دانش بیماری‌شناسی گیاهی
سال ۱۴، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۴۰۳
Plant Pathology Science
Vol. 14(1), 2025
(oISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Website: http://yujs.yu.ac.ir/pps/

Applied Article

Management strategies for Fusarium crown and root rot disease in tomato

Azadeh Goudarzi✉
Department of Plant Protection Researches, Hormozgan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bandar Abbas, Iran

Goudarzi, A. (2025). Management strategies for Fusarium crown and root rot disease in tomato. *Plant Pathology Science*, 14(1), 9-18.

Abstract: Fusarium root and crown rot disease of tomato is one of the most important and destructive soil-borne diseases of this crop, and one of the factors limiting production of tomato in the world. Disease symptoms include yellowing and necrosis of leaves and petioles, defoliation, formation of brown wounds on the roots and tissues adjacent to the soil surface, necrosis and discoloration of internal tissues of crown and basal stem, reduction in the quantity and quality of fruits, wilting and plant death. Eleven *Fusarium* species with names; *F. solani*, *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* , *F. moniliforme*, *F. culmorum*, *F. commune*, *F. redolens*, *F. chlamydosporum*, *F. semitectum*, *F. lateritium*, *F. acuminatum* and *F. equiseti* has been reported as the causatives of the disease in the world. The disease occurrence in farms and commercial greenhouses, if disease management strategies are not implemented, usually leads to great economic losses to the tomato yield and in some cases, complete crop destruction. The disease has been reported from East-Azarbaijan, Semnan, Fars, Hormozgan and Kerman Provinces, in Iran. This article discusses integrated disease management strategies, emphasizing preventive measures such as pathogen exclusion, use of resistant cultivars, prevention of root and crown injuries, sanitation, salt stress management, as well as cultural, biological, and chemical control methods.

Key words: *Fusarium oxysporum*, *Fusarium solani*, *Fusarium lateritium*, *Fusarium semitectum*

مقاله ترویجی

روش‌های مدیریت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی

آزاده گودرزی✉
بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی هرمزگان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرعباس، ایران

گودرزی، آ. (۱۴۰۳). روش‌های مدیریت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی*، ۱۴ (۱): ۱۸-۹.

چکیده: بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی یکی از مهم‌ترین و خسارت‌زاترین بیماری‌های خاک‌زاد این محصول و از عوامل محدودکننده تولید گوجه‌فرنگی در دنیا به شمار می‌رود. نشانه‌های بیماری شامل زرد و بافت‌مرده شدن

✉ a.goudarzi6061@gmail.com, Received: 2024.11.04; Revised: 2024.12.30; Accepted: 2025.02.07
✉: دریافت: ۱۴۰۳/۰۸/۱۴، بازنگری: ۱۴۰۳/۱۰/۱۰، پذیرش: ۱۴۰۳/۱۱/۱۹

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

برگ‌ها و دمبرگ‌ها، ریزش برگ‌ها، تشکیل زخم‌های قهوه‌ای رنگ روی ریشه و بافت‌های مجاور سطح خاک، بافت‌مرده شدن و تغییر رنگ بافت‌های داخلی طوقه و قاعده ساقه، کاهش کمیت و کیفیت میوه‌ها، پژمردگی و مرگ گیاه است. یازده گونه *Fusarium* به نام‌های، *F. solani* ، *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*، *F. moniliforme*، *F. culmorum*، *F. commune*، *F. redolens*، *F. chlamydosporum*، *F. semitectum*، *F. lateritium*، *F. acuminatum* و *F. equiseti* به عنوان عوامل مولد این بیماری در دنیا گزارش شده‌اند. وقوع بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی در مزرعه‌ها و گلخانه‌های تجارتی، در صورت عدم اجرای راهبردهای مدیریت بیماری معمولاً به وارد شدن زیان اقتصادی فراوان به عملکرد محصول گوجه‌فرنگی و در برخی موارد، نابودی کامل محصول منجر می‌شود. این بیماری تا کنون از استان‌های آذربایجان شرقی، سمنان، فارس، هرمزگان و کرمان در ایران، گزارش شده است. راهبردهای مدیریت تلفیقی بیماری شامل راه‌کارهای پیشگیری‌کننده مانند پیشگیری از ورود و انتشار عامل بیماری، استفاده از رقمهای مقاوم، جلوگیری از ایجاد زخم در ریشه و طوقه، بهداشت زراعی و مدیریت تنش شوری و روشهای مبارزه زراعی، زیستی و شیمیایی در این مقاله شرح داده شده‌اند.

واژگان کلیدی: *Fusarium oxysporum*، *Fusarium solani*، *Fusarium lateritium*، *Fusarium semitectum*

مقدمه

بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه یکی از بیماری‌های مهم و خسارت‌زای گوجه‌فرنگی در دنیا به شمار می‌رود. این بیماری نخستین بار در سال ۱۹۶۹ از ژاپن و پس از آن در دهه ۱۹۷۰ از ایالت تگزاس آمریکا، کانادا، مکزیک و مناطق مختلف ایالات متحده آمریکا شامل اوهایو، فلوریدا، کالیفرنیا و نیوهمپشایر گزارش شده است(Davis & Paulus 2014، Yue et al. 2022). در حال حاضر، این بیماری دارای پراکنش جهانی است و یکی از محدودیت‌های اصلی تولید نشاء و میوه گوجه‌فرنگی در بسیاری از کشورهای تولیدکننده این محصول به شمار می‌رود (Yue et al. 2022). وقوع بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه در مزرعه‌ها و گلخانه‌های تجارتی گوجه‌فرنگی، در صورت عدم اجرای راهبردهای مدیریت بیماری معمولاً به وارد شدن زیان اقتصادی قابل‌توجه به عملکرد محصول گوجه‌فرنگی و در برخی موارد، نابودی کامل محصول منجر می‌شود. در کشورهای مختلف، میانگین کاهش عملکرد محصول ناشی از این بیماری در مزرعه ها تا ۵۰ درصد و در گلخانه‌ها و سیستم‌های کشت بدون خاک تا ۶۵ درصد گزارش شده است (Davis and Paulus 2004 , Triky-Dotan et al. 2005). بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی در خاک‌های اسیدی و دارای زهکشی ضعیف که مستعد غرقاب شدن هستند، از شدت بیشتری برخوردار است. همچنین، شوری بالای خاک یا آب آبیاری به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، در افزایش وقوع و شدت این بیماری بسیار مؤثر است. گوجه‌فرنگی از نظر تحمل به شوری، یک گیاه حساس محسوب می‌شود و سطوح شوری بالاتر از ۲/۵ دسی زیمنس برمتر، از طریق اعمال تأثیر نامطلوب بر رشد و متابولیسم گیاه، مقاومت آن را نسبت به عامل بیماری کاهش می‌دهد (Triky-Dotan et al. 2005). در شرایط تنش شوری، وقوع بیماری معمولاً در مراحل ابتدایی رشد گیاهچه‌ها اتفاق می‌افتد. به علاوه، شدت بیماری در گیاهان رشد یافته در شرایط تنش شوری نسبت به گیاهانی که با آب غیر شور آبیاری شده‌اند، به میزان قابل‌توجهی بیشتر است (Triky-Dotan et al. 2005, Woltz et al. 1992, Jones et al. 1993).

ایران در بین کشورهای تولیدکننده گوجه‌فرنگی در جهان در رتبه ششم قرار دارد. گوجه‌فرنگی یکی از محصولهای کشاورزی بسیار مهم و پرمصرف در کشور محسوب می‌شود و از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید در گروه سبزی‌جات و

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

صیفی‌جات، مهم‌ترین محصول پس از سیب‌زمینی در نظر گرفته می‌شود. در سال ۱۴۰۱، سطح زیر کشت گوجه‌فرنگی در ایران حدود ۱۰۳ هزار هکتار و میزان تولید سالانه آن بیش از پنج میلیون تن برآورد شد. در حال حاضر، گوجه‌فرنگی در حداقل ۳۰ استان کشور کشت می‌شود. استان‌های فارس، بوشهر، خراسان رضوی، کرمان، قزوین، هرمزگان، آذربایجان شرقی، کرمانشاه، همدان و گلستان، رتبه اول تا دهم کشت و تولید این محصول را دارند (Ashraf-Jahani 2023). بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی تا کنون از استان‌های آذربایجان شرقی، سمنان، خراسان شمالی، فارس، هرمزگان و کرمان گزارش شده و از بیماری‌های شایع این محصول در مزرعه‌ها و گلخانه‌ها محسوب می‌گردد (Amini et al. 2013, Sadravi and Setayeshmehr 2009, Rahimipour et al. 2024, Viani et al. 2008, Sharzei et al. 2013). وقوع این بیماری در مزرعه‌های گوجه‌فرنگی استان هرمزگان، ، بسته به نحوه اجرای راه‌کارهای مدیریت بیماری، از ۳ تا ۱۸ درصد تعیین شده است (Rahimipour et al. 2024).

بیمارگرها

یک عامل بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی نخستین بار در سال ۱۹۷۴ به عنوان نژاد جدیدی از *F. oxysporum* Schltdl. f. sp. *lycopersici* (Sacc.) W.C. Snyder & H.N. Hansen (FOL) (عامل بیماری پژمردگی آوندی گوجه‌فرنگی) از فلوریدا گزارش شد و در سال ۱۹۷۸، بر اساس برخی ویژگی‌های زیست‌شناختی و بیماری‌زایی شامل دمای بهینه فعالیت، دامنه میزبانی و نشانه‌های بیماری، به عنوان فرم اختصاصی جدیدی از *F. oxysporum* با نام علمی *F. oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* (FORL) معرفی گردید (Cabral et al. 2020). ده گونه دیگر *Fusarium* به نام‌های: *F. solani* (Mart.) Sacc.، *F. moniliforme* J. Sheld.، *F. culmorum* (Wm. G. Sm.) Sacc.، *F. commune* K. Skovg., O'Donnell & Nirenberg، *F. chlamydosporum* Wollenw. & Reinking، *F. redolens* Wollenw. & Ravenel، *F. lateritium* Nees، *F. acuminatum* Ellis & Everh. و *F. equiseti* (Corda) Sacc. نیز به عنوان عوامل مولد بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی از مناطق مختلف کشت این محصول در جهان گزارش شده‌اند (Rozlianah and Sariah 2010, Yezli et al. 2019, Zebboudj et al. 2020, Hamini-Kadar et al. 2010).

بر اساس نتایج حاصل از تحقیقات انجام شده در ایران، گونه‌های مختلف جنس *Fusarium* شامل *F. solani* در استان‌های خراسان شمالی و خوزستان (Parvin and Farokhinejad 2013, Sadravi and SetayeshMehr 2009)، *F. solani*، *F. oxysporum* و *F. oxysporum* در استان سمنان (Ommati and Ershad 2004)، *F. equiseti*، *F. acuminatum*، *F. proliferatum* (Matsush.) Nirenberg، *F. lateritium* و *F. semitectum* در استان آذربایجان شرقی (Viani et al. 2008, Shekari et al. 2006)، *F. solani*، *F. pseudoanthophilum* Nirenberg, O'Donnell & Mubat.، *F. equiseti* و *F. oxysporum* در استان فارس (Amini et al. 2013 , Sharzei et al. 2013) و FORL در استان‌های هرمزگان و کرمان (Rahimipour et al. 2024) به عنوان عوامل مولد بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی جداسازی و گزارش شده‌اند.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

شکل ۱- A: تشکیل شانکر به رنگ قهوه‌ای تیره دورتادور ساقه اصلی در مجاورت سطح خاک؛ B: پیشروی زخم‌ها به بافت‌های داخلی ناحیه طوقه و قاعده ساقه به صورت نواحی بافت‌مرده.

Figure 1- A: Formation of dark brown cankers encircling the main stem near the soil surface. **B:** Progression of lesions into the internal tissues of the crown and basal stem, appearing as necrotic areas.

نشانه‌های بیماری

گوجه‌فرنگی در تمام مراحل رشد رویشی و زایشی نسبت به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه حساس است. آلودگی گیاهچه‌ها معمولاً به زرد شدن و ریزش برگ‌های لپه‌ای، تشکیل زخم‌های قهوه‌ای رنگ در ناحیه هیپوکوتیل، پوسیدگی ریشه، پژمردگی و وقوع بیماری مرگ گیاهچه منجر می‌شود. با این حال، نشانه‌های بیماری معمولاً در زمان میوه-دهی گیاهان ظاهر می‌گردند. در گیاهان بالغ، نخستین نشانه‌های بیماری به صورت زرد و بافت‌مرده شدن برگ‌های مسن و دمبرگ‌ها و ریزش برگ‌ها مشاهده می‌گردد و با پیشرفت بیماری، این نشانه‌ها به تدریج به سمت برگ‌های جوان توسعه می‌یابند. روی ریشه‌ها و بافت‌های مجاور سطح خاک، زخم‌های خشک مدور یا بی‌شکل به رنگ قهوه‌ای تشکیل می‌شوند که به تدریج به بافت‌های داخلی ناحیه طوقه و قاعده ساقه پیشروی می‌کنند و به صورت نواحی بافت‌مرده به رنگ قهوه‌ای مایل به قرمز در برش طولی قابل مشاهده هستند. برخلاف بیماری پژمردگی فوزاریومی، این بافت‌مردگی و تغییر رنگ آوندی به بیش از ۱۵ تا ۲۰ سانتی‌متری سطح خاک توسعه نمی‌یابد. در آلودگی‌های شدید، شانکرهایی به رنگ قهوه‌ای تیره دورتادور ساقه اصلی را در مجاورت سطح خاک فرا می‌گیرند (شکل ۱). در گیاهان آلوده، حجم ریشه‌ها کاهش می‌یابد و بسته به شدت بیماری، بخشی از ریشه‌های مویین از بین می‌روند. به علاوه، به دلیل وارد شدن آسیب به ریشه‌ها، نشانه‌های کاهش رشد و پژمردگی در این گیاهان مشاهده می‌شود. در ابتدا، پژمردگی در گرم‌ترین ساعات روز اتفاق می‌افتد و شب‌هنگام بهبود می‌یابد، اما گیاهان شدیداً آلوده ممکن است به طور دائمی پژمرده شوند و از بین بروند یا در حالت ضعیف باقی بمانند. در گیاهان آلوده، تعداد و اندازه میوه‌ها در مقایسه با گیاهان سالم کمتر است و این میوه‌ها از کیفیت و ارزش اقتصادی کمتری برخوردار هستند (Rahimipour et al. 2024).

زیست‌شناسی بیمارگرها

بیمارگرها در غیاب گیاه میزبان، به صورت کلامیدوسپور به مدت چند سال در بقایای گیاهی و خاک بقاء می‌یابند. رخنه بیمارگر به بافت‌های گیاهی از طریق زخم‌ها و منافذ طبیعی صورت می‌گیرد و آلودگی‌های اولیه در بافت‌های مجاور خاک یا زیر سطح خاک استقرار می‌یابند. عوامل مؤثر بر وقوع و شدت بیماری شامل دمای ۲۲-۱۰ درجه سلسیوس، خاک‌های

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

اسیدی (pH=۴-۵/۷)، زهکشی نامناسب خاک، سطوح بالای کلر و سدیم و مقادیر اندک کلسیم در خاک است. FORL با سایر بیمارگرها یا عوامل محیطی که سبب ایجاد زخم در ریشه می‌شوند، به صورت هم‌افزا عمل می‌کند. برای مثال، وقوع آلودگی‌های همزمان FORL و نماتد گره ریشه در کاهش عملکرد محصول از تأثیر بسیار بیشتری برخوردار است. انتشار عامل بیماری در فواصل دور از طریق بذر، نشاء، خاک، کود دامی، آب، کمپوست، سینی‌های کشت، تجهیزات باغبانی آلوده، میکروکنیدیوم‌های موجود در هوا و همچنین تردد افراد و ماشین آلات کشاورزی صورت می‌گیرد (Staniaszek et al. 2014, Rekah et al. 2001).

روش‌های مدیریت بیماری

۱- پیشگیری از ورود و انتشار عامل بیماری: پیشگیری از ورود و انتشار عامل بیماری، یک راهبرد اولیه و مهم برای مدیریت بیماری به شمار می‌رود که شامل جلوگیری از انتقال بذر، نشاء، سینی‌های کشت، خاک، کود دامی، کمپوست و تجهیزات باغبانی آلوده از گلخانه‌ها، مزرعه ها یا مناطق آلوده به مناطق عاری از بیماری است. گلخانه‌های تولید نشاء نباید در مجاورت مزرعه ها گوجه‌فرنگی احداث شوند. همچنین، تردد افراد و ماشین آلات کشاورزی بین گلخانه‌ها، مزرعه ها و مناطق مختلف تولید گوجه‌فرنگی همواره باید با احتیاط لازم صورت گیرد (McGovern 2015).

۲- شناسایی و کشت رقمهای مقاوم: استفاده از رقمهای مقاوم، از نظر اقتصادی مقرون به صرفه و از نظر زیست محیطی یک راه‌کار ایمن محسوب می‌شود. از این‌رو، شناسایی منابع مقاومت ژنتیکی نسبت به بیماری در دستیابی به رقمهای مقاوم و ایجاد مقاومت پایدار یک امر ضروری است (Fazio et al. 1999، صدروی و ستایش‌مهر ۱۳۸۷). اغلب رقمهای تجاری گوجه‌فرنگی نسبت به FORL حساس هستند، اما برخی از رقمهای از مقاومت بیشتری نسبت به بیماری برخوردارند. مقاومت به FORL به وسیله ژن منفرد غالب *frl* کنترل می‌شود و در حال حاضر، این ژن در برنامه‌های اصلاح نژاد گوجه-فرنگی به منظور توسعه رقمهای مقاوم به FORL به صورت تجاری مورد استفاده قرار می‌گیرد (Devran et al. 2018). غربالگری لاین‌ها و رقمهای مختلف گوجه‌فرنگی با استفاده از نشانگرهای مولکولی مبتنی بر ژن *frl* به منظور شناسایی رقمهای مقاوم به FORL نتایج موفقیت‌آمیزی را به دنبال داشته است (Devran et al. 2018, Fazio et al. 1999, Mutlu et al. 2015, Staniaszek et al. 2014). در ایران، مقاومت رقمهای مختلف گوجه‌فرنگی نسبت به بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه از طریق انجام آزمون‌های بیماری‌زایی و یا با استفاده از نشانگرهای مولکولی مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است. واکنش سه رقم گوجه‌فرنگی شامل ارگون، دانفیلد و کلوز در مقابل جدایه C142 از قارچ FORL در شرایط گلخانه در استان آذربایجان شرقی، مورد بررسی قرار گرفته است و رقم دانفیلد به عنوان حساس‌ترین رقم نسبت به این بیمارگر معرفی شد (Manafi et al. 2012). ارزیابی واکنش ۱۴ رقم گوجه‌فرنگی رایج در جنوب استان کرمان و استان هرمزگان و بررسی وجود یا عدم وجود ژن مقاومت *frl* در رقمهای گوجه‌فرنگی بر اساس نشانگر $SCAR_{Frl}$، رقمهای کارون، کانیون، کومودورو و ۴۱۲۹ به عنوان مقاوم‌ترین و رقمهای الیسا، برنتا، گلسار و متین به عنوان حساس‌ترین رقم‌ها نسبت به FORL شناخته شدند (Bahari-Meymandi et al. 2024). ارزیابی واکنش چهار رقم موبیل، فلات، پی‌اس و سوپر استرین ب ، به پوسیدگی فوزاریومی ریشه گوجه‌فرنگی ناشی از *F.solani* نشان داده که این رقمها در مرحله جوانه‌زنی بذر مقاومتی به بیمارگر ندارند، ولی در مرحله نشا رقم موبیل حساسیت کمتری به بیماری دارد (صدروی و ستایش‌مهر ۱۳۸۷). غربالگری هشت رقم گوجه‌فرنگی به بیماری پژمردگی فوزاریومی گوجه‌فرنگی ناشی از

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

FOL نیز نشان داده، رقم سی‌اچ نیمه‌حساس ، رقمهای دافنیس، کارناک، سی‌اچ‌پویا، ارلی‌پویا و سوپرپویا نیمه‌مقاوم، رقم‌های کینگ‌استون و سوپرچف کاملا مقاوم به جدایه پرآزارتر بیمارگر هستند (رسولی و همکاران ۱۴۰۱، Rasouli et al. 2023)

۳- جلوگیری از ایجاد زخم و وارد شدن آسیب به گیاهان: به دلیل این‌که وجود زخم در ریشه و بافت‌های مجاور سطح خاک در رخنه عامل بیماری به گیاه میزبان نقش مؤثری دارد، اجتناب از وارد شدن هرگونه آسیب فیزیکی و زخم به گیاهچه‌ها در مراحل مختلف تولید نشاء و هنگام انتقال آنها به زمین در پیشگیری از وقوع بیماری اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است (McGovern 2015).

۴- بهداشت زراعی: استفاده از آب آبیاری عاری از آلودگی و اقدامات بهداشتی سختگیرانه شامل ضد عفونی بستر کشت، سینی‌های کشت نشاء، ابزارهای کشاورزی، سکوها و راهروهای گلخانه، کفش‌های کارگران و جمع‌آوری و از بین بردن بقایای گیاهی آلوده از جمله راهبردهای پیشگیری کننده برای مدیریت بیماری به شمار می‌روند (McGovern 2015).

۵- مدیریت تنش شوری: شوری بالای خاک یا آب آبیاری، از عوامل بسیار مؤثر در آسیب‌پذیر شدن گیاهان گوجه‌فرنگی نسبت به وقوع و گسترش بیماری به شمار می‌روند. راه‌کارهایی نظیر عدم کاشت گوجه‌فرنگی در خاک‌های شور و اجتناب از آبیاری گیاهان با آب شور، به ویژه سطوح شوری بالاتر از ۲/۵ دسی زیمنس بر متر از جمله مواردی هستند که باید در مدیریت بیماری مورد توجه قرار گیرند (Triky-Dotan et al. 2005, Jones et al. 1993).

۶- مدیریت زراعی: نگهداری pH خاک در بازه ۷-۶ و به حداقل رساندن کاربرد کودهای مبتنی بر آمونیاک نظیر نیترات آمونیوم، سولفات آمونیوم و فسفات آمونیوم در کاهش شدت بیماری مؤثر است (Woltz et al. 1992). توصیه می‌شود از انجام آبیاری بیش از اندازه که سبب مستعد شدن گیاهچه‌ها نسبت به استقرار آلودگی‌های خاک‌زاد می‌شود، اجتناب گردد. برقراری تناوب کشت گوجه‌فرنگی با گیاهان غیر میزبان نظیر کاهو، ذرت و غلات حداقل به مدت سه سال، جمعیت FORL را به میزان قابل‌توجهی در خاک کاهش می‌دهد. با این حال، به دلیل این که عامل بیماری در غیاب گیاه میزبان به مدت چند سال در خاک بقاء می‌یابد، اعمال تناوب زراعی راه‌کار قطعی برای مدیریت بیماری محسوب نمی‌شود (McGovern 2015).

۷- مبارزه زیستی: برخی از آنتاگونیست‌های قارچی و باکتریایی از قابلیت مناسبی در مدیریت بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی برخوردار هستند. از بین گونه‌هایی که استفاده از آنها در کنترل بیماری اثربخشی قابل قبولی به همراه داشته است، می‌توان به *Trichoderma harzianum*، جدایه‌های غیر بیمارگر *F. oxysporum*، *Glomus intraradices*، *Pythium oligandrum*، *Bacillus* spp. و *Pseudomonas fluorescens* اشاره نمود. ساز و کار عمل این آنتاگونیست‌ها در مهار رشد و فعالیت بیمارگر در ناحیه ریزوسفر عمدتاً شامل مایکوپارازیتیسم، آنتی‌بیوز، تولید ترکیبات ضد میکروبی و سیدروفور و رقابت برای کسب مواد مغذی است. با این حال، عملکرد بسیاری از آنتاگونیست‌ها ممکن است تحت تأثیر دامنه گسترده‌ای از شرایط محیطی و زیستی متفاوت باشد و این مسئله، یکی از موانع اصلی برای توسعه تجاری عوامل کنترل زیستی محسوب می‌گردد (Muslim et al. 2003,Datnoff et al. 1995).

۸- مبارزه شیمیایی: قارچ‌کش‌های شیمیایی از اجزای ضروری مدیریت تلفیقی بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه گوجه‌فرنگی به شمار می‌روند. ضد عفونی بذر با قارچ‌کش در پیشگیری از وقوع بیماری مرگ گیاهچه مؤثر است. در صورت

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

وقوع بیماری در مزرعه، کاربرد قارچ‌کش‌های مناسب، به ویژه در مراحل اولیه آلودگی در کنترل بیماری نقش مهم و تعیین-کننده‌ای دارد. با این حال، کاربرد قارچ‌کش‌ها با محدودیت‌هایی نیز مواجه است. قارچ‌کش‌های بسیار اندکی در خاک از اثربخشی لازم در کنترل بیماری برخوردار هستند. به علاوه، ظهور سویه‌های مقاوم به قارچ‌کش در جمعیت‌های بیمارگر، سبب بی‌اثر شدن قارچ‌کش‌ها و کاهش عمر مفید آنها می‌گردد. کاربرد سموم تدخینی در کنترل بیماری مؤثر نیست، زیرا عامل بیماری می‌تواند به سرعت در خاک‌های ضد عفونی شده استقرار یابد. به علاوه، مخاطرات ناشی از کاربرد این سموم برای محیط زیست و موجودات غیر هدف بسیار جدی و جبران‌ناپذیر است (Muslim et al. 2003, Ma & Michailides 2005).

نتیجه‌گیری

پوسیدگی فوزاریومی ریشه و طوقه یکی از بیماری‌های مهم و خسارت‌زای گوجه‌فرنگی در دنیا و ایران محسوب می‌شود. طی سال‌های گذشته، این بیماری از استان‌های آذربایجان شرقی، خراسان‌شمالی، سمنان، فارس، هرمزگان و کرمان گزارش شده و یکی از محدودیت‌های عمده تولید گوجه‌فرنگی در این استان‌ها محسوب می‌شود. افزایش سطح شوری خاک و آب آبیاری، یکی از نگرانی‌های عمده در بخش کشاورزی به شمار می‌رود و این احتمال وجود دارد که افزایش وقوع و شدت بیماری به ویژه در جنوب کشور، ناشی از تغییر در سطح شوری آب و خاک باشد. راهبردهای مدیریت تلفیقی بیماری شامل راه‌کارهای پیشگیری‌کننده مانند پیشگیری از ورود و انتشار عامل بیماری، استفاده از رقمهای مقاوم، جلوگیری از ایجاد زخم در ریشه و طوقه، بهداشت زراعی و مدیریت تنش شوری و روشهای مبارزه زراعی، زیستی و شیمیایی در این مقاله شرح داده شدند.

منابع References

رسولی، ل.، صدروی، م. و کشاورز، ک. (۱۴۰۱). غربالگری هشت رقم گوجه‌فرنگی برای مقاومت به بیماری پژمردگی فوزاریومی. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی*، ۱۲ (۱)، ۵۲-۴۶.

صدروی، م. و ستایش‌مهر، ف. (۱۳۸۷). بیماری‌های قارچی گوجه فرنگی در استان خراسان شمالی و واکنش چهار رقم تجاری نسبت به آنها. *بیماری‌های گیاهی*، ۴۴، ۳۶۱-۳۵۵.

Amini, J., Kazemi, M., Abdollahzadeh, J., & Darvishnia, M. (2013). Identification of *Fusarium* spp. and their pathogenicity associated with root rot of tomato, Marvdasht. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, *44*(1), 71-80 [In Persian].

Ashraf-Jahani, M. (2023). Agricultural statistics 2021-2022. Tehran: Information and Communication Technology Center of the Ministry of Agricultural Jihad [In Persian].

Bahari-Meymandi, A., Amirmijani, A., & Goudarzi, A. (2024). Evaluation of resistance of different tomato cultivars against *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* and molecular identification of resistant cultivars based on SCARFrl marker in the south of Kerman Province and Hormozgan Province. *Iranian Journal of Plant Pathology*, *59*(2), 116-132 [In Persian].

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

Cabral, C. S., Gonçalves, A. M., Fonseca, M. E. N., Urben, A. F., Costa, H., Lourenco, V., Boiteux, L. S., & Reis, A. (2020). First detection of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis–lycopersici* across major tomato-producing regions in Brazil. *Phytoparasitica, 48*(4), 545-553.

Datnoff, L. E., Nemec, S., & Pernezny, K. (1995). Biological control of *Fusarium* crown and root rot of tomato in Florida using *Trichoderma harzianum* and *Glomus intraradices*. *Biological Control*, *5*(3), 427-431.

Davis, R. M., & Paulus, A. O. (2014). *Fusarium* crown and root rot. *Compendium of Tomato Diseases and Pests* (Pp. 25-27), APS Press, St. Paul, MN, USA.

Devran, Z., Kahveci, E., Hong, Y., Studholme, D. J., & Tör, M. (2018). Identifying molecular markers suitable for Frl selection in tomato breeding. *Theoretical and Applied Genetics*, *131*(10), 2099-2105.

Fazio, G., Stevens, M. R., & Scott, J. W. (1999). Identification of RAPD markers linked to *Fusarium* crown and root rot resistance (Frl) in tomato. *Euphytica*, *105*, 205-210.

Hamini-Kadar, N., Edel-Hermann, V., Gautheron, N., & Steinberg, C. (2010). First report of *Fusarium commune* and *Fusarium redolens* causing crown and root rot on tomato in Algeria. *New Disease Reports*, *22*(1), 3.

Jones, J. P., Jones, J. B., Woltz, S. S., & Scott, J. W. (1993). Influence of soil pH, nitrogen source, and transplant drenches on development of crown rot of tomato. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society*, *106*, 170-172.

Ma, Z., & Michailides, T. J. (2005). Advances in understanding molecular mechanisms of fungicide resistance and molecular detection of resistant genotypes in phytopathogenic fungi. *Crop Protection*, *24*(10), 853-863.

Manafi, R., Babai Ahari, A., Arzanlou M., & Valizadeh, M. (2012). Evaluation of the resistance of common cultivars of greenhouse tomato in East Azarbaijan province to *Fusarium* wilt disease and investigation of the possibility of biological control of this disease. *Journal of Agricultural Science and Sustainable Production*, *22*(1), 145-158 [In Persian].

McGovern, R. J. (2015). Management of tomato diseases caused by *Fusarium oxysporum*. *Crop Protection*, *73*, 78-92.

Muslim, A., Horinouchi, H., & Hyakumachi, M. (2003). Control of *Fusarium* crown and root rot of tomato with hypovirulent binucleate *Rhizoctonia* in soil and rock wool systems. *Plant Disease*, *87*(6), 739-747.

Mutlu, N., Demirelli, A., Ilbi, H., & Ikten, C. (2015). Development of co-dominant SCAR markers linked to resistant gene against the *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Theoretical and Applied Genetics*, *128*, 1791-1798.

Ommati, F., & Ershad, J. (2004). Identification of fungal agents of tomato wilting from nurseries and field of Semnan province. *Abstract Book of 16th Iranian Plant Protection Congress* [In Persian with English Abstract].

Parvin, M. R., & Farokhi-Nejad, R. (2013). Genetic diversity of *Fusarium solani* the causal agent of tomato root and crown rot using VCGs. *Research in Plant Pathology*, *1*(2), 59-68 [In Persian].

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

Rahimipour, P., Amirmijani, A., & Goudarzi, A. (2024). dentification of fungal agents causing tomato root and crown rot in Hormozgan province. *Iranian Journal of Plant Protection Science*, *54*(2), 207-225 [In Persian].

Rasouli, L., Sadravi, M., and Keshavarz, K. (2023). Screening eight tomato varieties for resistance to Fusarium wilt disease. *Plant Pathology Science,* 12(1), 46-52. Doi: 10.2982/PPS.12.1.46

Rekah, Y., Shtienberg, D., & Katan, J. (2001). Population dynamics of *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* in relation to the onset of *Fusarium* crown and root rot of tomato. *European Journal of Plant Pathology*, *107*, 367-375.

Rozlianah, F. S., & Sariah, M. (2006). Characterization of Malaysian isolates of *Fusarium* from tomato and pathogenicity testing. *Research Journal of Microbiology*, *1*(3), 266-272.

Sadravi, M., & Setayesh, M. F. (2009). Fungal diseases of tomato in North Khorasan province and the reaction of four commercial cultivars to their pathogens. *Iranian Journal of Plant Pathology 44*(4), 355-361 [In Persian].

Sharzei, A., Heidary, S., & Raufi, F. (2013). Identification of tomato root and crown pathogenic fungi in Marvdasht region, Iran. *Research in Plant Pathology*, 1(3), 57-64 [In Persian].

Shekari, A., Mirabolfathi, M., Mohammadi-Pour, M., Zad, J., & Okhovvat, S. M. (2006). *Phytophthora* root and crown rot of several field and vegetable crops in East Azarbaijan Province. *Iranian Journal of Plant Pathology*, *42*(2), 293-308 [In Persian].

Skovgaard, K., Rosendahl, S., O'Donnell, K., Nirenberg, H. I. (2003). *Fusarium commune* is a new species identified by morphological and molecular phylogenetic data. *Mycologia*, *95*(4), 630-636.

Staniaszek, M., Szczechura, W., & Marczewski, W. (2014). Identification of a new molecular marker C2-25 linked to the *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici* resistance Frl gene in tomato. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, *50*(4), 285-287.

Triky-Dotan, S., Yermiyahu, U., Katan, J., & Gamliel, A. (2005). Development of crown and root rot disease of tomato under irrigation with saline water. *Phytopathology*, *95*(12), 1438-1444.

Viani, A., Alizadeh, A., Babadoust, M., & Peighami, E. (2008). Investigation on *Fusarium* diseases of tomatoes in East Azerbaijan. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources*, *14*, 192-206 [In Persian].

Woltz, S. S., Jones, J. P., & Scott, J. W. (1992). Sodium chloride, nitrogen source, and lime influence *Fusarium* crown rot severity in tomato. *HortScience*, 27, 1087-1088.

Yezli, W., Hamini-Kadar, N., Zebboudj, N., Blondin, L., Tharreau, D., & Kihal, M. (2019). First report of crown and root rot of tomato caused by *Fusarium equiseti* in Algeria. *Journal of Plant Pathology*, *101*(4), 1249.

Yue, Z. L., Tian, Z. J., Zhang, J. W., Zhang, S. W., Li, Y. D., & Wu, Z. M. (2022). Overexpression of lectin receptor-like kinase 1 in tomato confers resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *radicis-lycopersici*. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 836269.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]

Zebboudj, N., Yezli, W., Hamini-Kadar, N., & Kihal, M. (2020). Antifungal activity of lactic acid bacteria against *Fusarium* species responsible for tomato crown and root rots. *Environmental and Experimental Botany*, *18*, 7-13.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-05-04]