



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

نشریه فنی

بیماری های لکه برگی باکتریایی گوجه فرنگی

نگارنده:

مریم خضری

شماره ثبت:

۶۱۹۲۷

۱۴۰۱

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

بیماری های لکه برگی باکتریایی گوجه فرنگی

نگارنده:

مریم خضری

موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

مخاطبان نشریه فنی: ناظرین، مروجین و کارشناسان مراکز تحقیقات، آموزش و مشاوره (تام) سازمان
بوستان‌ها و فضای سبز شهر تهران

موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، نشریه فنی

بیماری‌های لکه برگه باکتریایی گوجه‌فرنگی

نگارنده: مریم خضری

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور

سال نشر: ۱۴۰۱

شماره و تاریخ ثبت نشریه: ۶۱۹۲۷ مورخ ۱۴۰۱/۴/۲۹

نشانی مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی: تهران، بزرگراه شهید چمران، خیابان یمن،

پلاک ۱- سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی.

فهرست

صفحه	عنوان
۱	پیشگفتار
۲	مقدمه
۵	سابقه بیماری‌ها در جهان و ایران
۶	باکتری‌های عامل بیماری‌ها
۸	علائم بیماری‌ها
۱۳	دامنه میزبانی باکتری‌ها
۱۳	شرایط گسترش بیماری‌ها
۱۵	مدیریت تلفیقی بیماری‌ها
۲۰	فهرست منابع

پیشگفتار

گوجه‌فرنگی پرمصرف‌ترین سبزی در جهان پس از سیب‌زمینی است. افزایش جمعیت جهان، افزایش طول عمر انبارداری، امکان حمل و نقل در فواصل جغرافیایی طولانی، تنوع ارقام مختلف و آگاهی مردم از فواید غذایی این محصول کشاورزی موجب شده مصرف آن در سال‌های اخیر به طور قابل توجهی افزایش یابد. میوه گوجه‌فرنگی یکی از اجزای اصلی سالادها و غذاهای ملل مختلف است. این گیاه برای سالیان متمادی یکی از سبزیجات میوه‌ای پیشترو در صنایع فرآوری است، به‌طوری که بخشی از گوجه‌فرنگی کشت شده در دنیا، تنها با هدف استفاده پس از فرآوری تولید می‌شود (Blancard, 2012). عوامل خسارت‌زای زنده شامل حشرات، بندپایان، عوامل بیماری‌زا و علف‌های هرز و همچنین تنش‌های محیطی به گیاه گوجه‌فرنگی خسارت وارد می‌کنند. بیمارگرها این گیاه را در مراحل مختلف رشد از جوانه‌زنی تا برداشت و پس از برداشت مورد حمله قرار داده و سبب کاهش عملکرد محصول و ایجاد خسارت اقتصادی می‌شوند (Borkar & Yumlembam, 2017). در بین باکتری‌های بیمارگر گیاهی، چند باکتری از جنس‌های *Pseudomonas* و *Xanthomonas*، در گوجه‌فرنگی بیماری ایجاد می‌کنند که وجه مشترک علائم آن‌ها، بروز لکه‌های نکروزه مشابه روی برگ‌های گیاه است. با توجه به اهمیت این بیماری‌ها که موجب کاهش سطح فتوسنتزکننده گیاه و افت کارایی آن در تولید محصول می‌شوند، در این نشریه روش‌های مختلف تشخیص و مدیریت تلفیقی این بیماری‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مقدمه

گیاه گوجه‌فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) از تیره سولاناسه^۱ و بومی آمریکای جنوبی است. محل اهلی شدن گوجه‌فرنگی مورد شک و تردید است به‌طوری که برخی محققین پرو و یا مکزیک را مبدأ اهلی شدن گوجه‌فرنگی ذکر کرده‌اند. گوجه‌فرنگی گیلاسی وحشی (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*) به عنوان جد احتمالی گوجه‌فرنگی‌های امروزی شناخته می‌شود که در هر دو کشور پرو و مکزیک وجود دارد (Bauchet & Causse, 2012; Knapp & Peralta, 2016).

گوجه‌فرنگی از سبزیجات میوه‌ای بسیار پرمصرف در جهان و ایران است. بر اساس داده‌های منتشر شده توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد (فائو)^۲، در سال ۲۰۱۹ سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در دنیا بیش از پنج میلیون هکتار و میزان تولید آن بالای ۸۰ میلیون تن بوده است (FAOSTAT, 2021). در ایران نیز در سال زراعی ۹۹-۱۳۹۸، سطح زیر کشت این محصول در کشور حدود ۱۳۱ هزار هکتار و تولید آن بیش از شش میلیون تن گزارش شده است (احمدی و همکاران، ۱۴۰۰).

گوجه‌فرنگی میزبان عوامل بیماری‌زای متعددی از جمله قارچ‌ها، ویروس‌ها، نماتدها، فیتوپلاسماها و باکتری‌ها است، همچنین تنش‌های محیطی ناشی از شرایط نامساعد زیستی، عدم تعادل مواد غذایی موجود در خاک و سمیت ناشی از آفتکش‌ها و کودهای شیمیایی نیز موجب بروز بیماری‌های فیزیولوژیک در این گیاه می‌شوند (Agrios, 2005; Borkar &)

¹ Solanaceae

² Food and Agriculture Organization (FAO)

Yumlembam, 2017). بیماری‌های شانکر باکتریایی^۱ (*Clavibacter michignensis* subsp. *michiganensi* (Smith) Davis et al.، خال‌زدگی باکتریایی^۲ (*Pseudomonas syringae* pv. *tomato* (Okabe) Young، لکه برگ‌گی سیرینگایی^۳ (*Pseudomonas syringae* pv. *syringae* van Hall)، لکه باکتریایی^۴ (*Xanthomonas vesicatoria* vesicatoria (ex-Doidge) Vauterin et al.، *X. vesicatoria* و *X. gardneri* (ex-Sutic) Jones et al.، *euvesicatoria* Jones et al.، پژمردگی باکتریایی^۵ (*Ralstonia perforans* Jones et al.، پوسیدگی نرم^۶ (*solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al.، و گال طوقه^۷ (*Pectobacterium carotovorum* (Jones) Hauben et al.) از بیماری‌های مهم باکتریایی گوجه‌فرنگی هستند. عوامل ایجادکننده این بیماری‌ها، به استثنای جنس *Clavibacter*، باکتری‌های گرم منفی هستند. بیماری فیتوپلاسمایی تورم جوانه^۸ نیز در شرایط مساعد می‌تواند سبب خسارت اقتصادی در این محصول شود (Uppalapati et al., 2008; Blancard, 2012; Jones et al., 2014).

¹ Bacterial canker

² Bacterial speck

³ Syringae leaf spot

⁴ Bacterial spot

⁵ Bacterial wilt

⁶ Soft rot

⁷ Crown gall

⁸ Big bud

از بین بیماری‌های دارای علائم لکه برگ‌گی روی گوجه‌فرنگی، سه بیماری لکه باکتریایی، خال‌زدگی باکتریایی و لکه برگ‌گی سیرینگایی دارای علائم بسیار مشابه برگ‌گی هستند که این موضوع می‌تواند موجب اشتباه در تشخیص بیماری از روی علائم گردد.

عامل بیماری لکه باکتریایی گوجه‌فرنگی در فهرست عوامل بیماری‌زای قرنطینه‌ای سازمان حفظ نباتات اروپا و مدیترانه (EPPO)^۱ قرار دارد و موجب زیان قابل توجهی در عملکرد محصول و کیفیت میوه به خصوص در مناطق گرم و مرطوب می‌شود. خسارت بیماری در این مناطق تا ۵۰ درصد گزارش شده است (Beran & Mráz, 2013; Osdaghi *et al.*, 2018). کاهش سطح فتوسنتزکننده برگ، ریزش شکوفه‌ها و گل‌ها و کاهش بازارپسندی میوه از جمله خسارت‌های اقتصادی این بیماری است (Araújo *et al.*, 2015).

بیماری خال‌زدگی باکتریایی یکی از بیماری‌های اقتصادی گوجه‌فرنگی در مناطق سرد و مرطوب است. خسارت بیماری بسته به مرحله رشدی گیاه متفاوت بوده و از ۷۵ درصد در مرحله گیاهچه تا پنج درصد در مراحل آخر رشد متفاوت است. در این بیماری هم لکه‌های ایجاد شده روی میوه سبب کاهش کیفیت و بازارپسندی آن می‌شود (Yang & Francis, 2007).

در مورد میزان خسارت بیماری لکه برگ‌گی سیرینگایی گوجه‌فرنگی، گزارش‌های متناقضی وجود دارد. در آمریکا این بیماری اهمیت اقتصادی نداشته و اغلب نیازی به مبارزه با آن نیست اما در شمال ایتالیا بیماری از گیاهان گوجه‌فرنگی پیوندی و غیرپیوندی گزارش شده و به میزان آلودگی تا ۸۰

¹ European and Mediterranean Plant Protection Organization

درصد، همراه با کاهش شدید عملکرد اشاره شده است (Garibaldi *et al.*, 2007).

با توجه به اهمیت تشخیص و مدیریت این بیماری‌ها در کاهش خسارت کمی و کیفی محصول، در این نشریه جنبه‌های مختلف این بیماری‌ها مورد بررسی قرار گرفته و راهکارهایی جهت پیشگیری و کنترل موثر این بیماری‌ها ارائه شده است.

سابقه و پراکنش بیماری‌ها در جهان و ایران

- لکه باکتریایی

بیماری لکه باکتریایی گوجه‌فرنگی اولین بار در سال ۱۹۱۲ در تگزاس و سپس در سال ۱۹۱۴ در آفریقای جنوبی مشاهده شد. بعد از آن بیماری در بیشتر نواحی کشت گوجه‌فرنگی جهان گسترش یافت. هم‌اکنون بیماری از کشورهای مختلفی در دنیا گزارش شده است (رجبی، ۱۳۸۱، Araújo *et al.*, 2015; Roach *et al.*, 2018).

در ایران بیماری لکه باکتریایی گوجه‌فرنگی، اولین بار در سال ۱۳۶۸ از مناطق جنوب کشور گزارش گردید (بهار، ۱۳۶۸). در سال‌های بعد، بیماری از استان‌های خراسان رضوی (مدرس‌شیخ و همکاران، ۱۳۹۱)، فارس، آذربایجان شرقی، بوشهر (اسدآغی و همکاران، ۱۳۹۵، Osdaghi *et al.*, 2017, 2018) و آذربایجان غربی (خضری و همکاران، ۱۳۹۹) نیز گزارش شد.

- خال‌زدگی باکتریایی

بیماری خال‌زدگی باکتریایی گوجه‌فرنگی اولین بار در سال ۱۹۳۳ در کشورهای تایوان و ایالات متحده آمریکا شناسایی و گزارش گردید (رجبی،

۱۳۸۱). در ابتدا این بیماری به عنوان یک بیماری کم اهمیت مطرح بود ولی در سال‌های بعد، از بسیاری از مناطق تحت کشت گوجه‌فرنگی در سراسر جهان گزارش شد.

در ایران، بیماری خال‌زدگی باکتریایی گوجه‌فرنگی اولین بار از مزارع گوجه‌فرنگی ورامین گزارش شد (شهریاری و رحیمیان، ۱۳۷۴). اخیراً این بیماری از استان آذربایجان غربی نیز گزارش شده است (خضری و همکاران، ۱۳۹۹).

- لکه برگی سیرینگایی

عامل بیماری اولین بار در سال ۱۹۸۱ از جنوب ایالت جورجیای آمریکا گزارش گردید (Garibaldi et al., 2007).

در ایران سوبه‌هایی از *P. syringae* pv. *syringae* از گوجه‌فرنگی در ورامین (قباخلو و رحیمیان، ۱۳۷۹) و استان آذربایجان غربی (خضری و همکاران، ۱۳۹۹) جداسازی و گزارش شده است.

باکتری‌های عامل بیماری‌ها

- لکه باکتریایی

این بیماری توسط چهار گونه باکتری از جنس *Xanthomonas* شامل *X. perforans*، *X. gardneri*، *X. euvesicatoria*، *X. vesicatoria* ایجاد می‌شود. این باکتری‌ها به سلسله *Bacteria*، شاخه *Proteobacteria*، رده *Gammaproteobacteria*، راسته *Xanthomonadales* و خانواده *Xanthomonadaceae* تعلق دارند (Blancard, 2012). این باکتری‌ها گرم منفی، میله‌ای شکل، متحرک و هوازی اجباری هستند، روی محیط کشت

آگار غذایی^۱ نسبتاً کند رشد بوده و پرگنه‌ها گرد، براق و دارای حاشیه کامل هستند. دمای بهینه رشد باکتری بین ۲۵ تا ۳۰ درجه سلسیوس است (Scortichini *et al.*, 2013).

- خال زدگی باکتریایی

باکتری عامل بیماری *P. syringae* pv. *tomato* است. این باکتری به سلسله Bacteria، شاخه Proteobacteria، رده Gammaproteobacteria، راسته Pseudomonadales و خانواده Pseudomonadaceae تعلق دارد (Blancard, 2012). این باکتری گرم منفی، هوازی، متحرک، میله‌ای شکل و تولیدکننده رنگدانه فلورسنت روی محیط کشت کینگ بی^۲ است. پرگنه باکتری کرم رنگ بوده و دمای بهینه رشد آن ۲۸ درجه سلسیوس است (Preston, 2000).

- لکه برگی سیرینگایی

باکتری عامل بیماری *P. syringae* pv. *syringae* است. طبقه‌بندی این باکتری مشابه پاتووار *P. syringae* pv. *tomato* است. این باکتری نیز گرم منفی، میله‌ای شکل، هوازی اجباری و فاقد توانایی تولید اسپور است و روی محیط کشت کینگ بی تولید رنگدانه فلورسنت می‌کند. پرگنه باکتری روی محیط آگار غذایی کرم رنگ است و دمای بهینه رشد ۲۵ درجه سلسیوس است (Schaad *et al.*, 2001).

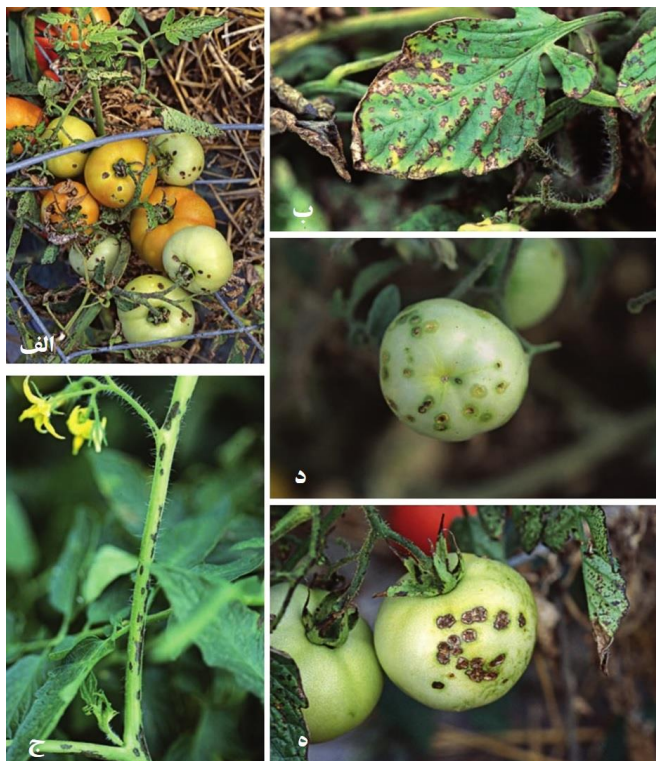
¹ Nutrient agar

² King's B medium

علائم بیماری‌ها

- لکه باکتریایی

در مراحل ابتدایی بیماری، لکه‌های روی برگ تیره، کوچک، دایره‌ای شکل یا نامنظم بوده و ممکن است با یک هاله زرد رنگ احاطه شده باشند (شکل ۱ ب). گونه *X. perforans* موجب بروز لکه غربالی روی برگ‌ها می‌شود. روی دمبرگ‌ها و ساقه‌ها لکه‌های کشیده قهوه‌ای تا سیاه ایجاد می‌شود (شکل ۱ ج). آلودگی میوه‌ها از طریق کرک‌های موجود روی میوه‌های نابالغ رخ می‌دهد و لکه‌های روی میوه‌های رسیده ناشی از آلوده شدن آن‌ها در زمان سبز بودن میوه است (شکل ۱ الف). علایم اولیه روی میوه به صورت لکه‌های کوچک و برجسته، به رنگ قهوه‌ای تیره تا سیاه است که در ابتدا با هاله روغنی احاطه شده است (شکل ۱ د) اما به تدریج همانند لکه‌های چشم پرنده‌ای در بیماری شانکر باکتریایی، رنگ هاله‌ها به سفید تغییر می‌کند (شکل ۱ ه). برخلاف بیماری شانکر باکتریایی، با افزایش سن میوه، هاله‌های سفید اطراف لکه‌ها رفته رفته محو می‌شود (Obradovic et al., 2008; Potnis et al., 2015; Borkar & Yumlembam, 2017).



شکل ۱- علائم بیماری لکه باکتریایی گوجه‌فرنگی. الف) وجود لکه‌های ریز روی برگچه‌ها، دمبرگ‌ها و میوه‌های باقیمانده روی بوته، **ب)** لکه‌های قهوه‌ای پراکنده روی برگ که گاهی اوقات توسط هاله زرد رنگ احاطه می‌شوند، **ج)** لکه‌های کشیده قهوه‌ای تا سیاه روی دمبرگ‌ها و ساقه‌ها، **د)** لکه‌های قهوه‌ای ۴-۵ میلی‌متری روی میوه با هاله روغنی اطراف آن‌ها، **ه)** زخم‌های چوب‌پنبه‌ای شده روی میوه (Blancard, 2012).

- خال زدگی باکتریایی

باکتری عامل بیماری سبب ایجاد لکه‌های نکروزه روی برگ، ساقه و میوه می‌شود. لکه‌های روی برگ در ابتدا قهوه‌ای تا سیاه، کوچک و با هاله زرد رنگ است، این لکه‌ها روی سطح زیرین برگچه‌ها هم دیده می‌شوند (شکل ۲ الف تا د). لکه‌ها به صورت تصادفی در پهنک برگچه‌ها تشکیل می‌شوند. در اثر به هم پیوستن لکه‌ها، ناحیه وسیعی از بافت برگ نابود شده و موجب مرگ و ریزش آن‌ها می‌شود. لکه‌های روی دمبرگ، کاسبرگ، دمگل، شاخه و ساقه بیضوی تا کشیده می‌باشند اما لکه‌های روی میوه سیاه و کمی برآمده بوده و دارای هاله باریک سبز تا زرد هستند و اندازه آن‌ها از لکه‌های نقطه‌ای تا لکه‌های به قطر سه میلی‌متر متفاوت است (شکل ۲ ه). در میوه‌های نارس لکه‌ها سطحی هستند اما در میوه‌های رسیده لکه‌ها حالت فرورفته دارند (Yang & Francis, 2007; Blancard, 2012; Borkar & Yumlembam, 2017).

علائم ایجاد شده توسط باکتری *P. syringae* pv. *tomato* روی بوته گوجه‌فرنگی، اغلب به سختی از علائم ناشی از *P. syringae* pv. *syringae* (لکه برگ‌گی سیرینگایی) و لکه باکتریایی ناشی از *X. vesicatoriae* قابل تشخیص است (رجبی، ۱۳۸۱).



شکل ۲- علائم بیماری خال زدگی باکتریایی گوجه فرنگی. الف) لکه های قهوه ای تا سیاه به صورت پراکنده روی پهنک برگچه ها، ب) در سطح زیرین برگچه ها، لکه های دارای هاله زرد رنگ در اطراف آن ها، قابل مشاهده است، ج) لکه های روی برگچه ها قهوه ای، نسبتاً گرد و نامنظم هستند، د) برگچه های دارای علائم، در نهایت زرد و پژمرده می شوند، ه) لکه های سیاه گرد با قطر کمتر از ۳ میلی متر روی میوه های سبز قابل مشاهده است (Blancard, 2012).

- لکه برگ‌ی سیرینگایی

علامه روی برگ از لکه‌های قهوه‌ای کوچک بدون هاله تا لکه‌های قهوه‌ای تا سیاه دارای هاله‌های زرد متفاوت است. ممکن است روی ساقه و دم‌برگ نیز لکه‌هایی ایجاد شوند که در مراحل اولیه آب‌سوخته و به قطر دو تا سه میلی‌متر هستند ولی با گذشت زمان به یکدیگر ملحق شده و به نواحی بزرگتری به قطر یک سانتی‌متر و به رنگ قهوه‌ای تا سیاه تبدیل می‌شوند. در برخی موارد ممکن است لکه‌ها از دم‌برگ به سمت برگ پیشروی کنند و پژمردگی و مرگ گیاه را به دنبال داشته باشند (Garibaldi *et al.*, ۲۰۰۷).



شکل ۳- علامه بیماری لکه برگ‌ی سیرینگایی گوجه‌فرنگی. لکه‌های قهوه‌ای و نکروتیک با و یا بدون هاله زرد رنگ روی سطح پهنک و به‌ویژه در حاشیه برگچه‌ها (Blancard, ۲۰۱۲).

دامنه میزبانی باکتری‌ها

- لکه باکتریایی

زانتاموناس‌های عامل این بیماری، قادر به ایجاد بیماری در بسیاری از گیاهان تیره سولاناسه هستند، گوجه‌فرنگی و فلفل دو میزبان اصلی این گونه‌ها می‌باشند. داتوره، بنگ‌دانه (بذرالبنج)، گرگ‌تیغ، عروسک پشت پرده و توتون نیز به عنوان میزبان این باکتری‌ها گزارش شده‌اند (Borkar & Yumlembam, 2017).

- خال‌زدگی باکتریایی

میزبان اصلی عامل بیماری، گوجه‌فرنگی است اما بقاء باکتری بیمارگر به صورت اپیفیتی روی گیاهان مختلف گزارش شده است (Borkar & Yumlembam, 2017).

- لکه برگ‌ی سیرینگایی

باکتری عامل بیماری پراکنش جهانی داشته و دامنه میزبانی آن وسیع است. این باکتری توانایی ایجاد بیماری در ۱۸۰ گونه گیاهی را دارد. درختان میوه هسته‌دار و دانه‌دار، مرکبات، کیوی، گندم، ذرت، نیشکر، لوبیا و فلفل از جمله مهم‌ترین میزبان‌های این باکتری هستند (Agrios, 2005).

شرایط گسترش بیماری‌ها

هر سه بیماری مورد بررسی هوازاد و بذرزاد هستند و باکتری‌های عامل آن‌ها به صورت ساپروفیتی قادر به بقاء روی سطوح گیاهان میزبان و علف‌های هرز تیره سولاناسه و بقایای گیاهی می‌باشند. این باکتری‌ها در خاک نیز به صورت کوتاه مدت (حدود یک فصل زراعی) زنده می‌ماند.

باکتری‌های زانتاموناس و سودوموناس عامل بیماری‌های لکه برگگی گوجه-فرنگی از طریق منافذ طبیعی یا کرک‌های روی سطح میوه و برگ، زخم‌های ناشی از حشرات، آب، باد و عملیات زراعی وارد گیاه می‌شوند و در فضای بین سلولی تکثیر می‌یابد. انتشار ثانویه این باکتری‌ها از طریق پاشش آب باران، آبیاری بارانی، محلول‌پاشی نهاده‌های کشاورزی یا به صورت مکانیکی از طریق ابزارآلات و حرکت افراد در مزرعه صورت می‌پذیرد.

زانتاموناس‌های عامل بیماری لکه باکتریایی می‌تواند در غیاب گیاهان میزبان حداقل به مدت ۱۶ ماه روی بقایای گیاهی و برای سال‌ها در بذر زنده بماند. حداکثر آلودگی در آب و هوای گرم و مرطوب رخ می‌دهد، به‌ویژه زمانی که دمای هوا در شب نیز بالا باشد. بیماری می‌تواند در دمای ۳۵-۲۰ درجه سلسیوس ایجاد شود اما دمای بهینه برای ایجاد بیماری ۲۶ درجه سلسیوس است. استفاده بیش از اندازه از ازت می‌تواند گیاه را در برابر بیماری حساس کند (Blancard, 2012; Borkar & Yumlembam, 2017).

سودوموناس‌های عامل بیماری‌های خال‌زدگی و لکه برگگی سیرینگایی، در شرایط معتدل به مدت حداقل یک فصل در بقایای گیاهی باقی می‌ماند اما در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری قادر به تابستان‌گذرانی نیستند. جمعیت اپی-فیتی معمولاً به صورت بدون علائم روی گیاه مستقر بوده و در شرایط مناسب قادر به آلوده‌سازی گیاه است. شرایط آب و هوای خنک با دمای ۲۵-۱۳ درجه سلسیوس، رطوبت بالا و خیس بودن سطح برگ‌ها شرایط مناسب را برای توسعه بیماری فراهم می‌آورد. در دمای بالای ۳۰ درجه سلسیوس خسارت این بیماری‌ها به مقدار قابل توجهی کاهش می‌یابد (Preston, 2000; Borkar & Yumlembam, 2017).

مدیریت تلفیقی بیماری‌ها

بیماری‌های لکه باکتریایی، خال‌زدگی باکتریایی و لکه برگ‌ی سیرینگایی گوجه‌فرنگی بیماری‌های هوازاد می‌باشند و انتشار ثانویه آن‌ها به راحتی توسط حشرات، آب آبیاری، باران، باد، حرکت افراد در مزرعه و ابزارآلات کشاورزی آلوده انجام می‌شود. از طرفی هر سه باکتری بذرزاد هستند و از طریق بذر آلوده، قابل انتقال به مناطق عاری از بیماری می‌باشند. بر این اساس، روش‌های پیشگیری و کنترل این بیماری‌ها تقریباً مشابه است. البته باید توجه داشت که درجه حرارت بهینه برای ایجاد و پیشرفت این بیماری‌ها و همچنین دامنه میزبانی متفاوت است که لازم است در پیشنهاد روش‌های مدیریتی مورد توجه قرار گیرند.

با عنایت به زیست‌شناسی باکتری‌های ایجادکننده بیماری‌ها و شرایط موثر در ایجاد و توسعه بیماری‌ها، روش‌های زیر جهت کاهش خسارت بیماری‌ها و مدیریت تلفیقی آن‌ها پیشنهاد می‌شود (Blancard, 2012; Borkar & Yumlembam, 2017).

- استفاده از بذر و نشاء سالم

با توجه به انتقال این بیماری‌ها توسط بذرهای آلوده، استفاده از بذرهای سالم و عاری از بیماری، موثرترین روش در پیشگیری از این بیماری‌ها است. پایش مداوم خزانه‌های تولید نشاء و حذف گیاهچه‌های دارای علائم بیماری در جلوگیری از انتشار بیماری به مزرعه موثر می‌باشد.

- سالم‌سازی بذرهای مشکوک به بیماری

در صورت عدم اطمینان از سلامت بذر، ضدعفونی آن‌ها با تیمارهای مختلف، در کاهش آلودگی سطحی موثر است. تیمار بذر با جریان هوای

گرم با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت ۹۶ ساعت، تیمار با آب گرم ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۵ دقیقه، تخمیر بذرها به مدت ۵-۴ روز، خیساندن بذرها در محلول‌های اسید استیک هشت درصد به مدت ۲۴ ساعت، اسید هیدروکلریک پنج درصد به مدت ۱۰-۵ ساعت، هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۲۰ تا ۴۰ دقیقه موجب از بین رفتن باکتری‌های موجود روی سطح بذرها می‌شوند.

نکته حائز اهمیت در مورد همه روش‌های ذکر شده، توجه به تاثیر این تیمارها روی میزان جوانه‌زنی بذر است. برخی از این تیمارها ممکن است موجب کاهش درصد جوانه‌زنی بذرها شوند، بنابراین لازم است روش‌هایی با حداقل تاثیر منفی روی جوانه‌زنی بذرها انتخاب شوند.

- رعایت اصول بهداشت گیاهی

رعایت بهداشت زراعی توسط افراد در خزانه‌های تولید نشاء، گلخانه‌ها و مزارع در جلوگیری از شیوع و انتشار این بیماری‌ها بسیار موثر است. کاشت بذرها و نشاءها در مزارع عاری از گیاهان خودرو و علف‌های هرز، پایش مداوم گلخانه‌ها و مزارع و حذف و سوزاندن گیاهچه‌های دارای علائم بیماری، همچنین حذف علف‌های هرز و بقایای گیاهی با شخم عمیق مزرعه در پایان فصل و دفن بقایای گیاهی در خاک از اقدامات مفید در کاهش خسارت این بیماری‌ها است. انجام اقداماتی از قبیل ضدعفونی ابزارهای مورد استفاده برای پیوند و هرس و سایر ابزارآلات کشاورزی، عدم ورود کارگران به گلخانه و مزرعه در مواقعی که به تازگی آبیاری شده‌اند و سطح گیاهان خیس است، ضروری است. نقل و انتقال نشاءها در خزانه‌ها باید به حداقل برسد و انتقال نشاءها با کمترین آسیب به آن‌ها صورت پذیرد. ضدعفونی

خاک به صورت آفتابدهی یا بخاردهی به‌ویژه در خزانه‌ها یا گلخانه‌ها در حذف جمعیت باکتری در خاک تأثیرگذار است. آفتابدهی خاک خزانه موجب کاهش جمعیت باکتری *P. syringae* pv. *tomato* تا عمق ۳۰ سانتی-متری خاک می‌شود. روش بخاردهی در ضدعفونی قیم‌ها، سکو‌ها، سینی‌ها و سایر تاسیسات گلخانه نیز قابل استفاده است.

- روش‌های زراعی

باکتری‌های عامل بیماری می‌توانند حداقل یک فصل زراعی در خاک زنده بمانند بنابراین تناوب حداقل دو تا سه ساله با گیاهان غیرمیزبان موجب کاهش جمعیت این باکتری‌های بیمارگر در خاک می‌شود. مدیریت آبیاری باید بر اساس کاهش آبیاری بارانی و استفاده از آبیاری قطره‌ای باشد و گیاهان باید در خاک‌های دارای زهکشی مناسب کشت شوند. رعایت تراکم مناسب در کاشت و ایجاد تهویه مناسب در گلخانه و مزرعه موجب کاهش رطوبت در مزرعه و به تبع آن کاهش آلودگی می‌گردد. کوددهی به خاک باید با هدف متعادل کردن عناصر خاک انجام شود. عدم تعادل مواد غذایی موجب حساس شدن گیاه و توسعه بیماری می‌گردد. به دلیل وجود بیمارگرهای مشترک، بهتر است گوجه‌فرنگی در کنار مزرعه فلفل کشت نگردد، به‌ویژه اگر سابقه بیماری در فصول زراعی قبل وجود داشته باشد. استفاده از ارقام مقاوم نیز یکی از راه‌های موثر کنترل بیماری است.

- روش‌های شیمیایی

هنگامی که اولین لکه‌ها روی برگچه‌های گیاه گوجه‌فرنگی ظاهر شود، معمولاً برای مبارزه شیمیایی دیر است و نتایج رضایت‌بخشی را در جلوگیری از خسارت این بیماری به همراه نخواهد داشت. ترکیبات نمکی مس از قبیل

هیدروکسید مس (۲/۵ در هزار)، اکسید مس (۱ در هزار) و اکسی کلرور مس (۳ در هزار) می‌توانند برای محدود کردن شیوع این بیماری استفاده شوند. ترکیبات مس اثر پیشگیرانه و موضعی روی سطح اندام‌های هوایی دارند. استفاده از ترکیبات مسی در زمان بروز علائم و تشدید بیماری و ترجیحاً در زمانی که خزانه، گلخانه یا مزرعه خشک است، انجام شود. هنگامی که دمای هوا به ۳۲ درجه سلسیوس برسد، لازم است استفاده از ترکیبات شیمیایی متوقف گردد. ترکیبات دیگری که برای کنترل این بیماری استفاده شده است، هیپوکلریت سدیم با کلرین فعال ۱۰ درصد (۱۲۵ میلی‌لیتر در هکتار) است که به دلیل تجزیه شدن این ترکیب در معرض نور، توصیه شده که در هنگام غروب آفتاب استفاده شود. تیمار گیاهچه‌ها با چندین آنتی-بیوتیک به‌ویژه استرپتومایسین نیز در کاهش بیماری موثر است اما مصرف آن در بسیاری از کشورها ممنوع می‌باشد. وجود سویه‌های مقاوم به ترکیبات مسی و آنتی‌بیوتیک‌ها از باکتری‌های مختلف از جمله گونه‌های مختلف *Xanthomonas*، به‌ویژه در خزانه‌های تولید نشاء گوجه‌فرنگی گزارش شده است.

- مهار زیستی

میکروارگانیزم‌های مختلفی که برخی از آن به عنوان محرک سیستم دفاعی گیاهان (SDNs)^۱ شناخته می‌شوند، به عنوان عوامل مهار زیستی بیماری‌های باکتریایی گوجه‌فرنگی معرفی شده‌اند. این باکتری‌ها شامل سویه‌هایی از *Pseudomonas putida*، سویه Cit7 از گونه *Pseudomonas syringae*،

¹ Stimulators of defense

Cellulomonas turbata، *Rahnella aquatilis* و یک گونه غیربیماری‌زا از *Xanthomonas vesicatoria* می‌باشند. کاربرد باکتری‌های محرک رشد گیاهان (PGPR)^۱ از قبیل *Pseudomonas fluorescens*، *Bacillus subtilis*، *Azospirillum brasilense* به صورت آغشته‌سازی بذر و یا محلول‌پاشی اندام هوایی نیز موجب کاهش علائم بیماری روی برگ و میوه گوجه‌فرنگی می‌شود (Blancard, 2012; Borkar & Yumlembam, 2017).

¹ Plant Growth Promoting Rhizobacteria

فهرست منابع

- احمدی، ک.، عبادزاده، ح.ر.، حاتمی، ف.، محمدنیا افروزی، ش.، اسفندیاری پور، ا. و عباس طاقانی، ر. ۱۴۰۰. آمارنامه کشاورزی سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷. جلد اول: محصولات زراعی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات وزارت جهاد کشاورزی. تهران. ۸۹ صفحه.
- اسداغی، ا.، تقوی، س.م. و فضلای عرب، ا. ۱۳۹۵. اولین گزارش از وقوع لکه برگی باکتریایی گوجه فرنگی ناشی از *Xanthomonas perforans* در ایران. بیست و دومین کنگره گیاه پزشکی ایران. ۹-۶ شهریور. دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۹۸.
- بهار، م. ۱۳۶۸. شناسایی عامل بیماری لکه باکتریایی میوه گوجه فرنگی. خلاصه مقالات نهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. ۲۳-۱۸ شهریور. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد. صفحه ۱۴۳.
- خضری، م.، الهیاری ایگدیر، س. و آقازاده سوره، ز. ۱۳۹۹. بیماری های باکتریایی گوجه فرنگی در استان آذربایجان غربی. دانش بیماری شناسی گیاهی. شماره ۱۰. صفحات ۸۶-۹۶.
- رجبی، ا. ۱۳۸۱. بیماری های گوجه فرنگی. مرکز نشر دانشگاهی، تهران. ۳۵۲ صفحه.
- شهریاری، د. و رحیمیان، ح. ۱۳۷۴. خال زدگی باکتریایی گوجه فرنگی در ورامین. خلاصه مقالات دوازدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران. ۱۱-۶ شهریور. دانشگاه تهران، کرج. صفحه ۱۶۸.

قباخلو، ع. و رحیمیان، ح. ۱۳۷۹. مطالعه عوامل مولد لکه برگ‌گی باکتریایی گوجه‌فرنگی در ورامین. بیماری‌های گیاهی، شماره ۳۶. صفحات ۳۴۶-۳۲۹.

مدرس شیخ، ز.، طریقی، س.، جعفرپور، ب. و طاهری، پ. ۱۳۹۱. جداسازی چندین استرین مربوط به جنس *Xanthomonas* از لکه‌های برگ‌گی و میوه گوجه‌فرنگی در استان خراسان رضوی. سومین همایش ملی بیوتکنولوژی کشاورزی ایران (گیاهی، دامی و صنعتی)، ۱۵-۱۳ شهریور. دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد.

- Agrios, G.N. 2005. Plant Pathology. 5th Edition. Academic Press, New York, USA. 952 pp.
- Araújo, E.R., Costa, J.R., Pontes, N.C. & Quezado-Duval, A.M. 2015. *Xanthomonas perforans* and *X. gardneri* associated with bacterial leaf spot on weeds in Brazilian tomato fields. European Journal of Plant Pathology 143: 543-548.
- Bauchet, G. & Causse, M. 2012. Genetic diversity in tomato (*Solanum lycopersicum*) and its wild relatives. Genetic Diversity in Plants 133: 162.
- Beran, P. & Mráz, I. 2013 Species-specific PCR primers for detection of *Xanthomonas vesicatoria*. Crop Protection 43: 213-215.
- Blancard, D. 2012. Tomato diseases: Identification, Biology and Control: A Colour Handbook, 2nd Edition. CRC Press, London, UK. 688 pp.
- Borkar, S. & Yumlembam, R. 2017. Bacterial Diseases of Crop Plants. CRC Press, Boca Raton, USA. 594 pp.
- FAOSTAT. 2021. The Agricultural Production Domain. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> [accessed on 31 May 2021].
- Garibaldi, A., Minuto, A., Scortichini, M. & Gullino, M.L. 2007. First report of syringae leaf spot caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* on tomato in Italy. Plant Disease 91: 1518.
- Jones, J.B., Zitter, T.A., Momol, T.M. & Miller, S.A. 2014.

- Compendium of Tomato Diseases. APS Press, St. Paul, MN, USA. 168 pp.
- Knapp, S. & Peralta, I.E. 2016. The tomato (*Solanum lycopersicum* L., *Solanaceae*) and its botanical relatives. Pp. 7–21. In: J.M. Causse, J. Giovannoni, M. Bouzayen, & M. Zouine (eds), The Tomato Genome. Springer, Berlin, Germany.
- Obradovic, A., Jones, J.B., Balogh, B. & Momol, M.T. 2008. Integrated management of tomato bacterial spot. Pp. 211–223 In: A. Ciancio, & K.G. Mukerji (eds), Integrated Management of Diseases Caused by Fungi, Phytoplasma and Bacteria, Vol. 3. Springer Science and Business Media, Berlin, Germany.
- Osdaghi, E., Taghavi, S.M., Hamzehzarghani, H. & Lamichhane, J.R. 2016. Occurrence and characterization of the bacterial spot pathogen *Xanthomonas euvesicatoria* on pepper in Iran. Journal of Phytopathology 164: 722–734.
- Osdaghi, E., Taghavi, S.M., Hamzehzarghani, H., Fazliarab, A. & Lamichhane, J.R. 2017. Monitoring the occurrence of tomato bacterial spot and range of the causal agent *Xanthomonas perforans* in Iran. Plant Pathology 66: 990–1002.
- Osdaghi, E., Ansari, M., Taghavi, S.M., Zarei, S., Koebnik, R. & Lamichhane, J.R. 2018. Pathogenicity and phylogenetic analysis of *Clavibacter michiganensis* strains associated with tomato plants in Iran. Plant Pathology 67: 957–970.
- Potnis, N., Timilsina, S., Strayer, A., Shantharaj, D., Barak, J.D., Paret, M.L., Vallad, G.E. & Jones, J.B. 2015. Bacterial spot of tomato and pepper: diverse *Xanthomonas* species with a wide variety of virulence factors posing a worldwide challenge. Molecular Plant Pathology 16: 907–920.
- Preston, G.M. 2000. *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*: the right pathogen, of the right plant, at the right time. Molecular Plant Pathology 1: 263–275.
- Roach, R., Mann, R., Gambley, C.G., Shivas, R.G. & Rodoni, B. 2018. Identification of *Xanthomonas* species associated with bacterial leaf spot of tomato, capsicum and chilli crops in Eastern Australia. European Journal of Plant Pathology 150: 595–608.
- Schaad, N.W., Jones, J.B. & Chun, W. 2001. Laboratory Guide for the Identification of Plant Pathogenic Bacteria, 3rd Edition.

- APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 373 pp.
- Scortichini, M., Stefani, E., Elphinstone, J. & Bergsma Vlami, M. 2013. *Xanthomonas* spp. (*Xanthomonas euvesicatoria*, *Xanthomonas gardneri*, *Xanthomonas perforans*, *Xanthomonas vesicatoria*) causing bacterial spot of tomato and sweet pepper. Bulletin OEPP 43: 7–20.
- Thomas, J.E., Geering, A.D.W. & Maynard, G. 2018. Detection of “Candidatus *Liberibacter solanacearum*” in tomato on Norfolk Island, Australia. Australasian Plant Disease Notes 13: 7.
- Uppalapati, S.R., Ishiga, Y., Wangdi, T., Urbanczyk-Wochniak, E., Ishiga, T., Mysore, K.S. & Bender, C.L. 2008. Pathogenicity of *Pseudomonas syringae* pv. *tomato* on tomato seedlings: phenotypic and gene expression analyses of the virulence function of coronatine. Molecular Plant-Microbe Interactions 21: 383–395.
- Yang, W.E.N.C.A.I. & Francis, D.M. 2007. Genetics and breeding for resistance to bacterial diseases in tomato: prospects for marker-assisted selection. Pp. 379–419. In: M.K. Razdan, & A.K. Mattoo (eds), Genetic Improvement of Solanaceous Crops. Vol. 2: Tomato. Science Publishers Inc, New Hampshire, USA.



Iranian Research Institute of Plant Protection

**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research, Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Bacterial diseases causing leaf spot on tomato

By:

Maryam Khezri

Register No.:

61927

2022