



Review of Shot-Hole Disease of Stone-Fruit Trees

ABDOLLAH AHMADPOUR

Higher Education Center Shahid Bakeri Miyandoab, Urmia University, Urmia, Iran
(a.ahmadpour@urmia.ac.ir)

Received: 20.11.2017

Accepted: 09.06.2018

Ahmadpour A. 2018. Review of shot-hole disease of stone-fruit trees. *Plant Pathology Science* 7(2):1-13. DOI: 10.2982/PPS.7.2.1

Abstract: Shot-hole caused by *Stigmina carpophila*, is an important disease of stone fruit trees worldwide including Iran. The pathogen produces sporodochia bearing sympodial conidiophores, bearing conidia which have often 3-5 cells. Pathogen has wide host range and can infect almost all species of the genus *Prunus*. The pathogen overwinters as mycelium in twig cankers and blighted buds or in it is associated with dormant buds. Temperature and duration of wetness are important factors on disease incidence and its severity. The pathogen penetrates the plant indirectly through stomata or directly with its appressoria. Because of the importance of shot hole disease in Iran, symptoms, morphological characteristics of the pathogen, epidemiological factors and methods of disease management are discussed in this review.

Key words: Cherry, Peach, Plum, *Stigmina*

مروری بر بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار

عبداله احمدپور ✉

مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه

پذیرش: ۱۳۹۷/۰۳/۱۹

دریافت: ۱۳۹۶/۰۸/۲۹

احمدپور ا. ۱۳۹۷. مروری بر بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی*

DOI: 10.2982/PPS.7.2.1. ۱-۱۳(۲)۷

چکیده: لکه غربالی ناشی از *Stigmina carpophila* یک بیماری مهم درختان میوه هسته‌دار در ایران و جهان است. بیمارگر اسپورودوکومیومهای با کنیدیوم‌برهای سمپودیال و کنیدیوم‌های ۳-۵ سلولی تولید می‌کند و دامنه‌ی میزبانی وسیعی دارد و تقریباً به تمام گونه‌های درختان میوه هسته‌دار حمله می‌کند. بیمارگر به صورت میسلیم در شاخه‌ها یا به شکل کنیدیومها در جوانه‌ها، زمستانگذرانی می‌کند. رطوبت و دما نقش مهمی در شیوع و شدت بیماری دارند. قارچ به بافت‌های گیاهی به صورت مستقیم با کمک چنگک و یا غیرمستقیم از طریق روزنه‌ها نفوذ می‌کند. بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار در ایران اهمیت زیادی دارد، بنابراین در این مقاله نشانه‌ها، مشخصات عامل، نحوه‌ی شیوع و روشهای مدیریت بیماری شرح داده شده‌اند.

واژه‌های کلیدی: گیلاس، هلو، آلو، *Stigmina*

مقدمه

کشت درختان میوه هسته‌دار در نقاط مختلف ایران بخش مهمی از فعالیت‌های باغبانی کشور را به خود اختصاص داده است و هر سال انواع میوه‌ها یا فرآورده‌های آن‌ها به مصارف داخل کشور و یا به کشورهای خارجی صادر می‌شود. زیستگاه اصلی برخی گونه‌های درختان میوه هسته‌دار مانند هلو و بادام ایران است (رادنیا ۱۳۷۵). آمار دقیقی از تعداد گونه‌های درختان میوه هسته‌دار اهلی یا وحشی در ایران وجود ندارد. با این حال، زیرجنس‌هایی از قبیل بادام، گیلان و گوجه به ترتیب دارای بیش از ۱۹، ۱۳ و ۱۵ گونه هستند که در نقاط مختلف کشور به ویژه در ارتفاعات و کوهستان‌ها انتشار دارند (قهرمان ۱۳۷۲). طبق آمار منتشر شده از طرف سازمان خوار و بار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۴ میلادی، ایران از نظر میزان تولید اغلب گونه‌های ف درختان میوه هسته‌دار در بین پنج کشور عمده تولید کننده جهان قرار دارد. بی‌شک یکی از مهمترین عواملی که می‌تواند در کاهش عملکرد گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار تأثیرگذار باشد، شیوع بیماری‌های قارچی متنوعی است که اندام‌های مختلف آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و باعث کاهش کمی و کیفی این گیاهان می‌گردند. در این میان بیماری لکه غربالی (Shot hole) درختان میوه هسته‌دار یکی از مهمترین عواملی است که خسارت قابل ملاحظه‌ای به درختان میوه هسته‌دار وارد می‌کند. این بیماری در اغلب مناطق جهان گزارش شده (Ogawa *et al.* 1995, Grantina-Ievina and Stanke Ivanová *et al.* 2012, Ogawa *et al.* 1995). میزان هزینه‌ای که هر ساله جهت مبارزه با این بیماری در ایالت کالیفرنیا آمریکا صرف می‌شود، معادل ۱۵-۵ میلیون دلار برآورد شده است (Shaw *et al.* 1990). بیماری در سال‌های اخیر نیز در برخی از مناطق ایران از جمله آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی و خراسان شدت یافته است (یوسفی و همکاران ۱۳۸۹ الف و ب، احمدپور و همکاران ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰) و با توجه به امکان خسارت زیاد بیماری در شرایط آب و هوایی این مناطق کشور، در این مقاله به مشخصات ریختی بیمارگر، نحوه‌ی آلودگی و شیوع بیماری و روش‌های مدیریتی بیماری شرح داده شده است.

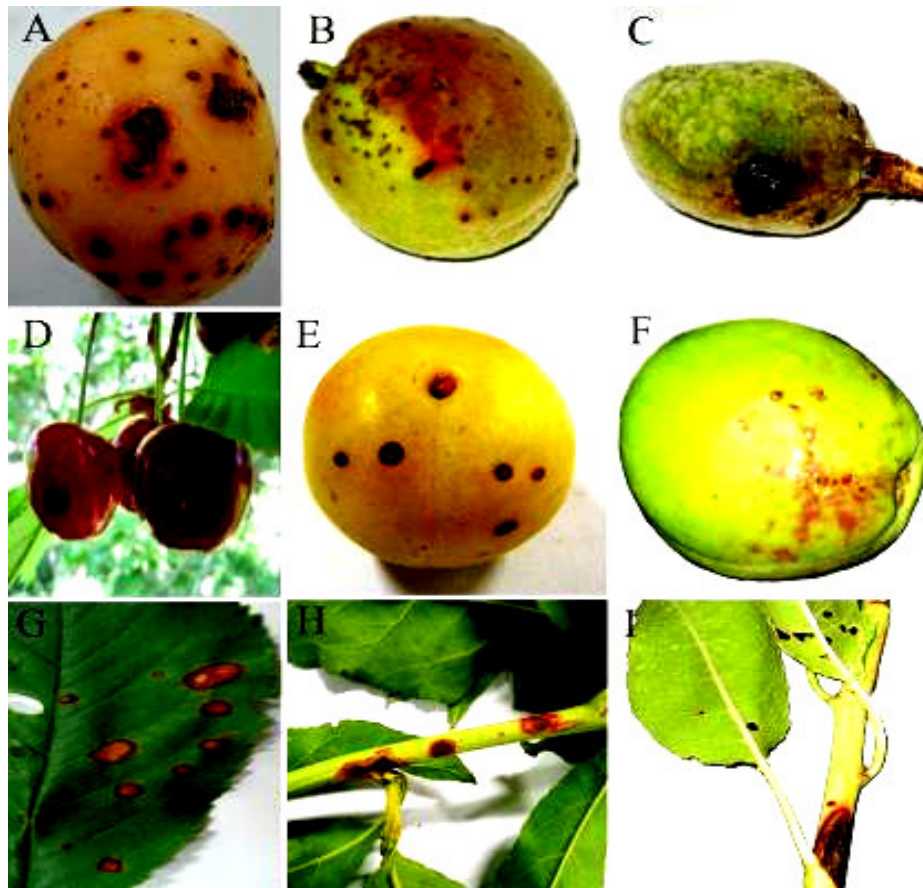
-۱ اهمیت بیماری

بیماری لکه غربالی یکی از مهمترین و خسارت‌زاترین بیماری‌های درختان میوه هسته‌دار در اغلب مناطق جهان است. بیماری لکه غربالی نخستین بار از فرانسه در سال ۱۸۴۳ میلادی توسط لویله (Léveillé) گزارش

شده است. سپس از سایر مناطق جهان گزارش شده است. اپیدمی شدید بیماری در ایالت کالیفرنیا آمریکا معمولاً روی درختان بادام در اوایل بهار رخ می‌دهد. هزینه مبارزه این بیماری در ایالت کالیفرنیا آمریکا با سه بار کاربرد قارچ کش‌ها در سطح ۱۷۲۰۰۰ هکتار بر روی بادام بین ۵-۱۵ میلیون دلار در سال برآورد شده است (Ogawa *et al.* 1995). اسفندیاری در سال ۱۳۲۵ این بیماری را از مازندران، گیلان، گرگان و آذربایجان گزارش کرده است. تاکنون این بیماری روی درختان زردآلو، گیلان، آلبالو، گوجه، هلو، شلیل و بادام دیده شده است و خسارت عمده‌ی آن بیشتر متوجه درختان زردآلو می‌باشد و شدت بیماری در استان‌های آذربایجان غربی و شرقی و خراسان به ویژه در باغ‌های قدیمی زیاد می‌باشد (یوسفی و همکاران ۱۳۸۹ الف و ب، احمدپور و همکاران ۱۳۸۸ و ۱۳۹۰، Yousefi and Hajian Shahri 2014).

۲- نشانه‌های بیماری

زردآلو، هلو، شلیل، گیلان، بادام، آلو و آلبالو از میزبان‌های مهم بیماری لکه غربالی هستند. سرشاخه‌ها، گل‌ها، برگ‌ها، میوه‌ها و جوانه‌های درختان فوق مورد حمله‌ی قارچ عامل بیماری قرار می‌گیرند. نوع اندام‌های مورد حمله و نشانه‌های آن‌ها روی میزبان‌های مختلف متفاوت می‌باشد (شکل ۱). بیشترین خسارت در زردآلو به میوه‌ها و جوانه‌ها، در هلو به سرشاخه‌ها و جوانه‌ها و در بادام به برگ‌ها وارد می‌شود (Ogawa *et al.* 1995). سوراخ سوراخ شدن برگ‌ها و بروز حالت غربالی مشخص‌ترین نشانه‌های بیماری می‌باشد. تقریباً میوه‌های همه گونه‌های مختلف هسته‌دار توسط عامل بیماری آلوده می‌شوند (Ogawa *et al.* 1995). روی میوه‌ها، لکه‌ها ارغوانی کوچک تشکیل می‌شوند که بعداً به رنگ قهوه‌ای به قطر ۱۰-۳ میلی‌متر در می‌آیند. در برخی موارد از زخم‌ها صمغ ترشح می‌شود (شکل ۱A-F). نشانه‌های بیماری لکه غربالی روی سرشاخه‌ها اکثراً به صورت زخم و ترک خوردگی ظاهر می‌شوند. معمولاً اندازه‌ی زخم‌ها روی سرشاخه‌ها ۱۰-۳ میلی‌متر است که اسپورودوکیوم‌ها در وسط آن‌ها تشکیل می‌شوند. این حالت بیشتر در هلو و شلیل دیده می‌شود و در بادام و زردآلو نادر است (شکل ۱H-I). در طول ماه‌های مرطوب زمستان، عامل بیماری جوانه‌ها را آلوده می‌کند و آن‌ها را می‌کشد. گاهی اوقات از جوانه‌های مرده صمغ ترشح می‌شود که ظاهری براق دارند. آلودگی شکوفه‌ها روی گونه‌های مختلف هسته‌دار به جز بادام دیده نمی‌شود (شکل ۱) (Ogawa *et al.* 1995).



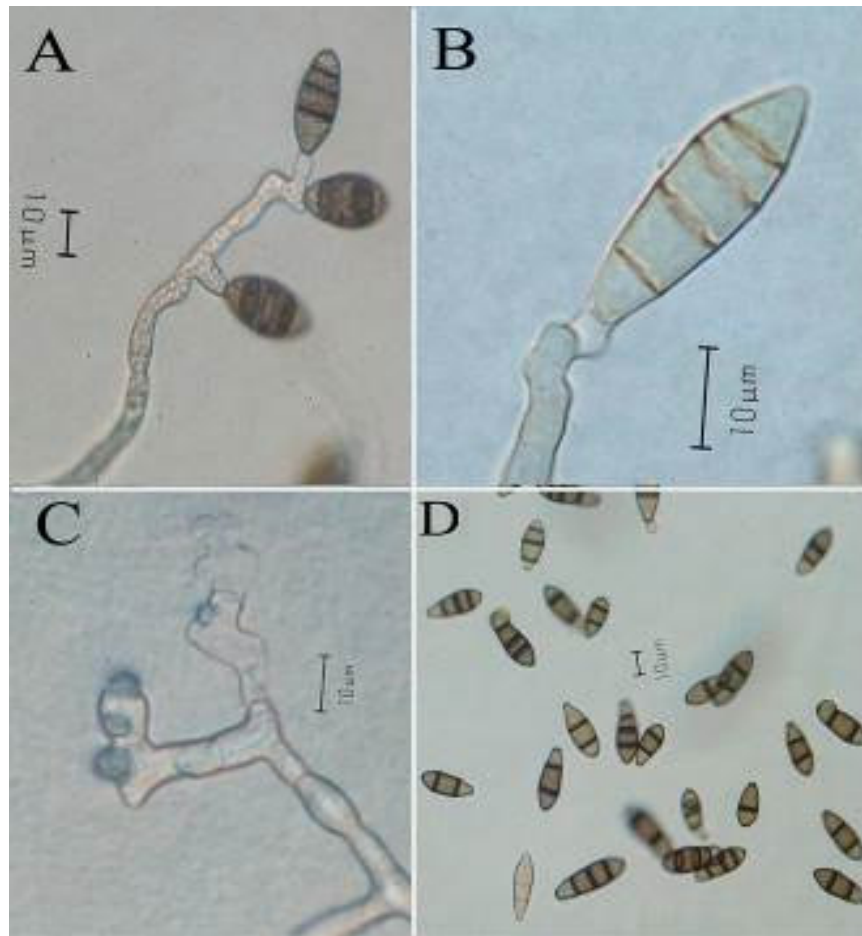
شکل ۱- نشانه‌های بیماری لکه غربالی روی میوه‌ها، برگ‌ها و سرشاخه‌های گونه‌های مختلف هسته‌دار: (A) میوه زردآلو (B) میوه هلو، (C) میوه بادام، (D) میوه گیلاس، (E) میوه آلوچه، (F) میوه شلیل، (G) برگ گیلاس، (H) سرشاخه هلو، (I) سرشاخه بادام.

Figure 1. Symptoms of shot hole disease on *Prunus* spp. fruits, leaves and twigs: (A) Apricot fruit, (B) Peach fruit, (C) Almond fruit, (D) Cherry fruit, (E) Plum fruit, (F) Nectarine fruit, (G) Cherry leaf, (H) Peach twig, (I) Almond twig.

۳- عامل بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار

عامل بیماری *Stigmina carpophila* (Lév.) M.B. Ellis از تیره‌ی *Mycosphaerellaceae* راسته *Capnodiales*، رده *Dothideomycetes*، زیرشاخه *Pezizomycotina*، شاخه *Ascomycota* است. پرگنه‌ی قارچ روی محیط PDA و شرایط تاریکی به رنگ زیتونی روشن تا تیره بوده و در حاشیه به رنگ کرمی تا سفید دیده می‌شود. اسپورودوکیوم‌ها به صورت نقاط قهوه‌ای کمرنگ تا تیره، منفرد و یا مجتمع و به ابعاد $37-82 \mu m$ به فراوانی تشکیل می‌شوند. اسپورودوکیوم‌ها حاوی کنیدیومبرهایی با رشد سمپودیال،

کمرنگ تا قهوه‌ای کمرنگ و به ابعاد $5-10 \mu\text{m} \times 12/5-50$ و به ندرت با طول بیشتر از $50 \mu\text{m}$ می‌باشند. کنیدیومبرها دارای ۱-۳ خمیدگی زانویی (geniculate) بوده و زخم‌ها (scars) روی آن‌ها واضح تا ناواضح می‌باشند (شکل ۲A-C). کنیدیومها دارای دیواره‌ی ضخیم بوده و سطحی صاف دارند. کنیدیومها دوکی شکل بوده و به صورت منفرد در بخش انتهایی کنیدیومبرها تشکیل می‌شوند (شکل ۲). در مواردی کنیدی‌ها به اشکال بیضوی یا گریزی هم دیده می‌شوند. سلول‌های انتهایی کنیدیومها دارای نوک گرد یا تیز



شکل ۲- *Stigmata carpophila*: (A-B) کنیدیوفور سمپودیال، (C) زخم‌های روی کنیدیوفور، (D) کنیدیوم‌های ۳-۵ سلولی (بار = ۱۰ میکرومتر).

Figure 2. *Stigmata carpophila*: (A-B) Sympodial conidiophore, (C) Scars on conidiophores, (D) Conidia 3-5 cells (Bar= 10 μm).

بوده و سلول‌های پایینی در قاعده تخت (*truncate*) می‌باشند. کنیدی‌ها ۵-۳ سلولی (گاها ۹-۱ سلولی) بوده، ابعاد آن‌ها $15-7/5 \mu\text{m} \times 67/5-20$ است و در بخش پایه عرض آن‌ها $5-2/5 \mu\text{m}$ می‌باشد. کنیدی‌ها کم‌رنگ تا قهوه‌ای کم‌رنگ یا تیره بوده و به ندرت دارای ۲-۱ دیواره عرضی مورب (*oblique*) هستند (شکل ۲) (احمدپور و همکاران ۱۳۸۸، Ahmadpour *et al.* 2009).

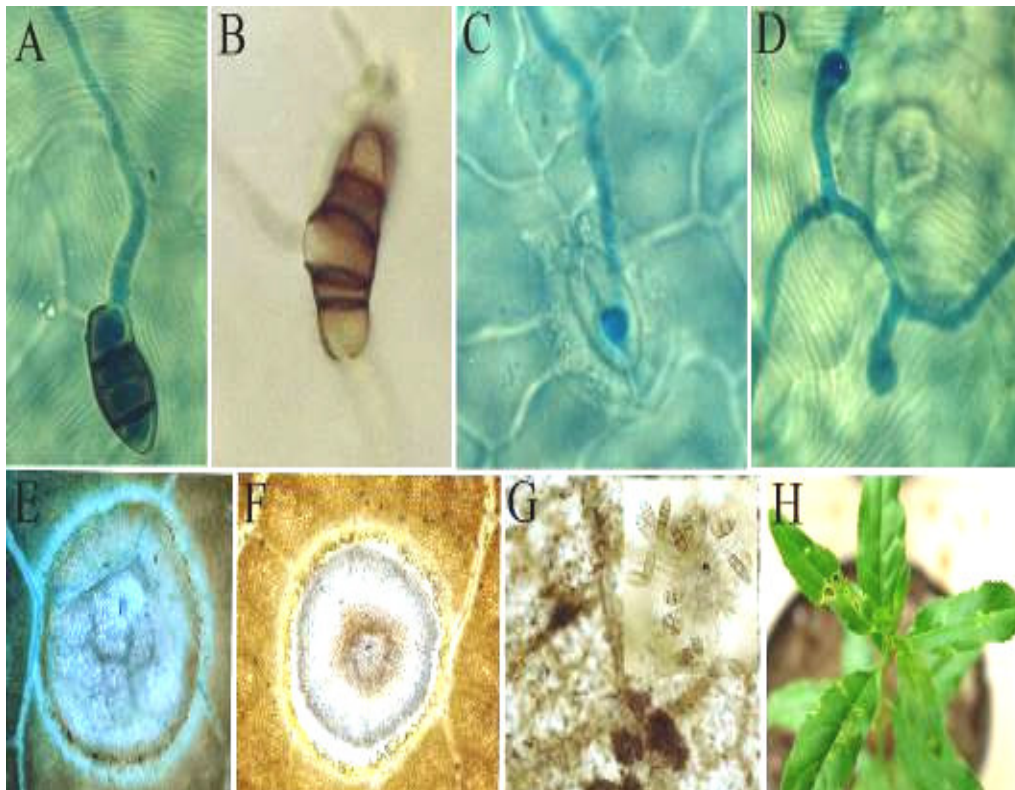
۴- چرخه‌ی بیماری و اپیدمیولوژی لکه غربالی

عامل بیماری لکه غربالی به صورت میسلیم در زخم شاخه‌ها یا جوانه‌های سوخته و به صورت کنیدیومها در جوانه‌های در حال خواب بقا می‌یابد (Ogawa *et al.* 1995, Yousefi and Ivanová *et al.* 2012, Hajian Shahri 2014). کنیدیومها به آسانی توسط جریانات باد پراکنده نمی‌شوند. قطرات آب نقش مهمی در پخش کنیدی‌ها و انتشار بیماری دارد. ظهور نشانه‌های بیماری بر حسب دما و نوع اندام مورد حمله، ۱۴-۵ روز طول می‌کشد. رشدی در دماهای بالاتر از 30°C و پایین‌تر از 5°C مشاهده نمی‌شود (Ogawa *et al.* 1995). نور نقش مهمی در هاگ‌زایی قارچ بازی می‌کند (Teviotdale *et al.* 1997). تعداد زخم‌ها در نهال-های بادام موقعی که دما از 8°C به 22°C افزایش می‌یابد، در طول دوره‌ی رطوبتی بیش از ۱۲ ساعت، بیشتر می‌شوند. همچنین بر اساس طول مدت رطوبت و دما یک مدل پیش‌آگاهی بیماری ابداع شده است (Shaw *et al.* 1990). بررسی تأثیر دما و رطوبت نسبی در توسعه بیماری روی درختان هلو و گیلان نیز نتایج مشابهی به همراه داشته است (Grove 2002). قطرات باران در جدا شدن کنیدیومها از جوانه‌ها و پخش و انتشار آن‌ها به اندام‌های دیگر درختان و همچنین آلودگی اندام‌های گیاهی نقش اساسی دارد (Highberg and Ogawa 1986b).

۵- نحوه‌ی جوانه‌زنی کنیدیوم، نفوذ، آلودگی و گسترش بیماری در بافت گیاه

کنیدیومها در مدت چهار ساعت رطوبت، از یک یا تعداد بیشتری از سلول‌ها جوانه می‌زنند و لوله تندش لایه‌های دیواره‌ی خارجی آن‌ها را پاره می‌کند. در شرایط مرطوب، لوله‌های تندش در عرض هشت ساعت دیواره‌دار می‌شوند و انتهای آن‌ها تورم پیدا کرده و تشکیل چنگک می‌دهند (شکل ۳A-C). نفوذ در بافت‌های سالم برگ‌ها به طور غیرمستقیم از طریق روزنه‌ها نیز انجام می‌گیرد (شکل ۳C) (Adaskaveg *et al.* 1990, Adaskaveg 1995). زخم‌های تشکیل شده در برگ‌ها در دمای 22°C از بافت‌های سالم جدا شده و ظاهری

غربال مانند در برگ‌ها مشاهده می‌شوند (شکل ۳H). اطراف زخم‌ها لایه‌ی سوپرین-لینگین تشکیل می‌شود که این لایه فاقد فضاهاى بین‌سلولی می‌باشد (شکل ۳E-F). اسپورودوکیوم‌ها بعد از ۱۵ روز در دمای 22°C روی زخم‌های باقیمانده در برگ‌ها و یا ریزش کرده تشکیل می‌شوند (شکل ۳G). در نهایت کنیدیومهای تشکیل شده به وسیله باران روی برگ‌ها، شاخه‌ها و جوانه‌ها قرار می‌گیرند (Adaskaveg *et al.* 1990). (Adaskaveg 1995).



شکل ۳- نحوه جوانه‌زنی، نفوذ، آلودگی و گسترش بیماری لکه غربالی روی برگ‌های نهال‌های بذری بادام: (A-B) جوانه‌زنی کنیدیوم‌ها، (C) نفوذ از طریق روزنه‌ها، (D) نفوذ از طریق اپرسوریوم‌ها، (E-F) تجزیه بافت اطراف کنیدیوم‌ها و جدا شدن بافت آلوده از سالم، (G) تشکیل اسپورودوکیوم‌ها در سطح رویی برگ‌ها، (H) نشانه‌های لکه غربالی روی برگ‌های بادام.

Figure 3. Germination, penetration, infection and colonization of shot hole disease on almond seedling leaves: (A-B) Germination of conidia, (C) Penetration through stomata, (D) Penetration through appressoria, (E-F) Degradation of tissue around conidia and abscission of infected tissue from healthy tissue, (G) Formation of sporodochia on the upper leaf surface, (H) Symptoms of shot hole disease on almond leaves.

۶- دامنه‌ی میزبانی قارچ *Stigmina carpophila*

دامنه‌ی میزبانی قارچ بیمارگر وسیع است و تقریباً به تمامی گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار حمله می‌کند (احمدپور و همکاران ۱۳۹۰، Farr and Rossman 2017). حساسیت گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار نسبت به عامل بیماری لکه غربالی یکسان نیست و گونه‌های *Prunus hortulana*، *P. reverchonii* و *P. umbellata* حساسیت شدیدی به قارچ عامل لکه غربالی دارند. همچنین تعدادی از گونه‌های همیشه‌سبز درختان میوه هسته‌دار تحت شرایط کالیفرنای آمریکا توسط این قارچ آلوده می‌شوند (Ogawa et al. 1995).

۷- مدیریت بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار

مدیریت بیماری از طریق هرس و حذف سرشاخه‌های آلوده، استفاده از ارقام مقاوم، سمپاشی با سموم محافظتی (تماسی) و استفاده منطقی از کودها صورت می‌گیرد. واکنش ۱۵ رقم گیلاس نسبت به بیماری لکه غربالی یکسان نبوده و ارقام Starking Hardy Giant، Bigarreau، Moreau و Giorgia حساس‌ترین و ارقام Sunburst، Lapins، Celeste و Ferrovia مقاوم‌ترین ارقام بودند (Romanazzi et al. 2005). احمدپور و همکاران (۱۳۹۰) نیز نشان دادند که تفاوت معنی‌داری بین مقاومت نسبی ارقام هلو و بیماری‌زایی جدایه‌ها وجود دارد و رقم دیکسی‌رد حساس‌ترین و ارقام ردتاپ، اسپرینگ کرسٹ و آلبرتای پیش‌رس مقاوم‌ترین ارقام بودند. نتایج مشابهی نیز در مقاومت ارقام زردآلو (۱۱ رقم) (حاجیان شهری و همکاران ۱۳۹۳)، شلیل (سه رقم) (Ayub et al. 2013)، آلو (نه و ۱۴ رقم) (García-Galavís et al. 2009، Bubici et al. 2010) و هلو (ده رقم) (Marcuzzo et al. 2017) به بیماری لکه غربالی گزارش شده است. براساس اطلاعات موجود اغلب پژوهش‌های انجام شده در خصوص مقاومت ارقام گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار به بیماری لکه غربالی در دنیا و ایران محدود به آزمایش‌های گلخانه‌ای، نهال‌های بذری و سرشاخه‌های بریده بوده‌اند و این موضوع نیاز به مطالعه بیشتری دارد. تولید ارقام مقاوم نیز بدون در نظر گرفتن تغییرپذیری عامل بیماری، باعث شکسته شدن مقاومت آن‌ها می‌گردد (Milgroom 2015, McDonald 1997). لذا شناخت ساختار ژنتیکی جمعیت بیمارگر و آگاهی از جنبه‌های مختلف مقاومت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مطالعه ساختار ژنتیکی جمعیت بیمارگر با استفاده از روش‌های مولکولی RAPD-PCR (Ahmadpour et

2012)، URP-PCR (سرابی و همکاران ۱۳۹۲)، rep-PCR (برازنده آق کاریز و همکاران ۱۳۹۶) و ISSR (Nabi et al. 2018) نشان داده که جمعیت قارچ از تنوع ژنتیکی بالایی برخوردار می‌باشد و همبستگی بین میزبان گیاهی و منطقه جغرافیایی با داده‌های مولکولی وجود ندارد. با توجه به تنوع ژنتیکی بالای مشاهده شده در جمعیت بیمارگر، اهتمام به کشت ارقامی با مقاومت نسبی زیاد و ژن‌های مقاومت متفاوت می‌تواند از شیوع و شدت بیماری تا حد زیادی جلوگیری کند. لذا تحقیقات بیشتر در این زمینه می‌تواند در برنامه‌های اصلاح نژاد و تولید و تکثیر ارقامی با مقاومت نسبی بیشتر در برابر بیماری لکه غربالی مدنظر قرار گیرد.

سمپاشی با مخلوط بوردو یا سایر سموم مسی قبل از شروع بارندگی در پاییز می‌تواند جوانه و شاخه‌ها را در طول زمستان در مقابل آلودگی محافظت کند. برای جلوگیری از آلودگی برگ‌ها و میوه‌ها سمپاشی در بهار بعد از ریزش گلبرگها توصیه می‌شود. می‌توان از سمومی مانند کاپتان، زینب و فریام و یا سم نفوذی ایپرودیون استفاده کرد (Ogawa et al. 1995, Trifunović et al. 2013). هایبرگ و آگوا (Highberg and Ogawa 1986) نیز نشان دادند که شدت بیماری لکه غربالی روی درختان بادام با کاربرد قارچکش‌ها ۹۰ درصد کاهش یافته و میزان محصول نیز به ترتیب با کاربرد قارچکش‌های زیرام و کاپتان در مرحله‌ی ریزش گلبرگ‌ها ۲۸۳ و ۲۴۰ درصد افزایش نشان می‌دهد و بین اندازه و وزن مغز میوه‌ها در تیمارهای به کار رفته تفاوتی وجود ندارد. نتایج مطالعات خباز جلفایی و همکاران (۱۳۹۳) نیز نشان دادند که قارچکش جدید میشو بردوکس® (SC 18%) کارایی بیشتری نسبت به سموم دیگر مسی دارد و با دو مرحله سمپاشی در آخر پاییز هنگام ریزش برگ‌ها و آخر زمستان در مرحله تورم جوانه‌های گل بیماری لکه غربالی به خوبی کنترل می‌گردد و نیازی به سمپاشی‌های اضافی نمی‌باشد. همچنین، سموم نانو سیلور و نانو مس تأثیر قارچ‌کشی بیشتری نسبت به سموم رایج و قدیمی دارند (مصطفوی نیشابوری و نصراله‌نژاد ۱۳۹۳). به علاوه، طبق مطالعه‌ی توتیدا و همکاران (Tutida et al. 2007) شیوع و شدت بیماری لکه غربالی در باغهای آلو با افزایش کاربرد نیتروژن افزایش یافته و پتاسیم به دلیل موجود بودن آن در خاک یا بقایای گیاهی، تأثیری در شیوع و شدت بیماری نداشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهاد

لکه غربالی ناشی از قارچ *Stigmina carpophila* یکی از مهمترین و خسارت‌زاترین بیماری‌های درختان میوه هسته‌دار در اغلب مناطق جهان و ایران محسوب می‌شود. دامنه‌ی میزبانی قارچ بیمارگر وسیع بوده و تقریباً به تمامی گونه‌های مختلف درختان میوه هسته‌دار حمله می‌کند. برای مدیریت بیماری تلفیقی از روش‌های زراعی، استفاده از ارقام مقاوم و سمپاشی با سموم محافظتی و یا نفوذی پیشنهاد می‌شود.

References

منابع

۱. احمدپور ع، جوان نیکخواه م، قوستا ی. و فتاحی مقدم م. ر. ۱۳۸۸. مطالعه برخی خصوصیات مرفولوژیکی و بیولوژیکی *Wilsonomyces carpophila* در استان آذربایجان غربی. رستنی‌ها ۱۰: ۹۱-۱۰۹.
۲. احمدپور ع، قوستا ی، جوان نیکخواه م، فتاحی مقدم م. ر. و غضنفری ک. ۱۳۹۰. مطالعه تخصص‌یافتگی و دامنه میزبانی *Wilsonomyces carpophila*، عامل لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار و ارزیابی مقاومت نسبی برخی از ارقام هلو نسبت به آن. دانش گیاهپزشکی/ایران ۴۲: ۲۵۹-۲۵۱.
۳. برازنده آق کاریز ر، پنجه‌که ن، حاجیان شهری م، صباغ س. ک. و بهزادی م. ۱۳۹۶. بررسی تنوع ژنتیکی *Wilsonomyces carpophila* عامل لکه غربالی هسته‌داران در استان خراسان رضوی با استفاده از نشانگر rep-PCR. حفاظت گیاهان ۳۱: ۱۹-۱۳.
۴. حاجیان شهری م، گنجی مقدم ا. و کریمی شهری م. ر. ۱۳۹۳. ارزیابی مقاومت نسبی برخی ارقام زردآلو به بیمارگر *Wilsonomyces carpophila* عامل بیماری غربالی درختان میوه هسته‌دار. حفاظت گیاهان ۲۸: ۹۸-۱۰۵.
۵. خباز جلفایی ح، ذاکر م، کشاورز ک. و عظیمی ش. ۱۳۹۳. ارزیابی کارآیی مخلوط بردو (SC 18%) در کنترل بیماری غربالی زردآلو با عامل *Wilsonomyces carpophila*. آفت‌کش‌ها در علوم گیاه‌پزشکی ۲: ۱۰۸-۱۰۰.
۶. رادنیای ح. ۱۳۷۵. پایه‌های درختان میوه (ترجمه). انتشارات نشر آموزش کشاورزی، ۶۳۷ ص.

۷. سرابی ا، جوان نیکخواه م، فتاحی مقدم م، ر، قوستا ی، و احمدپور ع. ۱۳۹۲. ساختار ژنتیکی جمعیت‌های *Wilsonomyces carpophila* در استان آذربایجان غربی. اولین کنگره فارچ شناسی ایران، رشت. ص ۱۶۰.
۸. قهرمان ا. ۱۳۷۲. کوروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد دوم، مرکز نشر دانشگاهی، ۸۴۲ ص.
۹. مصطفوی نیشابوری ف. س. و نصراله‌نژاد س. ۱۳۹۳. مقایسه تأثیر دو سم نانو با سموم رایج در کنترل بیماری لکه غربالی درختان میوه هسته‌دار. نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی ۲۱: ۱۶۳-۱۵۳.
۱۰. یوسفی ا، پنجه‌که ن، حاجیان شهری م، سالاری م. و فلاحتی رستگار م. ۱۳۸۹ الف. بررسی عوامل قارچی مولد بیماری غربالی در درختان میوه هسته‌دار در استان خراسان رضوی. حفاظت گیاهان ۲۴: ۱۱۵-۱۱۸.
۱۱. یوسفی ا، پنجه‌که ن، حاجیان شهری م، سالاری م. و فلاحتی رستگار م. ۱۳۸۹ ب. ارزیابی وقوع و شدت بیماری غربالی درختان میوه هسته دار در استان خراسان رضوی. حفاظت گیاهان ۲۴: ۲۱۸-۲۲۱.
12. Adaskaveg J. E. 1995. Conidial morphology, host colonization and development of shot hole of almond caused by *Wilsonomyces carpophila*. *Canadian Journal of Botany* 73:432-444.
13. Adaskaveg J. E., Ogawa J. M. and Butler E. E. 1990. Morphology and ontogeny of conidia in *Stigmata carpophila*, causal pathogen of shot hole disease of *Prunus* species. *Mycotaxon* 37:275-290.
14. Ahmadpour A., Ghosta Y., Javan-Nikkhah M., Fatahi R. and Ghazanfari K. 2009. Isolation and pathogenicity tests of Iranian cultures of the shot hole pathogen of *Prunus* species, *Wilsonomyces carpophila*. *Australasian Plant Disease Notes* 4:133-134.
15. Ahmadpour A., Ghosta Y., Javan-Nikkhah M., Ghazanfari K. and Fatahi M. R. 2012. Study on morphology, pathogenicity and genetic diversity of *Wilsonomyces carpophila* isolates, the causal agent of shot hole of stone fruit trees based on RAPD-PCR in Iran. *Archives of Phytopathology and Plant Protection* 45:2076-2086.
16. Ayub R. A., Assunção M. and Torres A. L. 2013. Reaction of genotypes of the nectarine (*Prunus persica* var. *nucipersica*) to leaf rust and shot hole, and the development of defoliation. *Revista Ciência Agronômica* 44:398-403.

17. Bubici G., D'Amico M. and Cirulli M. 2010. Field reactions of plum cultivars to the shot-hole disease in southern Italy. *Crop Protection* 29:1396–1400.
18. García-Galavís P. A., Santamaría C., Jiménez-Bocanegra J. A., Casanova L. and Daza A. 2009. Susceptibility of several Japanese plum cultivars to pests and diseases in a newly established organic orchard. *Scientia Horticulturae* 123:210–216.
19. Grantina-Ievina L. and Stanke L. 2015. Incidence and severity of leaf and fruit diseases of plums in Latvia. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 80:421–433.
20. Grove G. G. 2002. Influence of temperature and wetness period on infection of cherry and peach foliage by *Wilsonomyces carpophila*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 24:40–45.
21. Highberg L. M. and Ogawa J. M. 1986a. Yield reduction in almond related to incidence of shot-hole disease. *Plant Disease* 70:825–828.
22. Highberg L. M. and Ogawa J. M. 1986b. Survival of shot hole inoculum in association with dormant almond buds. *Plant Disease* 70:828–831.
23. Ivanová H., Kaločaiová M. and Bolvanský M. 2012. Shot-hole disease on *Prunus persica*– the morphology and biology of *Stigmina carpophila*. *Folia Oecologica* 39:21–27.
24. Marcuzzo L. L., Santos J. E., Marcuzzo L. L. and Santos J. E. 2017. Temporal progress of shot hole in different peach genotypes. *Summa Phytopathologica* 43:239–242.
25. Marin-Felix Y., Groenewald J. Z., Cai L., Chen Q., Marincowitz S., Barnes I., Bensch K., Braun U., Camporesi E., Damm U., de Beer Z. W., Dissanayake A., Edwards J., Giraldo A., Hernández-Restrepo M., Hyde K. D., Jayawardena R. S., Lombard L., Luangsa-Ard J., McTaggart A. R., Rossman A. Y., Sandoval-Denis M., Shen M., Shivas R. G., Tan Y.P., van der Linde E.J., Wingfield M. J., Wood A. R., Zhang J. Q., Zhang Y. and Crous P. W. 2017. Genera of phytopathogenic fungi: GOPHY 1. *Studies in Mycology* 86:99–216.
26. McDonald B. A. 1997. The population genetics of fungi: Tools and Techniques. *Phytopathology* 87:448–453.
27. Milgroom M. G. 2015. Population Biology of Plant Pathogens: Genetics, Ecology, and Evolution. APS Press, Minnesota, USA, 399p.

28. Nabi A., Shah M. U. D., Padder B. A., Dar M. S. and Ahmad M. 2018. Morpho-cultural, pathological and molecular variability in *Thyrostroma carpophilum* causing shot hole of stone fruits in India. *European Journal of Plant Pathology* (In press).
29. Ogawa J. M., Zehr E. I., Bird G. W., Ritchie D. F., Uriu K. and Uyemoto J. K. 1995. Compendium of Stone Fruit Diseases. APS Press, Minnesota, USA, 98p.
30. Romanazzi G., Murolo S. and Branzanti B. 2005. Resistance of sweet cherry to *Coryneum* and cherry leaf spot. *Phytopathology* 95:S90.
31. Shaw D. A., Adaskaveg J. E. and Ogawa J. M. 1990. Influence of wetness period and temperature on infection and development of shot hole disease of almond caused by *Wilsonomyces carpophila*. *Phytopathology* 80:749–756.
32. Teviotdale B. L., Goodell N. and Harper D. 1997. Abscission and kernel quality of almond fruit inoculated with the shot hole pathogen *Wilsonomyces carpophila*. *Plant Disease* 81:1454–1458.
33. Tovar-Pedraza J. M., Ayala-Escobar V. and Segura-León O. L. 2013. *Thyrostroma carpophilum* causing apricot shot-hole in Mexico. *Australasian Plant Disease Notes* 8:31–33.
34. Tutida I., Mio L. L. M. D. and Motta A. C. V. 2007. Incidence and severity of shot hole in plum's leaves related in to nitrogen and potassium doses. *Ciência Rural* 37:1227–1234.
35. Yousefi A. and Hajian Shahri M. 2014. Shot hole disease, survival and pathogenicity of the causal agent on stone fruit trees in Northeast Iran. *Journal Crop Protection* 3:563–571.