



Review Article

**The effect of environmental stresses on
the epidemic of charred rot disease in legumes**

Sara Siahpoush[✉], Ali Dehghani

Department of Plant Protection Researches, Lorestan Agricultural and Natural Resources Researches Centre, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Khorramabad, Iran.

Siahpoush, S., & Dehghani, A. (2024). The effect of environmental stresses on the epidemic of charred rot disease in legumes. *Plant Pathology Science*, 13(1), 113-124.

Abstract

Charcoal rot caused by soil-borne fungus *Macrophomina phaseolina* is one of the most important fungal diseases of legumes that is prevalent in conditions where plants are under stress. Climate change during the last few decades has made the environmental conditions difficult for the optimal cultivation and production of legumes. Drought stress is the most important abiotic stress in legumes production. The predisposition of plants to being infected with drought-friendly pathogens is one of the grounds for the occurrence and spread of diseases such as charcoal rot. Considering that the cultivation and production of legumes in alkaline and calcareous lands in Iran is very widespread and plants are exposed to various environmental stresses, especially drought during the growing season, the importance of this disease, its damage, host range and biology of the pathogen, epidemic suitable conditions, and a summary of researches results on the disease in Iran are described in this article.

Keywords: Bean, Drought, *Macrophomina phaseolina*, Soybean

[✉] Corresponding author: siahpoosh.sa@fa.lu.ac.ir

Received: 2024.03.12; Revised: 2024.09.17; Accepted: 2024.09.25

مقاله مروری

اثر تنش‌های محیطی در همه‌گیری بیماری پوسیدگی ذغالی حبوبات

سارا سیاهپوش ✉، علی دهقانی

بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان،
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خرم‌آباد، ایران

سیاهپوش، س.، دهقانی، ع. (۱۴۰۲). اثر تنش‌های محیطی در همه‌گیری بیماری پوسیدگی ذغالی حبوبات. دانش بیماری‌شناسی گیاهی، ۱۳(۱)، ۱۲۴-۱۱۳.

چکیده

پوسیدگی ذغالی ناشی از قارچ خاکزی *Macrophomina phaseolina* از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی حبوبات است که در شرایطی که گیاهان تحت تنش هستند شیوع می‌یابد. تغییرات اقلیمی طی چند دهه اخیر شرایط محیطی را برای کشت و تولید بهینه حبوبات دشوار ساخته‌است. تنش خشکی مهم‌ترین تنش غیرزنده در تولید حبوبات است. پیش‌آمودگی گیاهان برای آلوده شدن به بیمارگرهای خشکی‌پسند از زمینه‌های بروز و گسترش بیماری‌هایی مانند پوسیدگی ذغالی است. با توجه به این که کشت و تولید حبوبات در اراضی قلیایی و آهکی در ایران گسترش زیادی دارد و گیاهان در معرض تنش‌های مختلف محیطی به ویژه خشکی در طی فصل زراعی هستند، اهمیت این بیماری، میزان خسارت آن، دامنه میزبانی و زیست‌شناسی بیمارگر، شرایط مناسب همه‌گیری آن و خلاصه یافته‌های پژوهشی روی بیماری در ایران در این مقاله شرح داده شده‌است.

واژگان کلیدی: خشکی، لوبیا، سویا، *Macrophomina phaseolina*

مقدمه

حبوبات از بهترین منابع غذای مردم دنیا هستند، که تحت تنش‌های زنده و غیرزنده متعددی خصوصاً در عصر حاضر که عصر تغییر اقلیم است قرار دارند. پوسیدگی ذغالی ناشی از قارچ خاکزی *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid یکی از بیماری‌های مهم این گیاهان در دنیا است (Indira & Gayatri 2003).

اهمیت و میزان خسارت بیماری پوسیدگی ذغالی

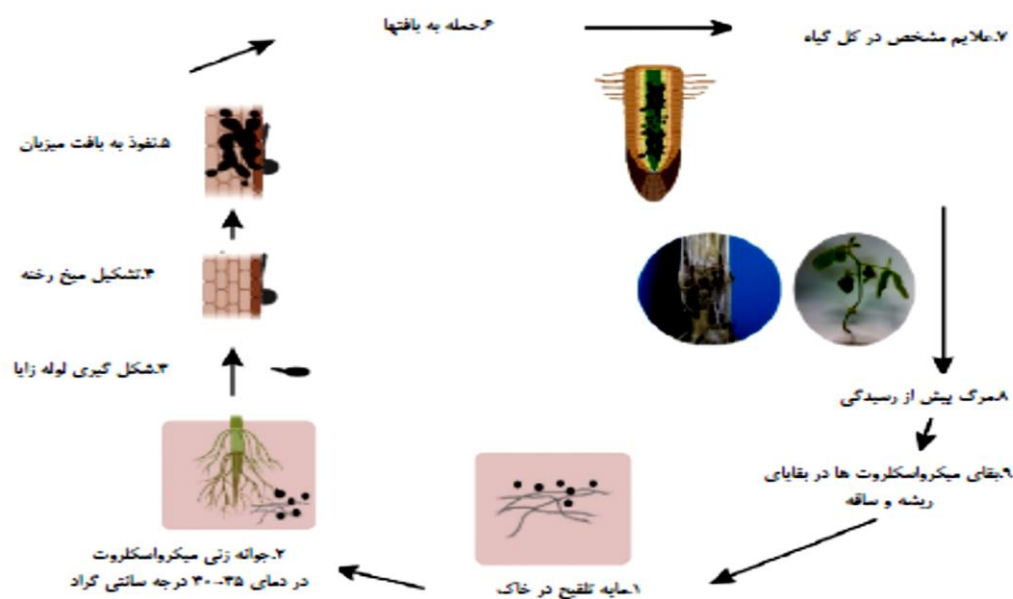
M. phaseolina یک بیمارگر قارچی نکروتروف خاکزاد و بذرزاد است (Ortiz et al., 2023). این بیمارگر موجب آلودگی بذر، کاهش جوانه‌زنی و زنده‌مانی، کاهش میزان پروتئین، پوسیدگی ذغالی ساقه و ریشه و سوختگی گیاهچه می‌شود. رطوبت نسبی و دمای هوا در فساد بذر حبوبات در اثر این قارچ نقش مهمی

✉ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۲، بازنگری: ۱۴۰۳/۰۶/۲۷، پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۰۴

دارند، هر چه این دو عامل بالاتر روند میزان آلودگی نیز افزایش خواهد یافت. *M. phaseolina* طی نگهداری در انبار نیز توانایی آلودگی بذر را دارد که موجب خسارت زیادی به بذرها می‌گردد (Pandey & Basandrai 2021). شدت بیماری با دمای بالا و رطوبت کم خاک مرتبط است (Shirai & Eulgem 2023). خسارت بیماری در محصولات کشاورزی هندوستان ۳۵-۴۰٪ و در بنگلادش بیش از ۳۰٪ و در پاکستان تا ۴۴٪ گزارش شده است. در شرایط اقلیمی گرم و خشک، بسیاری از حبوبات مستعد آلوده شدن و کلنیزاسیون توسط *M. phaseolina* می‌شوند. در نیجریه، سنگال و غرب آفریقا، خسارت ۱۰ درصدی به محصول لوبیا چشم‌بلبلی که ارزش آن ۱۴۶ میلیون دلار بود گزارش شده است (Ndiaye et al. 2010). به دلیل گستره میزبانی، انتشار جهانی وسیع، و خسارت رو به افزایش در کشاورزی، به این قارچ لقب نابودکننده جهانی محصولات کشاورزی یا "Global crop destroyer" داده‌اند (Shirai & Eulgem 2023).

زیست‌شناسی و بیماری‌زایی *M. phaseolina*

M. phaseolina بیمارگر مناطق گرم است که بیشتر در شرایط کم‌بارش و در دمای بالا به میزبان‌های خود حمله می‌کند. این قارچ با تشکیل بافت استراحتی ریز سختینه که عامل بقای آن در درازمدت تا بیش از ۱۲-۵ سال در خاک و بقایای گیاه است دوام خود را تضمین می‌کند (Cohen et al. 2022). هنگامی که میزبان تحت تنش آبی باشد، میکرواسکلروت‌ها روی سطح ریشه جوانه زده و تولید می‌خورخه می‌کنند، سپس از طریق منافذ طبیعی به دیواره سلولی روپوست میزبان نفوذ می‌کنند. با پیشرفت بیماری، گیاهان آلوده کاملاً خشک می‌شوند، ساقه و ریشه‌ها نیز پوسیده می‌شوند (شکل ۱). رطوبت خاک، دما و رطوبت نسبی



شکل ۱. چرخه بیماری پوسیدگی ذغالی ناشی از *Macrophomina phaseolina* در گیاهان.

Figure 1. Disease cycle of charcoal rot caused by *Macrophomina phaseolina* in plants.

عوامل محیطی اصلی تأثیرگذار بر ماندگاری و انتشار این بیمارگر هستند. سازگاری بسیار زیاد این قارچ با طیف وسیعی از شرایط محیطی از جمله شرایط خشک و تنش‌های متعدد نیز موجب پراکنش گسترده آن و قدرت آلوده کردن گیاهان زیادی می‌شود (Dehghani & Siahpoush 2023b).

تأثیر تنش‌های محیطی بر قارچ *M. phaseolina* و بیماری پوسیدگی ذغالی

قارچ *M. phaseolina* از عوامل بیماری‌زای قارچی خاکزاد وابسته به تنش محسوب می‌شود که در شرایطی که تنش خشکی گیاه میزبان را تحت تأثیر قرار می‌دهد فرصت فعالیت و توسعه روی ریشه و سپس طوقه و ساقه را پیدا می‌کند. این قارچ با شرایط اقلیمی نامناسب به خوبی سازگار می‌شود و خود را آماده تحمل تغییرات محیطی می‌کند (Shirai & Eulgem, 2023). طی چند دهه اخیر تنش خشکی به عنوان مهم‌ترین تنش غیرزنده در کشاورزی دنیا، زمینه بروز بیماری‌های نوپدید و عارضه‌هایی همچون پوسیدگی‌های وسیع ریشه حبوبات در ایران شده‌است (Dehghani 2018, Pandey & Basandrai 2021).

نقش تنش حرارتی در بروز و پیشرفت بیماری پوسیدگی ذغالی

پیش‌بینی‌های جدید تغییرات اقلیمی نشان از افزایش دماهای جهانی از ۱ تا ۳ °C تا سال ۲۰۵۰ دارد، که این وضعیت موجب افزایش ماندگاری و انتشار بیمارگرهای گرمادوست/خشکی‌دوست خواهد شد. *M. phaseolina* یک بیمارگر بسیار علاقه‌مند به دمای بالاست، و میکرواسکلروت‌های آن در شرایط دمای بالا و تنش آبی به مدت طولانی زنده می‌مانند. پوسیدگی ذغالی ریشه ناشی از آن با افزایش تنش دمایی و رطوبتی شدیدتر می‌شود (Lodha & Mawar 2020). افزایش دما ذات بیمارگری میکرواسکلروت‌های این قارچ را تحریک نموده و میزبان را به آلودگی حساس‌تر می‌کند. در دماهای بالاتر همراه با خشکی، این قارچ میکرواسکلروت بیشتری تولید می‌کند، میزان آنزیم‌های هیدرولیزکننده موجود در میکرواسکلروت‌ها بیشتر می‌شود و اسکلروت‌ها را برای ایجاد عفونت و آلوده‌سازی، آماده‌تر می‌کند. تحقیق انجام شده توسط Kaur و همکاران (2012) مشخص شد پوسیدگی ذغالی در نخود کفتری در چنین شرایطی (دمای بالا) بیشتر بروز می‌کند. میزان آلودگی به ناشی از این قارچ نیز در لوبیا چشم‌بلبلی و سایر حبوبات (Lalita & Ahir 2020) با افزایش دما بیشتر شد. به‌علاوه، در گزارشات جدید مشخص شده‌است که وقوع پوسیدگی خشک ریشه و پوسیدگی ذغالی در لوبیا چشم‌بلبلی و سویا در نواحی گرمسیر طی ۳-۲ سال گذشته چندین برابر شده‌است که در اثر افزایش دما بوده‌است (Keote & Reddy 2019). در تحقیق دهقانی (2012b) اثر بروز تنش‌های دمایی و رطوبتی بر *M. phaseolina* روی خربزه، کنجد و زیتون به اثبات رسید. از این رو، در اثر افزایش دما، تغییر در پراکنش جغرافیایی، الگوی بیماری‌زایی، و ظهور *M. phaseolina* در مناطق جدید در آینده نزدیک، دور از انتظار نیست. در نتیجه، در آینده این گونه روی تعداد بیشتری محصول سازگار خواهد شد. بنابراین، تغییر دما بر چگونگی بیماری‌زایی بیمارگر در میزبان اثر می‌گذارد. پراکنش وسیع جغرافیایی در دامنه وسیع میزبانی *M. phaseolina* به شدت تحت تأثیر شرایط نامساعد اقلیمی، در اثر گرم شدن کره

زمین تشدید شده است (Cohen et al. 2022). دمای بالا و رطوبت کم برای بروز بیماری پوسیدگی ذغالی ناشی از این قارچ مناسب هستند. گرم شدن زمین بر جنبه‌های پویایی جمعیت بیمارگرها، مانند زمستان-گذرانی و بقاء، سرعت رشد جمعیت یا تعداد نسل اثر چشمگیری دارد (Dehghani & Siahpoush 2023a). دیده می‌شود که بیمارگرها به دماهای بالا حساسیت بیشتری دارند (Cohen & Leach 2020) بالا رفتن دما موجب توقف ایمنی گیاه می‌گردد که آلودگی به بیمارگرها را افزایش می‌دهد به عنوان مثال در گیاه *Arabidopsis*، تولید اسید سالیسیک که در دفاع گیاه نقش حیاتی دارد، در دماهای بالا متوقف می‌شود که به دلیل فعالیت نامناسب فاکتورهای رونویسی ایمنی مانند CBP60g است (Kim et al. 2022). در گیاه برنج، گرما موجب افزایش بیان ژن‌های بیوسنتز و مرتبط با اسید آسزیک می‌شود، که این وضعیت خود با افزایش حساسیت به بیماری سوختگی باکتریایی ارتباط دارد (Cohen et al. 2022). به تازگی مشخص شده است که القای بیوسنتز اسید جاسمونیک و ژن‌های سیگنال‌دهی توسط *Magnaporthe oryzae* منجر به حساسیت بیشتر برنج به بیماری بلاست در دماهای بالاتر می‌شود (Qiu et al. 2022). در گیاهان شرایط محیطی بر بیان بسیاری از ژن‌ها تأثیر می‌گذارند. به طور مثال عوامل محیطی همچون غلظت دی اکسیدکربن، دما، و شدت نور بر بیان ژن‌های دخیل در فتوسنتز مؤثر هستند.

نقش سایر عوامل اقلیمی در وقوع و شیوع بیماری

رطوبت خاک: در صورت تداوم افزایش جهانی دما، این امر بر بارندگی اثرگذار بوده و موجب کمبود شدید آب می‌شود. به دلیل کم شدن بارش‌ها، در شرایط تنش آبی (با رطوبت خاک ۴۰-۱۰٪)، قارچ *M. phaseolina* در آلوده کردن حبوبات تهاجمی‌تر خواهد شد، این مسئله در مورد آفتابگردان (Tossi & Zazzerini 1990) و سورگوم (Arora & Pareek 2013) به اثبات رسیده است. رطوبت اندک خاک ماندگاری میکرواسکلروت‌های این قارچ را تا مدت طولانی‌تری افزایش می‌دهد که منجر به فعالیت ساپروفیتی بیشتر آن می‌گردد (Maheswari & Ramakrishnan 1999). بیشترین ماندگاری جمعیت میکرواسکلروت‌ها در عمق ۵-۰ سانتی‌متر (Lodha 2020) و رطوبت ۲۵٪ خاک ثبت شده است که موجب بیشترین آلودگی لوبیا چشم‌بلبلی، و سویا به *M. phaseolina* شده است (Patel & Anahosur 2001). در آزمایشی دهقانی (2012a) نیز اثر آبیاری به موقع و تأمین رطوبت مناسب خاک را بر کاهش پوسیدگی ریشه لوبیا در استان لرستان نشان داد.

عوامل خاکی (ادافیکی): تأثیر عوامل خاکی بر چرخه زندگی *M. phaseolina* که میزان وقوع بیماری حاصل از آن را دستخوش تغییراتی می‌کند به اثبات رسیده است. دیده می‌شود که در خاک‌های شنی آلودگی حبوبات به این قارچ نسبت به خاک‌های رسی بیشتر است، در لوبیا چشم‌بلبلی میزان پژمردگی در خاک‌های شنی و رسی به ترتیب ۷۸/۳۳ و ۵۱/۵۶ درصد گزارش شده است (Raj Krishan et al., 1999). بیماری

پوسیدگی ذغالی لوبیا در چندین سیستم کشت گوناگون و خاک‌های مختلف بررسی و تأثیر بافت و ذرات خاک بر این بیماری مشخص شد (Naseri, 2014).

رطوبت نسبی: در خصوص تأثیر رطوبت نسبی بر چرخه زندگی *M. phaseolina* در حبوبات، آغاز بیماری و گسترش آن چندان کار نشده‌است. در یک پژوهش آزمایشگاهی مشخص شد که *M. phaseolina* در رطوبت نسبی ۸۰-۱۰۰٪ رشد خوبی دارد (Ali et al. 1998). البته هنوز نقش رطوبت نسبی در بروز بیماری و گسترش آن نامشخص است.

دی‌اکسید کربن: علاوه بر تنش دمایی و رطوبتی، CO_2 نیز عامل مهمی است که بر رشد و تکثیر بیمارگرها مؤثر است. در حال حاضر غلظت CO_2 جو ۴۱۰ ppm است که از زمان آغاز کشاورزی تاکنون بیشترین مقدار را دارد و هر ساله ۲/۳ ppm افزایش می‌یابد (Dong et al. 2020). در شرایط تحت کنترل، افزایش مقدار CO_2 ، جوانه‌زنی و تولید میکرواسکلروت را در *M. phaseolina* افزایش داد (Wyllie et al. 1984). بنابراین، میزان CO_2 که در اثر گازهای گلخانه‌ای، روز به روز در حال افزایش است، می‌تواند بر بروز و انتشار بیماری پوسیدگی ذغالی در سطح جهانی اثرگذار باشد که نیازمند تحقیقات بیشتر در شرایط کنترل شده‌است.

شیوع بیماری پوسیدگی ذغالی در حبوبات در اثر تغییر اقلیم

انتشار بیمارگر نتیجه فرآیندهای پویا شامل در دسترس بودن میزبان، میزان حساسیت میزبان، قدرت تهاجم بیمارگر، و شرایط اقلیمی مطلوب در مدت طولانی است. تغییر در عوامل اقلیمی موجب تغییر در تنوع و پراکنش بیمارگرها و در نتیجه انتشار بیماری در بوم‌اقلیم‌های مختلف می‌شود. اقلیم در گسترش و آلودگی *M. phaseolina* که بیمارگری دما دوست است نقش اساسی ایفا می‌کند (Pandey & Basandrai 2021). در هندوستان پوسیدگی خشک ریشه/پوسیدگی ذغالی در میان حبوبات، ابتدا بیماری مهم سویا بود (Gupta et al. 2012)، اما در اثر افزایش دما، به بیماری نوظهوری در نخود، باقلا و ماش سیاه در نواحی گرمسیر تبدیل شد (Su et al. 2001, Lalita & Ahir 2020). پوسیدگی ذغالی همچنین در حبوبات در جنوب آسیا و جنوب شرقی آسیا (Su et al., 2001)، و ایالات متحده آمریکا (Wrather & Koenning 2006) نیز گسترش یافته‌است و به تازگی به تهدیدی جدی در آفریقا (Ndiaye et al. 2010) و کشورهای اروپایی تبدیل شده‌است. در هندوستان، پوسیدگی ذغالی روی حبوبات در مناطق گرمسیر یعنی نواحی مرکزی و جنوبی این کشور انتشار یافته‌است. تأثیر شرایط نامساعد اگرواکولوژیکی در شیوع بیماری پوسیدگی ذغالی لوبیا ثابت شده است (Naseri 2023). در مقابل سایر بیمارگرهای قارچی خاکزاد که در شرایط مرطوب زنده مانده و تکثیر می‌شوند، *M. phaseolina* در مناطقی که تغییرات اقلیمی منجر به افزایش دما و تنش‌های رطوبتی طولانی‌تر می‌شود بقا دارد (Saleh et al. 2010).

M. phaseolina در دهه‌های ۱۹۸۰ و ۱۹۹۰ روی چندین محصول زراعی به جز حبوبات، از جمله آفتابگردان، سورگوم، پنبه، و سویا اهمیت یافت (Wrather & Koenning 2006)، همچنین طی چند دهه

گذشته نیز بر روی چندین محصول باغی از جمله انگور، توت‌فرنگی و ملون خسارت‌زا شد (Aviles et al. 2008). همچنین در ایتالیا در آفتابگردان‌های تحت تنش آبی، سویا، گلرنگ، سورگوم و ملون این قارچ تهدید مهمی محسوب می‌شود (Manici et al. 1995). گفته شده‌است که میکرواسکلروت‌های این قارچ به مدت طولانی قادر به زنده‌ماندن هستند و جوانه‌زنی و سازگاری آن‌ها به یک محصول خاص در طی یک دوره زمانی مشخص افزایش می‌یابد، لذا افزایش تنوع آن‌ها در اثر تغییر اقلیم مورد انتظار است (Tok et al., 2018). تنش آبی نیز گیاه را برای آلوده شدن به *M. phaseolina* حساس می‌کند و مکانیسم دفاعی گیاه را دچار اختلال می‌کند (Waller 1986). طبق پژوهش‌های Mengistu و همکاران (2007)، و Smith و Carvil (1997) شدت این بیماری روی ساقه به شدت تحت تأثیر شرایط محیطی قرار دارد. طبق پیش‌بینی‌ها تغییر اقلیم موجب دگرگونی آب‌وهوا خواهد شد یعنی تابستان‌ها گرم‌تر و خشک‌تر می‌شود، و بارش‌های بسیار کمتری در نواحی جغرافیایی مختلف رخ خواهد داد، که این شرایط برای *M. phaseolina* و تکمیل چرخه زندگی بر روی حبوبات و سایر میزبان‌ها مساعدتر خواهد بود. در پژوهشی در مزرعه‌های لوبیا قرمز زنجان عملیات زراعی و تأثیر آن بر پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا ارزیابی شد که عمق کاشت، تراکم محصول و نیز علف‌هرز در شدت بیماری مؤثرتر بودند (Naseri & Marefat 2011). مرور حاضر نشان می‌دهد که تغییر اقلیم نقش بسیار مهمی در انتشار و گسترش *M. phaseolina* در حبوبات و سایر محصولات از یک منطقه به منطقه دیگر دارد. دماهای بالا و رطوبت پایین خاک می‌تواند موجب افزایش بروز بیماری در مناطق کشت قبلی و نیز در نیچ‌های جدید که محصولات کشاورزی به آن‌جا معرفی شده‌اند شود.

وضعیت بیماری پوسیدگی ذغالی در ایران

بیماری پوسیدگی ذغالی در سال ۱۳۷۱ از مناطق مختلف کشت سویای کشور در شمال شامل استان‌های گلستان و مازندران گزارش شد. در استان مازندران در سال‌های خشک و کم‌باران آلودگی به بیماری پوسیدگی ذغالی در مزرعه‌های سویا موجب کاهش کمیت و کیفیت محصول شده و از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی این محصول به حساب می‌آید (Rayatpanah, 1992). بررسی مزرعه‌های سویا در شهرستان‌های مختلف استان مازندران نشان داد که آلودگی به بیماری پوسیدگی ذغالی در سویا ۴ تا ۴۵ درصد متغیر است (Rayatpanah & Alavi, 2006). در استان گلستان نیز درصد بوته‌های آلوده به این بیماری در سال‌های زراعی ۸۶-۸۷ و ۸۷-۸۸ به ترتیب ۰/۹۱ تا ۷۴/۸۹ و ۰ تا ۹۷/۳ درصد و شدت بیماری روی ساقه به ترتیب ۰ تا ۳۲/۲ و ۰ تا ۴/۸ درصد بوده‌است (Taliei et al. 2012).

بخش مهمی از کشور ایران بویژه در استان‌های لرستان، مرکزی، فارس، کرمانشاه و برخی مناطق دیگر را خاستگاه و جایگاه کشت و تولید حبوبات از جمله لوبیا است. استان لرستان با داشتن وضعیت خاک و اقلیم مناسب برای کشت حبوبات، از نظر میزان سطح زیرکشت و تولید لوبیا به ترتیب سهم ۱۶/۶ و ۱۷/۹ درصدی از کل سطح زیر کشت لوبیای کشور را به خود اختصاص داده‌است (Ahmadi et al. 2016) و قطب مهم

تولید لوبیا در کشور، و منطقه‌ای متمایز محسوب می‌گردد. این استان به چهار اقلیم مختلف تقسیم می‌شود (Zand 2016): نیمه مرطوب سرد، نیمه مرطوب معتدل، نیمه خشک سرد، نیمه خشک گرم. عمده کشت لوبیا در استان لرستان در شهرستان‌های ازنا، الیگودرز، دورود، بروجرد و سلسله انجام می‌شود که در اقلیم‌های نیمه‌خشک سرد، نیمه مرطوب سرد و نیمه مرطوب معتدل واقع شده‌اند. بافت خاک استان لرستان غالباً لومی‌رسی (در ناحیه شمالی و غربی استان شامل شهرستان سلسله) تا سیلتی‌لومی (در ناحیه شرقی استان شامل ازنا و الیگودرز) می‌باشد و اسیدیته خاک نیز ۷/۸ - ۷/۵ می‌باشد (Mohajer Shoaee et al. 1992). لرستان بدلیل موقعیت بینابینی مناطق سرد مرتفع و مناطق گرم جنوب همواره تحت تغییرات و نوسانات حرارتی می‌باشد که زمینه بروز تنش‌های مختلف در محصولات کشاورزی به‌ویژه حبوبات که از آسیب‌پذیری بالاتری برخوردارند را فراهم می‌کنند. در این استان قارچ *M. phaseolina* از روی کلزا (Dehghani et al. 2012a)، لوبیا (Dehghani et al. 2018)، ماش (دهقانی و همکاران، اطلاعات منتشر نشده)، کنجد (Dehghani & Rafiee 2009)، خربزه و زیتون (Dehghani 2012b)، گزارش شده‌است. قارچ وابسته به تنش *M. phaseolina* در مناطق با اقلیم معتدل و مرطوب با بافت خاک سنگین‌تر استان لرستان بیشتر از سایر مناطق دیده شد (Dehghani et al. 2018). در بررسی‌های انجام شده توسط دهقانی در مزرعه‌های لوبیا در استان لرستان (شکل ۲). البته در پژوهش‌های دیگر دهقانی و همکاران (2016) و رضایی‌نیا و همکاران (2018) *Macrophomina phaseolina* از مهم‌ترین عوامل پوسیدگی ریشه لوبیا در استان لرستان معرفی شده است.



شکل ۲. نشانه‌های بیماری پوسیدگی ذغالی در مزرعه‌های لوبیای استان لرستان ایران.

Figure 2. Symptoms of charcoal rot disease in Lorestan Province bean fields, Iran.

نتیجه‌گیری

پیش‌آمودگی یا مستعد شدن میزبان برای بروز بیماری پوسیدگی ذغالی حبوبات ناشی از *Macrophomina phaseolina* در مناطقی که دما و رطوبت نوسانات زیادی دارند، بیشتر به چشم می‌خورد. روند افزایش شیوع *M. phaseolina* از نواحی با اقلیم سرد و خشک و خاک با بافت سبک‌تر، به سمت نواحی با اقلیم معتدل و مرطوب با بافت خاک سنگین‌تر، نشانگر تأثیر تغییر اقلیم و نیز تنش محیطی بر وقوع و شیوع این قارچ در لوبیا است. مدیریت تلفیقی بیماری در حبوبات، جهت کاهش زمینه‌های بروز بیماری پوسیدگی ذغالی و نامساعدسازی شرایط برای قارچ بیمارگر تا حد امکان، می‌تواند با کاشت رقم‌های مقاوم به بیماری، شخم عمیق پیش از کاشت برای از بین بردن زادمایه بیمارگر در بقایای گیاهی، تغذیه مناسب با کودهای و آبیاری بهینه صورت گیرد.

References

منابع

1. Ahmadi, K., Gholizadeh, H., Ebadzadeh, H., Hoseinpoor, R., Abdeslah, H., Kazemian, A., & Rafiee, M. (2016). Agriculture statistics. *Ministry of Jihad e Agriculture of Iran*. Tehran, Iran, 1, 125 p.
2. Ali, A., Hall, A.M., & Gladders, P. (1998). The biology and pathology of *Rhizoctonia solani* and *Rhizoctonia oryzae* isolated from crown rot of carrots in UK. Brighton Crop protection conference: pests & diseases- 1998: 3. In: Proceedings of an international conference, Brighton UK, pp875-880.
3. Arora, M., & Pareek, S. (2013). Effect of soil moisture and temperature on the severity of *Macrophomina* charcoal rot of sorghum. *Indian Journal of Science Research*, 4, 155-158.
4. Aviles, M.S., Castillo, J., Bascon, T., Zea-Bonilla, P.M., Martin-Sanchez, R.M., & Jimenez, P. (2008). First report of *Macrophomina phaseolina* causing crown and root rot of strawberry in Spain. *Plant Pathology*, 57, 382.
5. Cohen, R., Elkabetz, M., Paris, H.S., Gur, A., Dai, N., Rabinovitz, O., et al. (2022). Occurrence of *Macrophomina phaseolina* in Israel: Challenges for disease management and crop germplasm enhancement. *Plant Disease*, 106, 15-25.
6. Cohen, S.P., & Leach, J.E. (2020). High temperature-induced plant disease susceptibility: more than the sum of its parts. *Current Opinion in Plant Biology*, 56, 235-241.
7. Dehghani, A. (2012a). Evaluation of irrigation methods on fusarium root rot of bean in eastern Lorestan, *Abstract book of 1st Management of Water in Field Congress*, Karaj, Iran, p. 360.
8. Dehghani, A. (2012b). Importance of predisposition in prevalence of plant disease (a case study in the province Khuzistan), *Abstract book of 20th Iranian Plant Protection Congress*, Shiraz, Iran, p.248.
9. Dehghani, A. (2018). Drought stress as an important agent of predisposition of plants to incidence and prevalence of new diseases and prevention methods, *Abstract Book of 3rd National Conference on Drought Effects and Management Tools*, Lorestan Agriculture and Natural resources Research Center, Khorramabad, Iran.
10. Dehghani, A., Panjekeh, N., & Darvishnia, M. (2016). Distribution and abundance of root and crown rot fungal pathogens on bean in Lorestan. *Abstract Book of 6th National*

- Conference on Iranian Beans*, Lorestan Agriculture and Natural resources Research Center, Khorramabad, Iran.
11. Dehghani, A., Panjekeh, N., Darvishnia, M., Salari, M., & Asadi Rahmani, H. (2018). Importance and climatic distribution of pathogenic fungi associated with bean root and crown in Lorestan Province, *Applied Entomology and Phytopathology*, 86 (2), 219-234. (In Persian)
 12. Dehghani, A., & Rafiee, M.R. (2009). Study the effects of irrigation frequency on sesame phyllody and wilt in Behbahan. *Abstract Book of 1st National Congress on Environmental Stresses in Agricultural Science*, Birjand, Iran.
 13. Dehghani, A. & S. Siahpoush, (2023a). Climate change and impacts on plant diseases, *Abstract Book of 2nd National Conference on Agricultural Sciences (Abiotic Stresses)*, Urmia, Iran.
 14. Dehghani, A. & Siahpoush, S. (2023b). Relation between the stress-related fungi, *Macrophomina phaseolina* frequency and incidence of charcoal rot in common bean fields (Case study: Lorestan Province), *Abstract Book of 2nd National Conference on Agricultural Sciences (Abiotic Stresses)*, Urmia, Iran.
 15. Dong, J., Gruda, N., Li, X., Tang, Y., Zhang, P., & Duan, D. (2020). Sustainable vegetable production under changing climate: The impact of elevated CO₂ on yield of vegetables and the interactions with environments-A review. *Journal of Cleaner Production*, 253, 119920.
 16. Freeman, S., & Gnayem, N. (2005). Use of plasticulture for strawberry plant production. *Small Fruits Review*, 4, 21-32.
 17. Gupta, G.K., Sharma, S.K., & Ramteke, R. (2012). Biology, epidemiology and management of the pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid with special reference to charcoal rot of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill). *Journal of Phytopathology*, 160, 167-180.
 18. Indira, N., & Gayatri, S. (2003). Management of blackgram root rot caused by *Macrophomina phaseolina* by antagonistic microorganisms. *Madras Agricultural Journal*, 90, 490-494.
 19. Kaur, S., Chauhan, V.B., Singh, J.P., & Singh, R.B. (2012). Status of *Macrophomina* stem canker disease of pigeonpea in eastern Uttar Pradesh. *Journal of Food Legumes*, 25, 76-78.
 20. Keote, G.A., & Reddy, M.S.P. (2019). Bio-inoculants used against chickpea dry root rot incited by *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butler. *Journal of Mycopathological Research*, 57, 107-111.
 21. Kim, J.H. et al. (2022). Increasing the resilience of plant immunity to a warming climate. *Nature*, 607, 339-344
 22. Lalita, L., & Ahir, R.R. (2020). In-vivo evaluation of different fungicides, plant extracts, biocontrol agents and organics amendments for management of dry root rot of chickpea caused by *Macrophomina phaseolina*. *Legume Research*, 43, 140-145.
 23. Lodha, S., & Mawar, R. (2020). Population dynamics of *Macrophomina phaseolina* in relation to disease management: A review. *Journal of Phytopathology*, 168, 1-17.
 24. Maheswari, U., & Ramakrishnan, G. (1999). Factors influencing the competitive saprophytic ability of *Macrophomina phaseolina* in groundnut. *Madras Agricultural Journal*, 86, 552-553.

25. Manici, L.M., Caputo, F., & Cerato, C. (1995). Temperature responses of isolates of *Macrophomina phaseolina* from different climatic regions of sunflower production in Italy. *Plant Disease*, 79, 834-838.
26. Mengistu, A., Ray, J.D., Smith, J.R., & Paris, R.L. (2007). Charcoal rot disease assessment of soybean genotypes using a colony forming unit index. *Crop Science*, 47, 2453-2461.
27. Mohajer Shoaeei, M.H., Rezaee, A., Rahimi, A.M., Emamyari, A.M.K., & Salehi, P. (1992). Evaluation of resources and land ability of Lorestan regions. Pub. no. 608, 75 p.
28. Naseri B. (2023). The potential of agroecological properties in fulfilling the promise of organic farming: a case study of bean root rots and yields in Iran. *Organic Farming* (Second edition), Global Perspectives and Methods, 203-236.
29. Naseri B. (2014). Charcoal rot of bean in diverse cropping systems and soil environments, *Journal of Plant Diseases and Protection*, 121 (1): 20-25.
30. Naseri B., & A. Marefat, 2011, Large-scale assessment of agricultural practices affecting Fusarium root rot and common bean yield, *European Journal of Plant Pathology*, 131, 179-195.
31. Ndiaye, M.A.J. Termorshuizen, van Bruggen, A.H.C. (2010). Effects of compost amendment and the biocontrol agent *Clonostachys rosea* on the development of charcoal rot (*Macrophomina phaseolina*) on cowpea. *Journal of Plant Pathology*, 92, 173-180.
32. Ortiz, V., Chang, H-X, Sang, H., Jacobs, J., Malvick, D.K., Baird, R., Mathew, F.M., Estevez de Jensen, C., Wise, K.A., Mosquera, G.M., Chilvers, M.I. (2023). Population genomic analysis reveals geographic structure and climatic diversification for *Macrophomina phaseolina* isolated from soybean and dry bean across the United States, Puerto Rico, and Colombia. *Frontiers in Genetics*, 14, 1103969.
33. Pandey, A.K., & Basandrai, A.K. (2021). Will *Macrophomina phaseolina* spread in legumes due to climate change? A critical review of current knowledge. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 128, 9-18.
34. Patel, S.T., & Anahosur, K.H. (2001). Influence of sowing time, soil moisture and pathogens on chickpea wilt and dry root rot incidence. *Karnataka Journal of Agricultural Sciences*, 14, 833-835.
35. Qiu, J. et al. (2022). Warm temperature compromises JA-regulated basal resistance to enhance *Magnaporthe oryzae* infection in rice. *Molecular Plant Pathology*, 15, 723-739.
36. Raj Krishnan, N., Tripathi, N., & Rajinder, S. (1999). Role of edaphic factors on the incidence of dry root- rot sesame caused by *Rhizoctonia bataticola* (Taub.) Butl. *Sesame Safflower News Letter*, 14, 69-71.
37. Rayatpanah, S. (1992). Study of charcoal rot disease (*Macrophomina phaseolina*) in Mazandaran and its epidemiology. *Abstract Book of 11th Iranian Plant Protection Congress*, Rasht, Iran, p.116.
38. Rayatpanah, S., Alavi, S.V. (2006). Study on soybean charcoal rot disease in Mazandaran, *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources*, 13 (3), 107-114. (In Persian).
39. Saleh, A., Ahmed, H., Todd, T., Travers, S., Zeller, K., Leslie, J. et al. (2010). Relatedness of *Macrophomina phaseolina* isolates from tallgrass prairie, maize, soybean and sorghum. *Molecular Ecology*, 19, 79-91.

40. Sanchez, S.M., Gambardella, J.L., Henriquez, J.L., & Diaz, I. (2013). First report of crown rot of strawberry caused by *Macrophomina phaseolina* in Chile. *Plant Disease*, 97, 996.
41. Shirai, M., & Eulgem, Th. (2023). Molecular interactions between the soilborne pathogenic fungus *Macrophomina phaseolina* and its host plants. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1264569.
42. Smith, G.S., & Carvil, O.N. (1997). Field screening of commercial and experimental soybean cultivars for their reaction to *Macrophomina phaseolina*. *Plant Disease*, 81, 363-368.
43. Su, G., Suh, S.O., Schneider, R.W., & Russin, J.S. (2001). Host specialization in the charcoal rot fungus, *Macrophomina phaseolina*. *Phytopathology*, 91, 120-126.
44. Taliei, F., Safaie, N., & Aghajani, M.A. (2012). Relationship between disease incidence and severity of soybean charcoal rot in Golestan province. *International Journal of Plant Production*, 19 (3), 125-142. (In Persian)
45. Tok, F.M., Dervis, S., & Arslan, M. (2018). Host selective virulence, temperature response and genetic diversity in *Macrophomina phaseolina* isolates from sesame and peanut in southern turkey. *Fresenius Environmental Bulletin*, 27, 7374-7380.
46. Tossi, L., & Zazzerini, A. (1990). Influence of environmental factors and cultural techniques on *Sclerotium bataticola* Taub. On sunflower. *Phytopathology*, 40, 73-76.
47. Waller, J.M. (1986). Drought, irrigation and fungal diseases of tropical crops. Pp. 175-187 In: Ayres, P.G. and Boddy, L. (Eds.), *Water, Fungi and Plants*. Cambridge University Press, Cambridge.
48. Wrather, J.A., & Koenning, S.R. (2006). Estimates of disease effects on soybean yields in the United States 2003 to 2005. *Journal of Nematology*, 38, 173-180.
49. Wyllie, T.S., Gangopadhyay, W.T., Blanchar, R. (1984). Germination and production of *Macrophomina phaseolina* microsclerotia as affected by oxygen and carbon dioxide concentration. *Plant and Soil*, 81, 195:201.
50. Zand, M. (2016). Identification of homogenous climatic zones in Lorestan Province. Final report, Lorestan Agricultural and Natural Resources and Education Center. 20p.