-28.

34. Sivanesan A (1984) The bitunicate Ascomycetes and their anamorphs. Strauss and Cramer GmbH, Hirschberg, Germany. 701p.

35. Sutton DK, MacHardy WE, Lord WG (2000) Effects of shredding or treating apple leaf litter with urea on ascospore dose of *Venturia inaequalis* and disease buildup. Plant Disease 84:1319-1326.

36. Turechek WW (2004) Apple diseases and their management: Diseases of fruits and vegetables. Diagnosis and management. (1st edtn), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

37. Xu X, Roberts T, Barbara D, Harvey NG, Gao L, Sargent DJ (2008) A genetic linkage map of *Venturia inaequalis*, the causal agent of apple scab. BMC Research Notes 2:163.

38. Zhang Y, Crous PW, Schoch CL, Bahkali AH, Gao L, Hyde KD (2011) A molecular, morphological and ecological re-appraisal of *Venturiales*-a new order of *Dothideomycetes*. Fungal Diversity 51:249-277.