دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا: ۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال دوازدهم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۴۰۱
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 12(1), 2023

Fusarium wilt disease of date palm

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

Received: 01.29.2022 Accepted: 05.01.2022
Goudarzi, A. (2023). Fusarium wilt disease of date palm. *Plant Pathology Science*, 12(1), 64-73. Doi: 10.2982/PPS.12.1.64

Abstract
Fusarium wilt disease is known as one of the most destructive and fatal diseases of date trees in many date-producing areas of the world, especially date-producing countries in Africa. Currently, a significant portion of date orchards in Morocco and the western and central Sahara of Algeria are affected by Fusarium wilt disease. The economic losses caused by Fusarium wilt disease of dates, especially in the incidence of severe epidemics, are significant. Over the past century, the disease has killed more than 12 million palm trees in Morocco and about three million palm trees in Algeria. *Fusarium oxysporum* (Schltdl.) f. sp. *albedinis*, a soil-borne vascular pathogen, is known to cause Fusarium wilt disease of dates. The economic losses caused by this disease are very significant, especially in the incidence of severe epidemics, and in some areas, the Fusarium wilt epidemic has destroyed more than 70% of the date fruits. Integrated disease management strategies include the use of resistant or tolerant cultivars, prevention of introduction of the disease causal agent into disease-free areas, eradication of the disease, biological control and chemical control. This disease has not been reported from date-producing areas of Iran, although similar symptoms to Fusarium wilt have been observed in some date orchards of Hormozgan province.

Key words: Date palm, Vascular wilt, *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

مقاله ترویجی

بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما

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

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۲۴ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۷
گودرزی، آ. (۱۴۰۱). بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما. دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۲(۱): ۶۴ -۷۳.
Doi: 10.2982/PPS.12.1.64

چکیده
بیماری پژمردگی فوزاریومی به عنوان یکی از بیماری‌های بسیار خسارت‌زا و مرگ‌بار درختان خرما در بسیاری از مناطق کشت این محصول در دنیا و به ویژه کشورهای تولید کننده خرما در قاره آفریقا شناخته شده است. در حال حاضر، بخش قابل توجهی از نخلستان‌های واقع در مراکش و صحرای

✉ a.goudarzi6061@gmail.com

غربی و مرکزی الجزایر تحت تأثیر این بیماری قرار دارند. زیان اقتصادی ناشی از بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما، به ویژه در صورت وقوع همه‌گیری‌های شدید، بسیار قابل توجه است. این بیماری طی یک قرن گذشته، سبب نابودی بیش از ۱۲ میلیون اصله درخت خرما در مراکش و حدود سه میلیون اصله درخت خرما در الجزایر شده است. قارچ *Fusarium oxysporum* (Schltdl.) f. sp. *albedinis* که یک بیمارگر آوندی خاک‌برد است، به عنوان عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما شناخته شده است. زیان اقتصادی ناشی از این بیماری، به ویژه در صورت وقوع همه‌گیری‌های شدید، بسیار قابل توجه است و در برخی مناطق، همه‌گیری بیماری پژمردگی فوزاریومی به نابودی بیش از ۷۰ درصد محصول خرما منجر شده است. استراتژی‌های مدیریت تلفیقی این بیماری شامل استفاده از رقمهای مقاوم یا متحمل، پیشگیری از ورود عامل بیماری به مناطق عاری از بیماری، ریشه‌کنی بیماری، مبارزه زیستی و مبارزه شیمیایی است. این بیماری تا کنون از مناطق تولید خرما در ایران گزارش نشده است، هرچند که نشانه‌های مشابه با بیماری پژمردگی فوزاریومی در برخی از نخلستان‌های استان هرمزگان یافت شده است.

واژگان کلیدی: خرما، پژمردگی آوندی، *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*

مقدمه

بیماری پژمردگی فوزاریومی به عنوان یکی از بیماری‌های بسیار خسارت‌زا و مرگ‌بار درختان خرما در بسیاری از مناطق کشت این محصول در دنیا شناخته شده است (Abouamama et al. 2018). نام بایود از واژه عربی ابیاد (abiadh) به معنی سفید گرفته شده است که به سفید شدن برگچه‌ها در درختان مبتلا به این بیماری اشاره دارد (El Hadrami et al. 2005, El Hassni et al. 2021, El Modafar et al. 2000). بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما نخستین بار در سال ۱۸۷۰ میلادی از مراکش گزارش شد و تا سال ۱۹۴۰، چندین منطقه تولید خرما را در این کشور تحت تأثیر قرار داد (Jaiti et al. 2007). در حال حاضر، بخش قابل توجهی از نخلستان‌های واقع در مراکش و صحرای غربی و مرکزی الجزایر تحت تأثیر این بیماری قرار دارند (Abouamama et al. 2018). زیان اقتصادی ناشی از بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما، به ویژه در صورت وقوع همه‌گیری‌های شدید، بسیار قابل توجه است. برای مثال، میانگین زیان اقتصادی وارد شده به محصول خرما به دلیل وقوع این بیماری در مراکش حدود ۷۵ درصد برآورد شده است. این بیماری طی یک قرن گذشته، سبب نابودی بیش از ۱۲ میلیون اصله درخت خرما در مراکش و حدود سه میلیون اصله درخت خرما در الجزایر شده است (Ziouti et al. 1996). به علاوه، همه‌گیری‌های بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در الجزایر، به یک مسئله تهدید کننده برای تولید رقمهای دگلت نور (Deglet Nour) و غارس (Ghares) تبدیل شد (Plyler et al. 1999, El Modafar et al. 2001). مناطق کشت خرما در تونس، که حدود ۵۶ درصد از مساحت این مناطق، زیر کشت رقم دگلت نور قرار دارد، در حال حاضر تنها از طریق اعمال راه-کارهای مدیریتی پیشگیری کننده در مقابل بیماری پژمردگی فوزاریومی حفاظت می‌شوند. با وجود

انجام اقدامات پیشگیری کننده به منظور ریشه‌کنی بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در الجزایر، پیشروی این بیماری به صورت بی‌وقفه به سمت شرق ادامه یافته است، هرچند که در حال حاضر، این مناطق عاری از بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما هستند. علاوه بر موارد ذکر شده، بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما از مصر، عراق، لیبی، موریتانی، عربستان سعودی، ایالات متحده و آرژانتین نیز گزارش شده است (El Modafar and El Boustani 2001, Fernandez and Tantaoui 1994). وقوع و گسترش بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در تسریع گسترش پدیده بیابان‌زایی در مناطق تحت تأثیر این بیماری نقش به‌سزایی داشته است. به علاوه، گسترش این بیماری در بسیاری از کشورهای تولید کننده خرما نظیر مراکش، سبب رها شدن بسیاری از زمین‌های کشاورزی و نقل مکان کشاورزان به شهرها شده است. به طوری که این کشور که پیش از وقوع همه‌گیری بیماری پژمردگی فوزاریومی، به عنوان یکی از کشورهای صادرکننده خرما محسوب می‌شد، در حال حاضر به منظور تأمین مصرف داخلی خرما به یکی از مناطق وارد کننده این محصول تبدیل شده است. بر این اساس، بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما با نرخ گسترش فعلی، در پدید آمدن مشکلات اجتماعی و اقتصادی در مناطق خرماخیز جهان نقش قابل توجهی داشته است (El Hassni et al. 2007). این بیماری تا کنون از مناطق تولید خرما در ایران گزارش نشده است، هرچند که نشانه‌های مشابه با بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در برخی از نخلستان‌های استان هرمزگان یافت شده است.

نشانه‌های بیماری

درختان خرما در تمام مراحل رشد، شامل پاجوش‌ها، درختان جوان و درختان بالغ، به بیماری پژمردگی فوزاریومی مبتلا می‌شوند (El Fakhori et al. 1996). نخستین نشانه‌های بیماری روی یک یا چند برگ واقع در مرکز تاج درختان پدیدار می‌گردد. این نشانه‌ها شامل سفید یا سربی شدن و پژمردگی خارها و برگچه‌های یک سمت محور برگ است (شکل‌های ۱ و ۲). ظهور این نشانه‌ها از قاعده برگ‌ها به سمت رأس آن‌ها آغاز می‌شود و پس از آن، از قسمت رأس به سمت قاعده در سمت مقابل محور برگ ادامه می‌یابد. تغییر رنگ برگ‌ها و ظهور نشانه‌های پژمردگی ممکن است بین چند روز تا چند هفته به طول انجامد. این نشانه‌ها به تدریج در برگ‌های مجاور برگ‌های واقع در مرکز تاج نیز پدیدار می‌گردند. علاوه بر نشانه‌های ذکر شده، یک لکه طولی به رنگ قهوه‌ای نیز در سطح پشتی محور برگ‌های آلوده پدیدار می‌شود. گسترش این لکه از قاعده به سمت رأس برگ‌هاست و به نظر می‌رسد که با حرکت میسلیوم عامل بیماری در داخل دسته‌جات آوندی محور برگ در ارتباط باشد (Shabani and Kumar 2013, Quenzar et al. 2001). برگ‌های آلوده خمیده می‌شوند و در امتداد تنه به حالت آویزان قرار می‌گیرند (Freeman and Maymon 2000). پوسیدگی ریشه‌ها و تغییر رنگ آنها به خرمایی مایل به قرمز نیز از نشانه‌های دیگر بیماری به شمار می‌رود. این تغییر رنگ به تدریج به سمت پایه و پس از آن بخش‌های بالایی درختان آلوده توسعه می‌یابد و مسیر پیشروی آنها در آوندهای چوبی قابل ردیابی است. تغییر رنگ آوندهای چوبی به قهوه‌ای مایل به قرمز که در برش

عرضی محور برگ‌ها کاملاً مشهود است، نشان‌دهنده تداوم نشانه‌های بیماری از ریشه‌ها تا رأس برگ-هاست (شکل ۳). درختان مبتلا به بیماری پژمردگی فوزاریومی ممکن است طی مدت چند هفته تا چند ماه پس از ظهور نخستین نشانه‌های بیماری از بین بروند. به علاوه، وارد شدن آسیب به مریستم انتهایی به از بین رفتن درختان منجر می‌گردد (El Modafar et al. 2000). شرایط محیطی و رقم میزبان، دو عامل تعیین کننده در نرخ توسعه نشانه‌های بیماری پژمردگی فوزاریومی در درختان آلوده به شمار می‌روند (Abouamama et al. 2018).

شکل ۱. تغییر رنگ و پژمردگی برگچه‌های یک سمت محور برگ در درخت خرمای مبتلا به بیماری پژمردگی فوزاریومی.

Figure 1. Discoloration and wilting of leaflets on one side of the leaf axis in palm trees affected by Fusarium wilt disease.

شکل ۲. تغییر رنگ برگ‌ها و ظهور نشانه‌های پژمردگی در درخت خرمای مبتلا به بیماری پژمردگی فوزاریومی.

Figure 2. Discoloration of leaves and the appearance of wilting symptoms in palm trees affected by Fusarium wilt disease.

شکل ۳. تغییر رنگ آوندهای چوبی به قهوه‌ای مایل به قرمز در مقطع عرضی محور برگ ناشی از *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

Figure 3. Discoloration of xylem to reddish-brown in the transverse section of the leaf axis caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*.

عامل بیماری

قارچ *Fusarium oxysporum* (Schltdl.) f. sp. *albedinis* به عنوان عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما شناخته شده است. خصوصیات ریخت‌شناسی این بیمارگر به شرح ذیل است: رشد قارچ روی محیط کشت‌های آگاردار نسبتاً سریع، تولید بار قارچ به صورت پراکنده در سطح محیط کشت یا مجتمع شده به صورت اسپورودوکیوم یا پیونوت، سلول‌های کنیدیوم‌زا به صورت مونوفیالیدهای کوتاه، فراوان در میسلیوم هوایی، میکروکنیدیوم‌ها بی‌رنگ، بیضی شکل یا قلوه‌ای شکل، معمولاً فاقد دیواره عرضی، مجتمع شده در توده لزج، ماکروکنیدیوم‌ها بی‌رنگ، راست تا کمی خمیده، نسبتاً باریک با دیواره نازک، معمولاً دارای سه بند عرضی، در انتها دارای نوک کوتاه تا متوسط، در بن اغلب دارای یاخته پاشنه مانند، کلامیدوسپورها منفرد یا دوتایی، گاهی خوشه‌ای یا در زنجیرهای کوتاه، تشکیل شده در ریسه‌های هوایی، سطحی یا فرورفته در آگار، انتهایی یا میانی، داری دیواره صاف یا ناهموار هستند. در اغلب جدایه‌ها، کلامیدوسپورها به فراوانی و به سرعت تشکیل می‌شوند، هرچند که تشکیل کلامیدوسپورها در برخی از جدایه‌ها به آرامی صورت می‌گیرد. سختینه‌های کوچک به رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ، آبی تا آبی-سیاه یا بنفش در برخی از جدایه‌ها به فراوانی تشکیل می‌شوند. اغلب جدایه‌های *F. oxysporum* در محیط کشت‌های آگاردار رنگ‌دانه بنفش کم‌رنگ یا ارغوانی تیره تولید می‌کنند، اما برخی از جدایه‌ها هیچ رنگ‌دانه‌ای تولید نمی‌کنند (Leslie and Summerell 2006).

زیست‌شناسی عامل بیماری

Fusarium oxysporum f. sp. *albedinis* از قارچ‌های بیمارگر خاک‌برد محسوب می‌شود. این بیمارگر به صورت میکروکنیدیوم، ماکروکنیدیوم و کلامیدوسپور در بافت‌های گیاهی، و به ویژه در ریشه‌های از بین رفته درختان خرمای مبتلا به بیماری، بقاء می‌یابد (Molan 2013). رخنه عامل بیماری به گیاه میزبان از انتهای ریشه‌ها صورت می‌گیرد و استقرار عامل بیماری در آوندهای چوبی گیاه میزبان به انسداد آوندها، ظهور نشانه‌های پژمردگی و از بین رفتن گیاهان آلوده منجر می‌شود. انتشار عامل بیماری در فواصل نزدیک نظیر محیط داخل نخلستان از طریق تماس ریشه‌های درختان سالم و آلوده، و با نرخ بیش‌تری از طریق جاری شدن آب هنگام انجام آبیاری به روش غرقابی صورت می‌گیرد. جابه‌جایی پاجوش‌ها و سایر مواد گیاهی آلوده، خاک، کود و میزبان‌های گیاهی فاقد نشانه‌های بیماری در پراکنش بیماری در مسافت‌های طولانی نقش مؤثری دارد (Daayf et al. 2003, Dihazi et al. 2003). عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی علاوه بر خرما، نخل جزایر قناری و سایر گونه‌های متعلق به تیره *Palmaceae* را نیز مورد حمله قرار می‌دهد. برخی از میزبان‌های گیاهی، نظیر حنا، یونجه و شبدر، که غالباً در نخلستان‌ها به صورت کشت مخلوط پرورش داده می‌شوند، ممکن است به عنوان میزبان‌های بدون علامت عامل بیماری عمل نمایند (Dihazi et al. 2011). برخی از رقمهای خرما، نظیر مجول (Medjool)، دگلت نور و بوفگوس (*Boufego*usse) که دارای شهرت جهانی هستند، در مقابل *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* حساس هستند (Amraoui et al. 2005, El Modafar et al. 2006).

مدیریت بیماری

استراتژی‌های مدیریت تلفیقی بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما شامل استفاده از رقمهای مقاوم یا متحمل، پیشگیری از ورود عامل بیماری به مناطق عاری از بیماری، ریشه‌کنی بیماری، مبارزه زیستی و مبارزه شیمیایی است.

استفاده از رقمهای مقاوم یا متحمل

تا کنون هیچ استراتژی مدیریتی کاملاً مؤثری برای مبارزه بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما یافت نشده است. برخی از استراتژی‌های مدیریتی نظیر استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی، از اثربخشی قابل قبولی در مبارزه این بیماری برخوردار نیستند. از این‌رو، مهم‌ترین اقدام برای مدیریت بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما، پیشگیری از وقوع بیماری است و مؤثرترین راه‌کار در این زمینه، تولید و استفاده از رقمهای متحمل یا مقاوم به عامل بیماری است (El Modafar 2010). متأسفانه رقمهایی از خرما که در مقابل عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی مقاوم هستند، از کیفیت محصول قابل قبولی برخوردار نیستند. در میان ۲۲۳ رقم خرمای فهرست شده در مراکش، تنها شش رقم در مقابل عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی مقاوم هستند، هرچند که محصول تولید شده به وسیله این رقمهای از کیفیت مطلوبی برخوردار نیست (Sghir et al. 2016). بر این اساس، برنامه‌های اصلاح ژنتیکی رقمهای خرما در مراکش بر اساس تلاقی مستقیم بین رقمهای مقاوم به *F. o.* f. sp. *albedinis* و

رقمهای حساس تولید کننده محصول قابل قبول از نظر کیفی، به منظور انتخاب ژنوتیپ‌هایی با ترکیب این دو ویژگی توسعه یافته است. در این کشور، رقمهای خرمای مقاوم به *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* از منابع مختلفی، شامل انتخاب رقمهای مقاوم به بیماری از بین رقمهای از پیش موجود (رقمهای محلی و معرفی شده)، انتخاب همسانه‌های با کیفیت و مقاوم از جمعیت‌های طبیعی خرما و ایجاد رقمهای مقاوم تولید کننده محصول با کیفیت از طریق اجرای برنامه‌های دورگ‌گیری، به دست آمده‌اند. اگرچه اجرای برنامه‌های اصلاح رقمهای خرما، که مستلزم ایجاد مقاومت پلی‌ژنیک بادوام است، به دلایل مختلفی از جمله جدایی جنسی، طولانی بودن مرحله جوانی و طول عمر درختان خرما، بسیار پیچیده است. از سوی دیگر، استفاده انحصاری از رقمهای خرمای مقاوم به عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی و تولید کننده محصول قابل قبول، نظیر رقم نجدا (Najda)، به کاهش قابل توجه تنوع زیستی خرما در مدت زمان کوتاهی منجر می‌گردد. از این‌رو، دسترسی به استراتژی‌های مدیریت تلفیقی برای مقابله با بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در طولانی مدت امری ضروری است (Tantaoui et al. 1996, Sghir et al. 2016).

پیشگیری از ورود عامل بیماری به مناطق عاری از بیماری

پیشگیری از ورود عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما به مناطق عاری از این بیماری از طریق اجتناب از ورود پاجوش‌ها و یا سایر بخش‌های درختان خرما، خاک، و کود دامی آلوده از نخلستان‌ها، مناطق و کشورهای دارای سابقه وقوع بیماری به نخلستان‌ها و مناطق عاری از این بیماری امکان‌پذیر است (Benzohra and Megateli 2017). تصویب قوانین و مقررات قرنطینه گیاهی که بر اساس آنها از انتقال مواد گیاهی آلوده از یک منطقه یا کشور به منطقه یا کشوری دیگر ممانعت می‌شود، در پیشگیری از وقوع بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما از اهمیت قابل توجهی برخوردار است. این قوانین در کشورهایی نظیر الجزایر، مصر، عراق، لیبی، موریتانی، عربستان سعودی، تونس و ایالات متحده، که از کانون‌های اصلی بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما در دنیا به شمار می‌روند، به تصویب رسیده است (Bouizgarne et al. 2004).

ریشه‌کنی درختان بیمار

در مناطقی که هیچ‌گونه سابقه‌ای از وقوع بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما وجود ندارد، درختان دارای نشانه‌های بیماری باید به محض مشاهده، حذف و سوزانده شوند. استفاده از این راه‌کار در کاهش منابع آلودگی اولیه نقش تعیین کننده‌ای دارد. به علاوه، در صورت مشاهده نشانه‌های بیماری پژمردگی فوزاریومی در مناطق عاری از این بیماری، مراتب باید بلافاصله به مراجع ذی‌ربط اطلاع داده شود (El Modafar 2010).

مبارزه زیستی

استفاده از ریزجانداران متعارض به عنوان یکی از راه‌کارهای جایگزین و امیدبخش در مبارزه بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما معرفی شده است، هرچند که تا کنون در این زمینه مطالعات محدودی صورت گرفته است. به منظور بهره‌برداری از خصوصیات مطلوب برخی از رقمهای حساس خرما، به

ویژه رقمهای مجول و بوفگوس، که در برخی مناطق در معرض نابودی قرار دارند، در مورد خاک‌های سرکوب کننده بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما بررسی‌هایی صورت گرفته است. بر اساس نتایج مطالعات انجام شده در این زمینه، ماهیت سرکوب‌کنندگی بیماری در برخی از خاک‌ها با ویژگی‌های آنتاگونیستی گونه‌های باکتریایی، به ویژه گونه‌های مختلف سودوموناس و باسیلوس، اکتینومیست‌ها و گونه‌های قارچی به‌ویژه *Aspergillus*، *Penicillium* و گونه‌های پوده‌رست *Fusarium* علیه *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* در ارتباط است (El Modafar 2010). از این‌رو، اصلاح خاک در مناطق کشت خرما به وسیله این ریزسازواره‌های آنتاگونیست به عنوان یکی از راه‌کارهای مبارزه زیستی بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما پیشنهاد شده است. استفاده از قارچ‌های میکوریزا نیز از راه‌کارهای دیگر مبارزه این بیماری محسوب می‌شود (El Modafar 2010, Jaiti et al. 2007). برای مثال، مایه‌زنی پاجوش‌های خرما با قارچ‌های میکوریز آربوسکولار، به ویژه گونه‌های *Glomus*، شدت بیماری پژمردگی فوزاریومی را از طریق تجمع سطوح بالای مشتقات اسید هیدروکسی سینامیک از جمله مشتق سیناپیک ۱۲ کاهش داده است (Jaiti et al. 2007). با بررسی میزان قابلیت پذیرش خاک مناطق مختلف کشت خرما نسبت به قارچ‌های میکوریزا، می توان استفاده از این ریزسازواره‌ها را به عنوان جایگزین مؤثری به منظور حافظت از درختان خرما در مقابل عامل بیماری پژمردگی فوزاریومی در نظر گرفت (El Modafar 2010).

مبارزه شیمیایی

به دلیل این که قارچ *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* یک بیمارگر خاک‌برد آوندی است، استفاده از قارچ‌کش‌های شیمیایی، و حتی قارچ‌کش‌های سیستمیک، برای مبارزه بیماری مؤثر و مقرون به صرفه نیست. کلامیدوسپورهای تولید شده به وسیله عامل بیماری امکان بقاء بیمارگر را در آوندهای چوبی گیاهان آلوده و همچنین در اعماق زیاد خاک در شرایط محیطی نامطلوب فراهم می‌کنند. علاوه بر این، قارچ‌کش‌های شیمیایی از منابع بالقوه آلودگی‌های محیطی به شمار می‌روند و در صورت استفاده از آنها امکان اعمال فشار انتخاب بر جمعیت‌های *F. oxysporum* f. sp. *albedinis* و پیدایش جمعیت‌های مقاوم عامل بیماری در مقابل قارچ‌کش‌ها وجود دارد. با وجود این، در صورت شناسایی منابع آلودگی اولیه، یکی از استراتژی‌های مؤثر در مبارزه بیماری، حذف و سوزاندن درختان آلوده و پس از آن، تیمار خاک با سموم تدخینی، نظیر متیل بروماید، است (El Modafar 2010, Jaiti et al. 2007).

نتیجه‌گیری

بیماری پژمردگی فوزاریومی به عنوان یکی از بیماری‌های بسیار خسارت‌زا و مرگ‌بار درختان خرما در بسیاری از مناطق کشت این محصول در دنیا شناخته شده است. نشانه‌های بیماری پژمردگی فوزاریومی در برخی از نخلستان‌های استان هرمزگان به صورت پراکنده مشاهده شده و بر همین اساس، این بیماری به عنوان یک تهدید بالقوه برای مناطق خرماخیز جنوب ایران محسوب می‌شود. استراتژی‌های مدیریت تلفیقی بیماری پژمردگی فوزاریومی خرما شامل استفاده از رقمهای مقاوم یا

متحمل، پیشگیری از ورود عامل بیماری به مناطق عاری از بیماری، ریشه‌کنی بیماری، مبارزه زیستی و مبارزه شیمیایی است. به منظور تعیین دقیق پراکنش بیماری در مناطق کشت خرما در استان هرمزگان و سایر استان‌های خرماخیز کشور، انجام تحقیقات بیشتر ضروری است.

References منابع

Abouamama, S., Sidaoui, A., Karkachi, N., Bertella, A., Terbeche, R., & El Goumi, Y. (2018). Correlation between hydrolytic enzymes activity, geographical origin and pathogenicity of some isolates of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Archives of Pharmacy and Pharmacology Research*, 1(2), 1-5.

Amraoui, H., Lazrek, H. B., Sedra, M. H., Sampieri, F., Mansuelle, P., Rochat, H., & Hamdaoui, A. (2005). Chromatographic characterization and phytotoxic activity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* and saprophytic strain toxins. *Journal of Phytopathology*, 153(4), 203-208.

Benzohra, EI., Megateli, M. (2017) Biological control against bayoud disease of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) using antagonistic fungi species: Antibios and mycoparasitism studies. *International Journal of Science and Research* 6, 557-563.

Bouizgarne, B., Brault, M., Pennarun, A. M., Rona, J. P., Ouhdouch, Y., El Hadrami, I., & Bouteau, F. (2004). Electrophysiological responses to fusaric acid of root hairs from seedlings of date palm-susceptible and-resistant to *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Journal of Phytopathology*, 152(6), 321-324.

Daayf, F., El Bellaj, M., El Hassni, M., J'aiti, F., & El Hadrami, I. (2003). Elicitation of soluble phenolics in date palm (*Phoenix dactylifera*) callus by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* culture medium. *Environmental and Experimental Botany*, 49(1), 41-47.

Dihazi, A., Jaiti, F., El Hadrami, I., El Hassni, M., & Zouine, J. (2003). Effect of salicylic acid on phenolic compounds related to date palm resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Phytopathologia Mediterranea*, 42, 9-16.

Dihazi, A., Serghini, M. A., Jaiti, F., Daayf, F., Driouich, A., Dihazi, H., & El Hadrami, I. (2011). Structural and biochemical changes in salicylic-acid-treated date palm roots challenged with *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Journal of Pathogens*, https://doi.org/10.4061/2011/280481.

El Hadrami, A., El Idrissi-Tourane, A., El Hassni, M., Daayf, F., & El Hadrami, I. (2005). Toxin-based in-vitro selection and its potential application to date palm for resistance to the bayoud Fusarium wilt. *Comptes Rendus Biologies*, 328(8), 732-744.

El Hassni, M., El Hadrami, A., Daayf, F., Chérif, M., Barka, E. A., & El Hadrami, I. (2007). Biological control of bayoud disease in date palm: Selection of microorganisms inhibiting the causal agent and inducing defense reactions. *Environmental and Experimental Botany*, 59(2), 224-234.

El Hassni, M., Laadouzaa, H., El Hadrami, A., Dihazi, A., Rakibi, Y., Lemjiber, N., & Naamani, K. (2021). An in vitro evaluation of the effect of hydroxycinnamic acids on the growth and hydrolytic enzyme production in *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*. *Archives of Phytopathology and Plant Protection*, 54(17-18), 1553-1567.

El Modafar, C. (2010). Mechanisms of date palm resistance to Bayoud disease: current state of knowledge and research prospects. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 74(5-6), 287-294.

El Modafar, C., & El Boustani, E. (2001). Cell wall-bound phenolic acid and lignin contents in date palm as related to its resistance to *Fusarium oxysporum*. *Biologia Plantarum*, 44(1), 125-130.

El Modafar, C., El Boustani, E., Rahioui, B., El Meziane, A., & El Alaoui-Talibi, Z. (2006). Suppression of phenylalanine ammonia-lyase activity elicited in date palm by *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* hyphal wall elicitor. *Biologia plantarum*, *50*, 697-700.

El Modafar, C. E., Tantaoui, A., & Boustani, E. E. (2000). Effect of caffeoylshikimic acid of date palm roots on activity and production of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* cell wall-degrading enzymes. *Journal of Phytopathology*, *148*(2), 101-108.

El Modafar, C., Tantaoui, A., & El Boustani, E. S. (2001). Differential induction of phenylalanine ammonia-lyase activity in date palm roots in response to inoculation with *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* and to elicitation with fungal wall elicitor. *Journal of Plant Physiology*, 158(6), 715-722.

Fernandez, D., & Tantaoui, A. (1994). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) analysis: a tool for rapid characterization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* isolates?. *Phytopathologia Mediterranea*, 223-229.

Freeman, S., & Maymon, M. (2000). Reliable detection of the fungal pathogen *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis*, causal agent of Bayoud disease of date palm, using molecular techniques. *Phytoparasitica*, 28, 341-348.

Jaiti, F., Meddich, A., & El Hadrami, I. (2007). Effectiveness of arbuscular mycorrhizal fungi in the protection of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) against bayoud disease. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 71(4), 166-173.

Leslie, J. F., & Summerell, B. A. (2006). The Fusarium Laboratory Manual Blackwell. *John F. Leslie and Brett A. Summerell., Ed*, 1-388.

Plyler, T. R., Simone, G. W., Fernandez, D., & Kistler, H. C. (1999). Rapid detection of the *Fusarium oxysporum* lineage containing the Canary Island date palm wilt pathogen. *Phytopathology*, 89(5), 407-413.

Quenzar, B., Trifi, M., Bouachrine, B., Hartmann, C., Marrakchi, M., Benslimane, A. A., & Rode, A. (2001). A mitochondrial molecular marker of resistance to Bayoud disease in date palm. *Theoretical and Applied Genetics*, 103, 366-370.

Sghir, F., Touati, J., Mouria, B., Touhami, A. O., Filali-Maltouf, A., El Modafar, C., ... & Douira, A. (2016). Variation in pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* on two cultures associated with date palm of Moroccan oasis. *World Journal of Pharmaceutical and Life Sciences*, 2(3), 56-68.

Shabani, F., & Kumar, L. (2013). Risk levels of invasive *Fusarium oxysporum* f. sp. in areas suitable for date palm (*Phoenix dactylifera*) cultivation under various climate change projections. *PLoS One*, 8, e83404.

Tantaoui, A., Ouinten, M., Geiger, J. P., & Fernandez, D. (1996). Characterization of a single clonal lineage of *Fusarium oxysporum* f. sp. *albedinis* causing Bayoud disease of date palm in Morocco. *Phytopathology*, 86(7), 787-792.

Ziouti, A., El Modafar, C., Fleuriet, A., El Boustani, S., & Macheix, J. J. (1996). Phenolic compounds in date palm cultivars sensitive and resistant to *Fusarium oxysporum*. *Biologia Plantarum*, 38, 451-457.