https://bjm.ui.ac.ir/?lang=en

Journal of Microbial Biology
E-ISSN: 3060-7647
14rd Year, Vol. 14, No. 53, Spring 2025 pp. 85-101
Received: 22/02/2025 Accepted: 10/06/2025

(Research Paper)

Evaluation of the susceptibility of eight bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to root and crown rot caused by *Rhizoctonia solani*

Mostafa Darvishnia [1]
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
darvishnia.m@lu.ac.ir

Zahra Mirzaeipour
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
Za.mirzaeipour@gmail.com

Parasto Karooei
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Khorramabad, Iran.
parasto.diana.diba@gmail.com

Abstract

The fungus *Rhizoctonia solani* Kühn is considered one of the major pathogens causing root rot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Due to the soil-borne nature of the pathogen, its control through chemical methods is difficult to achieve. Therefore, the use of alternative management strategies, particularly the deployment of resistant cultivars, can be effective in reducing the impact of the disease. The objective of this study was to investigate the response of eight bean cultivars to *R. solani* under greenhouse conditions. In the 2022–2023 crop years, bean fields in Lorestan Province were monitored, and samples were collected from plants showing symptoms suggestive of infection. Isolation and purification of fungal isolates were conducted under laboratory conditions, and their pathogenicity was evaluated on bean seedlings. The isolate demonstrating the highest pathogenicity was selected and identified based on its morphological features and sequencing of the internal transcribed spacer (ITS) region. The impact of this isolate on different bean cultivars was examined. The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. Thirty days after planting, plant growth parameters and disease severity were measured in the studied cultivars. Results from colony characteristics, growth, morphological features, and molecular studies confirmed that the fungus isolated from the roots and crowns of the bean plants was *R. solani*. The findings revealed that the severity of pathogenicity among the different cultivars ranged from 3.37 to 5. None of the bean cultivars exhibited complete resistance to *R. solani*, and all were classified as either susceptible or moderately susceptible. Among them, the 'Talash' cultivar of pinto bean, with an average disease severity of 3.37, demonstrated relatively higher resistance (moderate susceptibility) compared to the other cultivars.

Keywords: Root And Crown Rot, *Phaseolus Vulgaris*, Disease Severity

*Corresponding Author

Darvishnia, M., Mirzaeipour, Z., Karooei, P. Evaluation of the susceptibility of eight bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars to root and crown rot caused by *Rhizoctonia solani*. Journal of Microbial Biology. 2025; 14(53): 85-101. doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

Introduction

Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), the most significant legume crop globally, accounts for approximately 85% of worldwide legume production. Biotic stresses, including plant diseases highly influence bean production. Bean root rot is a complex disease caused by multiple pathogenic agents and influenced by environmental factors. The fungus *Rhizoctonia solani* Kühn is considered one of the major pathogens causing root and crown rot in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). This pathogenic fungus negatively affects water and nutrient uptake and directly reduces biomass, thereby damaging the crop. It significantly impacts bean yield, potentially leading to up to a complete loss in seed production. The broad host range, widespread geographical distribution, high pathogenicity, saprophytic survival ability, and durability of this fungus make it a pathogen of major concern. Additionally, the complexity of the soil environment and the limited effectiveness of conventional chemical control methods complicate the management of diseases caused by this pathogen. Due to its soil-borne nature, controlling *R. solani* through chemical methods is not easily achievable. Therefore, the use of alternative management strategies, particularly resistant cultivars, can be effective in reducing disease-related losses. The objective of this study was to evaluate the response of eight bean cultivars to *R. solani* under greenhouse conditions.

Materials and methods

During the 2022–2023 cropping season, bean fields in Lorestan Province, Iran, were surveyed, and samples were collected from plants showing symptoms of *Rhizoctonia* infection, including root and crown rot, damping-off, and crown canker. Fungal isolates were isolated and purified under laboratory conditions, and their pathogenicity was assessed on bean seedlings. The isolate demonstrating the highest pathogenicity was selected and identified based on morphological characteristics and the sequence of the internal transcribed spacer (ITS) region. The effect of this isolate was investigated on eight common bean cultivars, including pinto bean cultivars "Talash," "Ghaffar," and "Kosha," white bean cultivars "Almas" and "Shokufa," and red bean cultivars "Ofogh," "Dadfar," and "Yaghoot" (common cultivars cultivated in the region). The experiment was conducted in a completely randomized design with three replications. Thirty days after planting, plant growth traits, including plant height, root length, fresh and dry weight of the plant, and fresh and dry weight of the roots, and disease severity were measured in the studied cultivars.

Discussion and Conclusions

The results of the examination of the colony morphology, growth pattern and morphological characteristics of the isolate obtained from bean plant, as well as molecular studies, revealed that the fungus isolated from the roots and crowns of the bean is *Rhizoctonia solani*. According to the findings, the various bean cultivars examined are either susceptible or moderately resistant to the pathogenic fungus *R. solani*. Analysis of the **i**nteraction effect between *R. solani* and bean cultivars based on mean comparisons showed that the disease severity ranged fom 3.37 to 5, and the percentage of disease severity ranged from 62.5% and 100%. The lowest disease severity, with a score of 3.37 and an average disease severity percentage of 62.5%, was observed in the pinto bean cultivar "Talash," while the highest disease severity was recorded in three cultivars —red bean "Yaghoot," white bean "Dadfar," and white bean "Almas" —, with a disease severity score of 5 and an average disease severity percentage of 100%. Infection with *R. solani* caused both pre- and post-emergence seed rot and damping-off in these cultivars. Furthermore, the results obtained from assessing the impact of *R. solani* on growth traits across bean cultivars demonstrated that this species caused a significant reduction in all growth traits in the studied cultivars compared to the control ($P < 0.05$).

In this study, the pathogenic fungus *R. solani* was isolated from bean plants showing symptoms of infection and identified based on a combination of morphological characteristics and ITS region sequencing. Pathogenicity tests revealed that this fungus is a primary causal agent of root and crown rot in beans and exhibited high pathogenicity **across** various bean cultivars. According to this study and previous investigations conducted both in Iran and globally, it appears that *R. solani* is one of the primary agents of root and crown rot in beans, representing a major threat to commercial bean production worldwide due to the substantial economic losses it causes. It was

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

determined that various bean cultivars are either susceptible or moderately resistant to the pathogenic fungus *R. solani*. Based on the results of this research, *R. solani* has a high potential to cause disease and subsequent damage to bean seedlings during both pre- and post-emergence stages. This disease can cause damage at the seed and seedling stages, depending on the cultivar. According to the results of this research and previous studies, resistance to *Rhizoctonia* in beans is a complex, polygenic trait influenced by environmental and genetic factors, which poses a major challenge in developing resistant cultivars. The results indicated that root infection in seedlings significantly reduced the fresh and dry weights of various parts of the examined cultivars. According to previous studies, this reduction can disrupt the connection between the root system and the aerial parts of the plant, leading to insufficient nutrient transport to the upper parts, resulting in stunted growth and reduced plant weight. In some of the studied cultivars, such as "Dadfar," seeds underwent rot at early growth stages. This finding suggests that *R. solani* is one of the most common and widespread seed-borne fungi. In this study, no correlation was observed between seed coat color and disease severity, which may be attributed to differences in fungal isolates or additional host genetic factors. However, some studies have suggested that darker seed coats may exhibit greater resistance to *R. solani* infection. The disease severity observed in this study was inconsistent with some previous reports. These differences may be attributed to genetic variability among fungal isolates, environmental conditions, and host physiological factors. None of the tested bean cultivars were fully resistant to this disease. These findings highlight the need to develop resistant cultivars and effective management strategies to control this disease.

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

زیست‌شناسی میکروبی
سال چهاردهم، شماره ۵۳، بهار ۱۴۰۴، صفحه ۸۵-۱۰۱
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۲/۰۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۳/۲۰

مقاله پژوهشی

ارزیابی حساسیت هشت رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از *Rhizoctonia solani*

مصطفی درویش‌نیا *
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران
darvishnia.m@lu.ac.ir

زهرا میرزایی‌پور
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، ایران
Za.mirzaeipour@gmail.com

پرستو کرویی
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی دانشگاه لرستان، ایران
parasto.diana.diba@gmail.com

چکیده

قارچ *Rhizoctonia solani* Kühn یکی از عوامل بیماری‌زای مهم در پوسیدگی ریشه لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) محسوب می‌شود. به‌دلیل خاکزادبودن این قارچ بیمارگر، کنترل آن از طریق روش‌های شیمیایی به‌سادگی امکان‌پذیر نیست؛ ازاین‌رو، استفاده از راهکارهای مدیریتی جایگزین، به‌ویژه بهره‌گیری از ارقام مقاوم، می‌تواند در کاهش خسارت بیماری مؤثر باشد. هدف از این پژوهش، بررسی واکنش هشت رقم لوبیا در برابر *R. solani* در شرایط گلخانه‌ای بود. در سال‌های زراعی ۱۴۰۲-۱۴۰۱، مزارع لوبیای استان لرستان پایش شد و از گیاهان دارای علائم مشکوک به آلودگی نمونه‌برداری انجام شد. جداسازی و خالص‌سازی جدایه‌های قارچی در شرایط آزمایشگاهی صورت گرفت و بیماری‌زایی آنها روی گیاهچه‌های لوبیا ارزیابی شد. جدایه‌ای انتخاب شد که بیشترین شدت بیماری‌زایی را داشت و براساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی و توالی ناحیهٔ فاصله ترانویسی‌شدهٔ داخلی (ITS) شناسایی شد. اثر این جدایه بر ارقام مختلف لوبیا بررسی شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار انجام شد. ۳۰ روز پس از کاشت، صفات رشدی گیاه و شدت بیماری در ارقام مطالعه‌شده اندازه‌گیری شد. نتایج بررسی ویژگی‌های پرگنه، رشد، خصوصیات ریخت‌شناختی و همچنین مطالعات مولکولی نشان دادند قارچ جداشده از ریشه و طوقه لوبیا *R. solani* است. نتایج نشان دادند شدت بیماری‌زایی در ارقام مختلف بین ۳/۳۷ تا ۵ متغیر بود. هیچ‌یک از ارقام لوبیا مقاومت کاملی در برابر *R. solani* نشان ندادند و همگی در گروه‌های حساس یا نیمه‌حساس طبقه‌بندی شدند. در این میان، لوبیا چیتی رقم تلاش با میانگین شدت بیماری‌زایی ۳/۳۷ نسبت به سایر ارقام مقاومت بیشتری (نیمه‌حساس) نشان داد.

واژگان کلیدی: پوسیدگی ریشه و طوقه، *Phaseolus vulgaris*، شدت بیماری‌زایی

* **نویسندهٔ مسئول مکاتبات**

درویش نیا، مصطفی، میرزایی‌پور، زهرا، کرویی، پرستو. ارزیابی حساسیت هشت رقم لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) به پوسیدگی ریشه و طوقه ناشی از *Rhizoctonia solani*. *زیست شناسی میکروبی*. ۱۴۰۴؛ ۱۴(۵۳): ۸۵-۱۰۱. doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

مقدمه

حبوبات به‌دلیل اهمیت تغذیه‌ای و زیست‌محیطی نقش حیاتی در تغذیه انسان و پایداری اکوسیستم‌های کشاورزی دارند. این گیاهان منبع اصلی پروتئین‌های گیاهی هستند که به رفع چالش امنیت غذایی برای جمعیت روبه‌رشد کمک می‌کنند و به‌عنوان گزینه‌ای اقتصادی و مقرون‌به‌صرفه در تأمین نیازهای تغذیه‌ای جهانی عمل می‌کنند. افزون بر این، اهمیت حبوبات تنها به تغذیه محدود نمی‌شود؛ آنها به‌دلیل توانایی هم‌زیستی با ریزوبیوم‌ها، نیتروژن جوی را تثبیت و اکوسیستم‌های کشاورزی را غنی‌سازی می‌کنند. این ویژگی به بهبود جذب آب و مواد مغذی، کاهش وابستگی به کودهای شیمیایی و کاهش اثرات زیست‌محیطی مانند تغییرات آب‌وهوایی کمک می‌کند (۱، ۲).

در این میان لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) به‌عنوان مهم‌ترین محصول حبوبات، حدود ۸۵ درصد تولید جهانی را به خود اختصاص داده است و سالانه بیش از ۲۷ میلیون تن تولید می‌شود (۳). این گیاه با سطح زیر کشت حدود ۳۷۷۵۰ هکتار، تغذیه بیش از ۳۰۰ میلیون نفر را تأمین می‌کند؛ به‌ویژه در جوامعی که اقتصاد آنها وابسته به کشاورزی است (۴، ۵). با این حال، تولید پایدار این گیاه به‌شدت متأثر از تنش‌های زیستی متعددی ازجمله بیماری‌های گیاهی است که بیماری‌های خاک‌زاد، به‌ویژه پوسیدگی ریشه، یکی از چالش‌های عمده در کشت لوبیا محسوب می‌شود (۶). پوسیدگی ریشه لوبیا یک بیماری کمپلکس است که در آن عوامل بیماری‌زا و عوامل محیطی مختلف در ایجاد آن نقش دارند. علاوه بر این، تنوع ژنتیکی میزبان و بیمارگر مستلزم طیف وسیعی از پاسخ‌ها است که در آن حساسیت یا مقاومت ممکن است حاصل شود (۷).

Rhizoctonia solani یک قارچ نکروتروف خاکزاد با پراکنش جهانی است که باعث بیماری مهم اقتصادی در لوبیا در سراسر جهان می‌شود و نیز سبب ایجاد مرگ گیاهچه، پوسیدگی بذر، پوسیدگی ریشه و طوقه و ایجاد زخم‌های فرورفته قهوه‌ای مایل به قرمز با طیف وسیعی از اندازه‌ها و زردی و کم‌رشدی در بخش‌های هوایی در لوبیا می‌شود (۸، ۹). ریسه‌های قارچی هم به‌صورت درون‌سلولی و هم برون‌سلولی به میزبان نفوذ می‌کنند و چندین آنزیم هیدرولیتیک تولید و ترشح می‌کنند که دیواره سلولی گیاه را تخریب می‌کند و ورود پاتوژن را تسهیل می‌کند (۷، ۱۰). این قارچ بیمارگر بر جذب آب و مواد مغذی تأثیر منفی می‌گذارد و همچنین باعث کاهش مستقیم توده‌زیستی و آسیب به محصول می‌شود، به‌شدت بر عملکرد محصول لوبیا تأثیر می‌گذارد و منجر به کاهش تا ۱۰۰ درصد عملکرد دانه می‌شود (۱۱، ۱۲). گسترده‌بودن دامنه میزبانی، انتشار وسیع جغرافیایی، بالابودن قدرت بیماری‌زایی، دوام و قدرت بقا ساپروفیتی، سبب اهمیت این قارچ از نظر بیماری‌زایی می‌شود و از طرفی، پیچیدگی محیط خاک و عدم کارایی روش‌های متداول کنترل شیمیایی، مدیریت بیماری‌های ناشی از آن را مشکل می‌کند (۸).

در این زمینه روش‌های مدیریت تلفیقی ازجمله تناوب زراعی، ضدعفونی خاک، استفاده از کنترل‌های شیمیایی و بیولوژیک و بهره‌گیری از ارقام مقاوم برای کنترل بیماری‌های گیاهی استفاده می‌شود. در این میان، استفاده از ارقام مقاوم به‌عنوان مؤثرترین، کم‌هزینه‌ترین و پایدارترین روش مدیریت بیماری مطرح است. این رویکرد ضمن کاهش خسارات، هزینه‌های مبارزه شیمیایی را نیز کاهش می‌دهد و از آلودگی محیط زیست جلوگیری می‌کند (۱۳).

مطالعات متعددی برای کشف ژنوتیپ‌های مقاوم به بیمارگرهای مختلف ازجمله قارچ *R. solani* در میزبان‌های متعددی انجام شده است؛ ازجمله نتایج یک پژوهش با هدف پاسخ ژنوتیپی پنجاه لاین لوبیای معمولی (سفید کوچک، قرمز کوچک، اسنپ، سیاه، چیتی، قرمز روشن و غیره) به *R. solani* نشان دادند چندین ژنوتیپ لوبیا که بیشتر منشأ گرمسیری داشتند، مقاومت بالایی به *R. solani* داشتند (۱۴). نتایج تحقیقی که به‌منظور بررسی مقاومت ۴۶

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

ژنوتیپ لوبیا به قارچ بیمارگر *R. solani* صورت گرفت نشان دادند تعداد ۲۰ ژنوتیپ به بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه مقاومت نشان دادند؛ ولی در شرایط آزمایشگاهی این ژنوتیپ‌ها هیچ‌گونه مقاومتی نشان ندادند (۱۵).

نتایج یک مطالعه که به‌منظور ارزیابی مقاومت ۶ رقم لوبیا در برابر بیمارگر *R. solani* در شرایط گلخانه انجام شد، نشان دادند هیچ‌کدام از ارقام در مقابل بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه مقاوم نبودند. رقم Medalist نسبت به ارقام بررسی‌شده حساسیت کمتری داشت (۱۶).

طی پژوهشی که به‌منظور بررسی بیماری‌زایی چند جدایه *R. solani* روی ارقام اصلاح‌شدهٔ لوبیای چیتی، قرمز، سفید، سبز و چشم بلبلی انجام شد. مشخص شد هیچ‌کدام از ارقام، مقاومت کاملی نسبت به این بیماری ندارند و تمامی ارقام به این بیماری حساس و نیمه‌حساس هستند و فقط دو رقم لوبیای قرمز گلی و قرمز صیاد نسبت به بیماری نیمه‌مقاوم بودند (۱۷). در ارزیابی واکنش ارقام مختلف لوبیا به قارچ بیمارگر *R. solani* مشخص شد رقم صدری مقاوم‌ترین رقم نسبت به این قارچ بود (۱۸).

باوجود پیشرفت‌های اخیر، شکاف‌های دانشی درخور توجهی در زمینهٔ پاسخ ارقام مختلف لوبیا به *R. solani*، در مناطق مختلف ایران (ازجمله استان لرستان به‌ویژه شهرستان الیگودرز و ازنا به‌عنوان کانون‌های کشت لوبیا) وجود دارد؛ بنابراین، با توجه به اینکه تاکنون مطالعه جامعی دربارهٔ تأثیر قارچ بیمارگر *R. solani* روی ارقام رایج کشت لوبیا در استان لرستان صورت نگرفته است، هدف اصلی این مطالعه، ارزیابی مقاومت ارقام مختلف لوبیا در برابر بیماری پوسیدگی ریشه ناشی از *Rhizoctonia solani* بود. همچنین این تحقیق به شناسایی ارقام مقاوم به‌منظور استفاده در مدیریت پایدار بیماری برای کاهش خسارات ناشی از آن می‌پردازد. دستیابی به این هدف گامی کلیدی در کاهش وابستگی به روش‌های شیمیایی و افزایش تاب‌آوری اکوسیستم‌های زراعی منطقه خواهد بود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری، جداسازی و شناسایی قارچ عامل بیماری

نمونه‌برداری از مزارع لوبیا در مناطق مختلف استان لرستان، از مرحله دو تا سه‌برگی شدن گیاه تا زمان تشکیل دانه در نیام، انجام شد. این نمونه‌برداری از گیاهانی صورت گرفت که علائم مشکوک به آلودگی قارچ *Rhizoctonia*، مانند پوسیدگی ریشه و طوقه، بوته‌میری و وجود شانکر در ناحیه طوقه را نشان می‌دادند. بوته‌های مشکوک از ۵۰ مزرعه لوبیا در سطح استان، به‌ویژه شهرستان‌های ازنا و الیگودرز (به‌دلیل سطح بالای زیرکشت لوبیا در این مناطق)، جمع‌آوری شدند. از طوقه و ریشه نمونه‌ها قطعات کوچکی به ابعاد نیم تا یک سانتی‌متر جدا شد. این قطعات به مدت یک تا سه دقیقه در محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم تجاری قرار گرفتند و سه مرتبه با آب مقطر استریل شست‌وشو شدند. بافت‌های ضدعفونی‌شده به تشتک‌های پتری دیش حاوی محیط کشت PDA منتقل شدند. تشتک‌های پتری دیش به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در انکوباتور در دمای ۲۵±۲ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. با مشاهده اولین آثار رشد ریسه در اطراف بافت آلوده، جدایه‌ها به روش نوک ریسه روی محیط کشت آب - آگار دو درصد خالص‌سازی شدند. شناسایی قارچ‌های جداشده با توجه به ویژگی‌های پرگنه و ریخت‌شناختی آنها انجام گرفت که توسط منابع (۱۹-۲۲) توصیف شده است. در مجموع ۱۲ جدایه از قارچ *Rhizoctonia* جداسازی شدند و سپس جهت انتخاب جدایه برتر تست بیماری‌زایی در شرایط گلخانه روی گیاه لوبیا انجام شد (۲۲). جدایه‌ای که بیشترین شدت بیماری‌زایی را داشت، برای انجام تست اصلی، انتخاب و براساس ویژگی‌های مولکولی ناحیه ITS با جفت پرایمرهای ITS1 و ITS4 شناسایی شد (۲۳).

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

ارقام لوبیا استفاده‌شده

در این تحقیق میزان مقاومت ۸ رقم رایج ازجمله لوبیا چیتی ارقام تلاش، غفار و کوشا، لوبیا سفید ارقام الماس و شکوفا، لوبیا قرمز ارقام افق، دادفر و یاقوت (ارقام رایج قابل کشت در منطقه) مطالعه شدند. ارقام لوبیا مطالعه‌شده از ایستگاه تحقیقاتی لوبیا خمین متعلق به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی تهیه شدند.

تهیه مایه تلقیح قارچ بیمارگر

مایه تلقیح قارچ *Rhizoctonia* به روش (۲۲) تهیه شد. به این صورت که مقدار ۱۰۰ گرم دانه گندم درون یک کیسه پلاستیکی مقاوم به گرما، ریخته و تقریباً ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل اضافه شد. پس از مسدودکردن در آن، در اتوکلاو در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر به مدت ۲۰ دقیقه در دو روز متوالی سترون شد. سپس سه تا پنج دایره به قطر ۵ میلی‌متر از حاشیه کشت تازه و درحال رشد *Rhizoctonia* درون کیسه‌های حاوی دانه گندم، اضافه و در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد برای ۱۵ روز نگهداری شدند.

بررسی حساسیت ارقام لوبیا به بیمارگر *R. solani* در شرایط گلخانه

ابتدا بستر کشت (ترکیبی از ماسه، خاک و خاک‌برگ به نسبت ۱:۱:۱) در دو روز متوالی به مدت ۳۰ دقیقه و دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد در فشار ۱/۵ اتمسفر سترون شد (۲۴، ۲۵). همچنین ضدعفونی گلدان‌های پلاستیکی با استفاده از فرمالین ۵ درصد انجام شد (۲۶). همزمان با اضافه‌کردن خاک به گلدان‌ها با ابعاد ۱۳×۱۷ سانتی‌متر، بذرها پس از ضدعفونی با هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت یک دقیقه و ۳ بار شست‌وشو با آب مقطر استریل در عمق ۵-۳ سانتی‌متری خاک کاشته شدند و دو عدد دانه گندم کلونیزشده با قارچ *R. solani* به هر گلدان اضافه شد (۲).

همچنین بذر ضدعفونی‌شده همراه با دو عدد بذر گندم تلقیح‌نشده به‌عنوان شاهد در نظر گرفته شد. گلدان‌ها در شرایط کاملاً تصادفی روی سکوهای گلخانه در شرایط یکسان و دمای ۳۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. برای هر تیمار سه تکرار استفاده شد و گلدان‌ها به فاصله ۲-۱ روز آبیاری شدند. ۲۵-۲۰ روز پس از کاشت، گیاهان از خاک خارج شدند. ابتدا نمونه‌های گیاهی به‌صورت جداگانه زیر جریان ملایم آب به‌طور کامل شسته شدند. سپس شاخص‌های رشدی شامل ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن تر و خشک بوته و وزن‌تر و خشک ریشه تعیین شدند (برای اندازه‌گیری وزن خشک گیاهان در آون با دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت نگهداری شدند). همچنین شدت بیماری‌زایی و درصد شدت بیماری‌زایی *Rhizoctonia* با استفاده از روش نمره‌دهی به شرح زیر ثبت شد:

۰= گیاه به‌خوبی رشدیافته بدون علائم بیماری. ۱= بدون علائم قابل مشاهده در قسمت‌های هوایی، ۲۵ درصد از ریشه‌ها تغییر رنگ داده‌اند. ۲= گیاه کمی کوتاه، نکروز سیاه روی پایه دمبرگ، ۲۶ تا ۵۰ درصد ریشه‌ها تغییر رنگ داده‌اند. ۳= گیاه کوتاه، نکروز سیاه روی پایه دمبرگ، زردشدن و مرگ برگ‌های بیرونی، ۵۱ تا ۷۵ درصد ریشه‌ها تغییر رنگ داده‌اند. ۴= گیاه به‌شدت کوتاه، برگ‌های بیرونی فروریخته، برگ‌های جوان‌تر سبز مایل به آبی و پژمرده می‌شوند، بیش از ۷۵ درصد ریشه‌ها تغییر رنگ داده‌اند. ۵= مرگ کامل گیاه. شاخص شدت بیماری براساس فرمول زیر محاسبه شد:

$$DSI = \Sigma ((Si \times Ni) / (Nt \times 5)) \times 100$$

که در این فرمول DSI شاخص شدت بیماری، Si شدت بیماری، Ni تعداد گیاهان، Nt تعداد کل گیاهان مورد بررسی است.

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

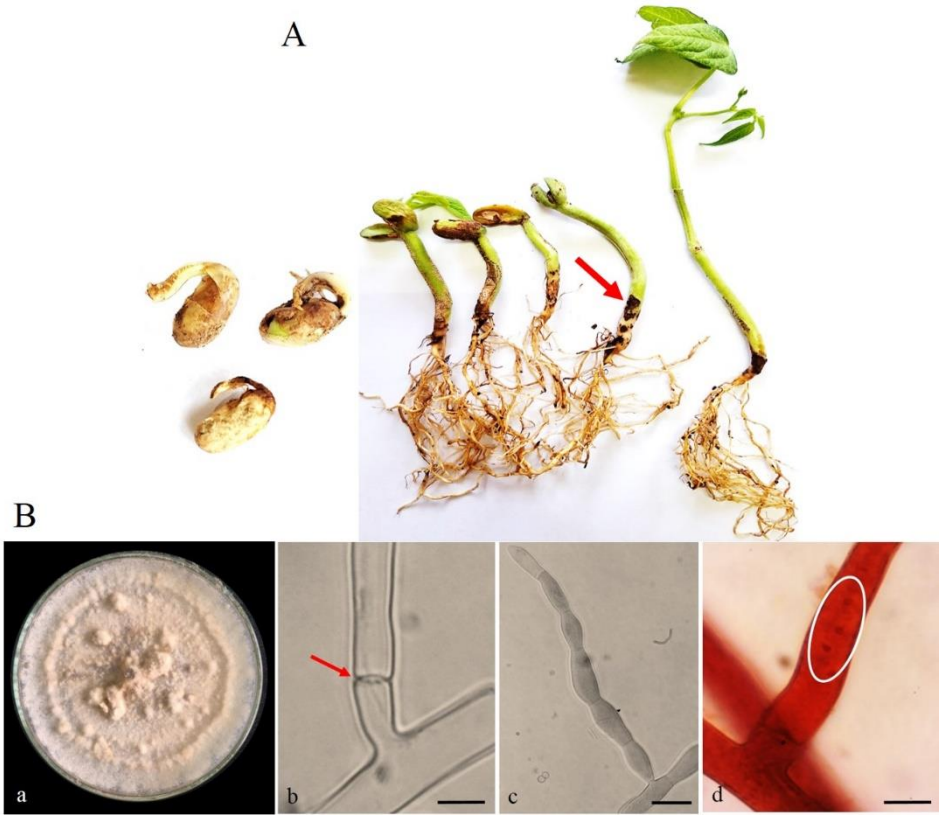
شدت بیماری براساس مقیاس یک تا پنج به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ واکنش‌های ایمن، مقاوم، نیمه‌مقاوم، نیمه‌حساس و حساس است (۲۷).

آنالیز آماری

داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ تجزیه و تحلیل شدند و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد ($P<0.05$) مقایسه شدند.

نتایج

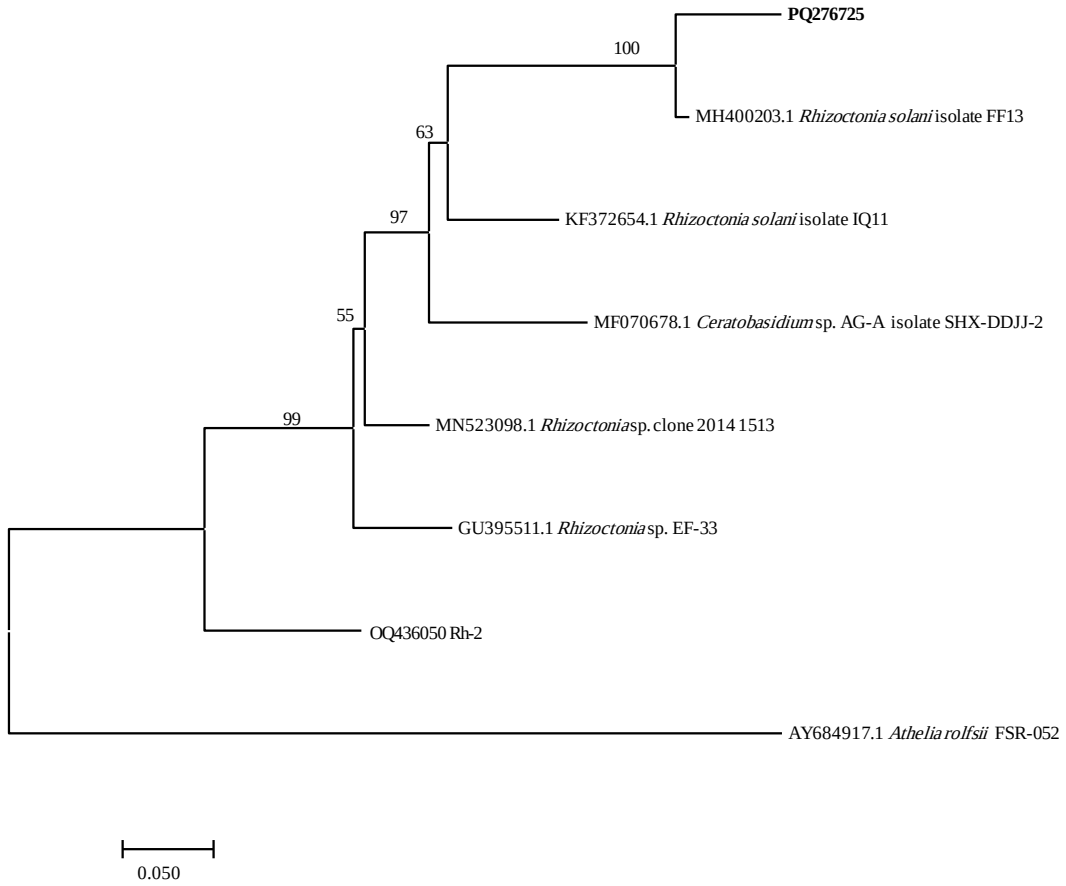
براساس نتایج به‌دست‌آمده مهم‌ترین علائم بیماری پوسیدگی رایزوکتونیایی ریشه و طوقه در گیاهان لوبیا شامل پوسیدگی بذر، کم‌رشدی و به‌مرور زردی قسمت‌های هوایی گیاه، وجود زخم‌های قهوه‌ای روشن تا قهوه‌ای تیره و گاهی قرمز روی طوقه و ریشه است که زخم‌ها گاهی اطراف ریشه را به‌طور کامل فرا گرفته‌اند که در این حالت بافت طوقه و ریشه کاملاً پوسیده شده بود و درنهایت مرگ گیاهچه مشاهده شد (شکل ۱، A). طبق بررسی‌های اولیه براساس منابع و کلیدهای شناسایی مربوطه، در مجموع ۱۲ جدایه *Rhizoctonia* از گیاهان لوبیا جمع‌آوری‌شده، جداسازی شدند؛ بعد از تست بیماری‌زایی جدایه‌های به‌دست‌آمده، یک جدایه که بیشترین شدت بیماری‌زایی را نسبت به سایر جدایه‌ها داشت برای انجام تست اصلی انتخاب شد.



شکل ۱- (A) علائم بیماری پوسیدگی ریزوکتونیایی ریشه و طوقه روی گیاه لوبیا B، خصوصیات ریخت‌شناختی *Rhizoctonia solani* جداشده از لوبیا (a) پرگنه قارچ *R. solani* (b) انشعابات ریسه و باریک‌شدگی ابتدای انشعاب و دیواره عرضی بالای باریک‌شدگی، (c) سلول‌های مونیلوئید، (d) هسته‌های رنگ‌آمیزی‌شده. اندازه‌ها ۱۰میکرومتر.

Figure 1- (A) Symptoms of *Rhizoctonia* root and collar rot on the bean plant. (B) Morphological characteristics of *R. solani* isolated from bean: (a) Colony of *R. solani*, (b) Hyphal branching with constriction at the base and a septum above the constriction, (c) Monilioid cells, (d) Stained nuclei. Scale bar: 10 µm.

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624



شکل ۲- تبارنمای ترسیم‌شده مربوط به جدایه‌های *Rhizoctonia* براساس توالی‌های ITS rDNA به روش Neighbor-joining با استفاده از نرم‌افزار MEGA11 با ۱۰۰۰ تکرار بوت استرپ. آرایه بولدشده مربوط به جدایهٔ این مطالعه است. تبارنما با استفاده از *Athelia rolfsii* FSR-052 (AY684917.1) ریشه‌دار شده است.

Figure 2- The phylogenetic tree was constructed using the Neighbor-Joining method based on ITS rDNA sequences of *Rhizoctonia* isolates. The analysis was performed with MEGA11 software, incorporating 1,000 bootstrap replicates to assess the reliability of the tree branches. The isolate from this study is highlighted in bold within the tree. The tree was rooted using *Athelia rolfsii* strain FSR-052 (GenBank Accession No. AY684917.1) as the outgroup.

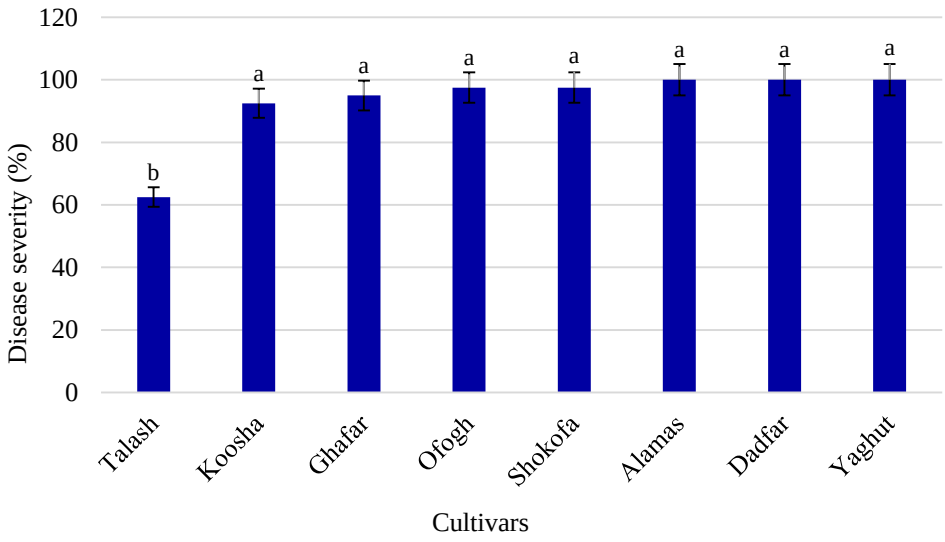
با بررسی و مطالعه ویژگی‌های پرگنه، رشد و همچنین خصوصیات ریخت‌شناختی جدایه به‌دست‌آمده از لوبیا ازجمله سرعت رشد (سریع‌الرشد بود و بعد از ۴ روز ظروف تشتک پتری دیش ۹ سانتی‌متری را در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌طور کامل پوشش داد)، الگوی رشد پرگنه (به‌صورت دوایر متحدالمرکز)، رنگ پرگنه قارچ روی محیط PDA (ابتدا سفید و به‌مرور زمان تغییر رنگ به قهوه‌ای)، تشکیل سختینه، قطر ریسه اصلی (بین ۱۱-۵ میکرومتر با انشعابات قائمه)، باریک‌شدگی [1] در قائده انشعابات، وجود دیوارهٔ عرضی کمی بالاتر از محل باریک‌شدگی، عدم وجود کنیدیوم و قوس اتصال، سلول‌های مونیلیوئید به‌صورت زنجیره‌های ساده یا منشعب و همچنین پس از رنگ‌آمیزی ریسه‌ها با محلول سافرانین قلیایی در بررسی‌های میکروسکوپی دو تا چهار هسته در هر سلول مشاهده شدند (شکل ۱، B).

[1] Constriction

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

همچنین برای تأیید تشخیص گونه نتایج مطالعات مولکولی با تکثیر DNA استخراج‌شده از این جدایه از ناحیه ITS با استفاده از جفت پرایمرهای ITS1 و ITS4 باندهای ۵۵۰ و ۶۸۰ جفت‌باز را نشان دادند که توالی آن ۹۶ تا ۹۸ درصد با توالی‌های *R. solani* موجود در بانک ژن شباهت داشت؛ بنابراین، قارچ جداشده از ریشه و طوقه لوبیا به‌عنوان *Rhizoctonia solani* با کد دستیابی PQ276725 شناسایی و در بانک ژن ثبت شد (شکل ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌های حاصل از شدت بیماری ارقام مختلف لوبیا تحت‌تأثیر قارچ بیمارگر *R. solani* نسبت به شاهد در سطح احتمال پنج درصد ($P<0.05$) معنی‌دار بود. بررسی مقایسه میانگین اثر متقابل قارچ *R. solani* و ارقام مختلف لوبیا نشان داد شدت بیماری‌زایی ۵–۳/۳۷ و درصد شدت بیماری‌زایی ۱۰۰–۶۲/۵ درصد متفاوت بود (شکل ۳). کمترین شدت بیماری‌زایی با شدت ۳/۳۷ و میانگین درصد شدت بیماری‌زایی ۶۲/۵ درصد مربوط به لوبیا چیتی رقم تلاش بود و بیشترین شدت بیماری‌زایی مربوط به لوبیا قرمز رقم یاقوت، لوبیا سفید رقم دادفر و لوبیا سفید رقم الماس با شدت بیماری‌زایی ۵ و میانگین درصد شدت بیماری‌زایی ۱۰۰ درصد بود. نتایج نشان دادند آلودگی به قارچ *R. solani* باعث پوسیدگی بذر و مرگ گیاهچه قبل و بعد از خروج گیاهچه در این ارقام شد. شدت بیماری در ارقام کوشا، غفار و شکوفا به‌ترتیب ۴/۶۲، ۴/۷۵ و ۴/۸۷ بود (جدول ۱، شکل ۳).



شکل ۳- درصد شدت بیماری در ارقام مختلف لوبیا در پاسخ به آلودگی با *Rhizoctonia solani*

Figure 3- Percentage of disease severity in different bean cultivars in response to infection with *Rhizoctonia solani*.

همچنین نتایج به‌دست‌آمده در بررسی تأثیر گونه *R. solani* بر صفات رشدی ارقام مختلف لوبیا نشان دادند این گونه باعث کاهش چشمگیری در همه صفات رشدی در ارقام مطالعه‌شده نسبت به شاهد (در سطح ۵ درصد) شد (جدول ۱). نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادند بیشترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم الماس (کاهش ۹۸ درصدی) بود که نسبت به شاهد اختلاف معنی‌داری داشتند. کمترین کاهش وزن خشک اندام هوایی مربوط به رقم

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

تلاش (کاهش ۴۵/۹۷ درصدی نسبت به شاهد) بود (جدول ۱، شکل ۴).

طبق نتایج به‌دست‌آمده تمام ارقام بررسی‌شده در برابر آلودگی با *R. solani* به‌طور چشمگیری کاهش وزن در ریشه داشتند. بیشترین کاهش وزن خشک ریشه در بین ارقام بررسی‌شده در تیمار با قارچ *R. solani* در رقم الماس (کاهش ۹۷ درصدی نسبت به شاهد) ثبت شد و رقم تلاش کمترین کاهش وزن را بر اثر آلودگی به قارچ *R. solani* (کاهش ۶۴ درصدی نسبت به شاهد) داشت (جدول ۱، شکل ۴).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان دادند بیشترین کاهش ارتفاع بوته مربوط به رقم الماس (کاهش ۸۶/۹۴ درصدی نسبت به شاهد) و کمترین کاهش ارتفاع بوته در برابر آلودگی *R. solani* مربوط به رقم تلاش (کاهش ۶۲/۱۶ درصدی نسبت به شاهد) بود. بیشترین کاهش طول ریشه در رقم الماس (کاهش ۷۳/۷۸ درصدی نسبت به شاهد) و کمترین کاهش طول ریشه در رقم غفار (کاهش ۳۳/۱۱ درصدی نسبت به شاهد) ثبت شد (جدول ۱، شکل ۴).

جدول ۱- مقایسه میانگین داده‌های حاصل از شدت بیماری و صفات رشدی ارقام مختلف لوبیا تلقیح‌شده با قارچ *Rhizoctonia solani* و مقایسه با شاهد.

Table 1- Comparison of mean data on disease severity and growth traits of different bean cultivars inoculated with *Rhizoctonia solani* in comparison to the control.

ارقام لوبیا	شدت بیماری	وزن خشک بخش هوایی (گرم)		وزن خشک ریشه (گرم)		ارتفاع بخش هوایی (سانتی‌متر)		طول ریشه (سانتی‌متر)	
		شاهد	تلقیح شده	شاهد	تلقیح شده	شاهد	تلقیح شده	شاهد	تلقیح شده
الماس	۵ ± ۰/۰۰ a	۱/۴۸ ± ۰/۰۰ d	۰/۰۲۹ ± ۰/۲۰ c	۰/۸۴ ± ۰/۰۰ ab	۰/۰۳۳ ± ۰/۰۰ a	۳۷/۹۲ ± ۱/۹۴ a	۴/۹۵ ± ۱/۶۴ cd	۱۴/۰۰ ± ۰/۲۹ a	۳/۶۷ ± ۰/۵۵ c
دادفر	۵ ± ۰/۰۰ a	۱/۶۳ ± ۰/۰۰ bcd	۰/۰۵۲ ± ۰/۰۰ c	۰/۸۸ ± ۰/۰۰ ab	۰/۰۴۶ ± ۰/۰۰ a	۳۴/۳۸ ± ۲/۲۹ a	۵/۵۶ ± ۰/۴۱ cd	۱۲/۰۰ ± ۱/۲۷ b	۶/۴۵ ± ۰/۲۵ bc
غفار	۴/۷۵ ± ۰/۴۶ a	۱/۷۰ ± ۰/۱۳ bc	۰/۳۳ ± ۰/۲۰ b	۰/۹۶ ± ۱/۰۰ ab	۰/۲۵ ± ۰/۵۰ a	۳۸/۰۰ ± ۱/۴۷ a	۱۰/۴۲ ± ۲/۹ ab	۱۴/۹۵ ± ۰/۶۸ a	۱۰/۰۰ ± ۰/۶۶ a
کوشا	۴/۶۲ ± ۰/۵۱ a	۱/۹۲ ± ۰/۴۷ a	۰/۳۶ ± ۰/۴۰ b	۱ ± ۰/۰۰ a	۰/۱۸ ± ۰/۱۲ a	۳۶/۳۸ ± ۲/۸۹ a	۹/۲۳ ± ۰/۵۵ bc	۱۴/۲۵ ± ۰/۵۶ a	۵/۸۵ ± ۱/۷۰ bc
افق	۴/۸۷ ± ۰/۳۵ a	۱/۷۴ ± ۰/۶۱ ab	۰/۱۰ ± ۰/۰۰ c	۰/۷۱ ± ۰/۰۰ b	۰/۰۶۷ ± ۰/۰۰ a	۳۶/۲۵ ± ۱/۵۸ a	۸/۷۴ ± ۱/۵۳ bcd	۱۵/۰۰ ± ۰/۳۷ a	۶/۰۰ ± ۰/۹۲ bc
شکوفا	۴/۸۷ ± ۰/۳۵ a	۱/۵۴ ± ۰/۳۳ cd	۰/۲۸ ± ۰/۰۰ b	۰/۹۶ ± ۰/۰۰ ab	۰/۹۵ ± ۰/۱۹ a	۲۱/۲۵ ± ۲/۶۶ b	۴/۱۲ ± ۰/۴۷ d	۱۲/۲۷ ± ۰/۵۸ b	۴/۰۰ ± ۱/۲۵ c
تلاش	۳/۳۷ ± ۰/۵۴ b	۱/۷۴ ± ۰/۲۲ ab	۰/۶۷ ± ۰/۱۷ a	۰/۹۴ ± ۰/۰۰ ab	۰/۳۶ ± ۰/۳۴ a	۳۶/۳۷ ± ۲/۶۱ a	۱۳/۷۵ ± ۲/۵۷ a	۱۴/۳۲ ± ۰/۹ a	۷/۸۲ ± ۰/۹۰ ab
یاقوت	۵ ± ۰/۰۰ a	۱/۹۰ ± ۰/۳۰ a	۰/۰۶۱ ± ۰/۰۰ c	۱ ± ۰/۲۷ a	۰/۰۸۱ ± ۰/۱۵ a	۳۲/۱۷ ± ۱/۶۰ a	۶/۰۰ ± ۱/۴۷ bcd	۱۴/۰۰ ± ۰/۳۲ a	۵/۶۲ ± ۲/۱ bc

*Means with the similar letters within each row were not significantly different (P<0.05).

میانگین‌های با حروف یکسان در هر ردیف، با هم تفاوت معنی‌داری ندارند (P<0.05).

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

شکل ۴- علائم آلودگی ازجمله پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه، کم‌رشدی، وجود زخم و همچنین شدت بیماری‌زایی قارچ بیمارگر *Rhizoctonia solani* جداشده روی هشت رقم لوبیا بررسی‌شده و مقایسه با شاهد.

Figure 4- Symptoms of infection, including seed rot, seedling death, stunted growth, the presence of wounds, as well as the severity of pathogenicity of the isolated *Rhizoctonia solani* fungus on eight bean cultivars were investigated and compared with the control.

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

بحث

در این مطالعه از گیاهان لوبیا مشکوک به آلودگی، قارچ بیمارگر *R. solani*، جداسازی و براساس ترکیب ویژگی‌های ریخت‌شناختی و آنالیز مولکولی ناحیه ITS شناسایی شد. خصوصیات ذکرشده برای این جدایه با مشخصات ذکرشده توسط دیگر محققان برای گونه *R. solani* انطباق داشت (۲۰-۲۲). آزمون بیماری‌زایی نشان داد این قارچ یک بیمارگر پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا بود و علائم شدید بیماری ازجمله پوسیدگی بذر، مرگ گیاهچه قبل و بعد از جوانه‌زنی، زردی، کم‌رشدی و زخم روی طوقه و ریشه را ایجاد کرد و شدت بیماری‌زایی بالایی روی ارقام مختلف لوبیا داشت؛ به‌طوری‌که حدود ۳۰ روز پس از کاشت همه گیاهان به‌طور کامل از بین رفتند. این نتایج نشان می‌دهند *R. solani* می‌تواند به‌عنوان یک عامل بیماری‌زای بالقوه مهاجم در مزارع لوبیا ایران در نظر گرفته شود. با توجه به نتایج مطالعات قبلی، بیش از یک گونه بیمارگر می‌تواند عامل پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا در ایران باشد (۱۸، ۲۸). طبق این مطالعه و سایر بررسی‌ها در نقاط دیگر ایران به نظر می‌رسد *R. solani* یکی از عوامل اصلی بیماری پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا در ایران است (۱۷، ۱۸). وقوع بیماری ناشی از *R. solani* در گیاهان لوبیا در اکثر مناطق تحت کشت این محصول گزارش شده است و اکثر ارقام تجاری لوبیا مستعد ابتلا به این بیماری هستند (۷، ۱۱، ۱۲). قارچ بیمارگر *R. solani* تهدیدی جدی برای تولید تجاری لوبیا در سرتاسر جهان است و با خسارات اقتصادی شدیدی همراه است (۲).

مطابق نتایج به‌دست‌آمده هیچ‌یک از ارقام بررسی‌شده در این مطالعه نسبت به بیماری پوسیدگی رایزوکتونیایی مقاومت نشان ندادند. مشخص شد ارقام مختلف لوبیا به قارچ بیمارگر *R. solani* حساس هستند یا مقاومت محدودی از خود نشان می‌دهند. براساس نتایج این پژوهش قارچ *R. solani* از پتانسیل بالایی در ایجاد بیماری و درنتیجه ایجاد خسارت روی گیاهچه لوبیا قبل و بعد از سبزشدن برخوردار است. این بیماری در مرحله بذر و گیاهچه با توجه به ارقام مختلف می‌تواند خسارت ایجاد کند. با توجه به نتایج این تحقیق و مطالعات قبلی به نظر می‌رسد مقاومت لوبیا به *Rhizoctonia* یک مقاومت پیچیده و پلی‌ژنتیک است و تحت‌تأثیر عوامل محیطی و ژنتیکی قرار دارد و این موضوع از مشکلات اصلی تهیه رقم مقاوم به شمار می‌آید (۱۷، ۲۹). نتایج کاشانی و بهلولی (۲۰۱۳) در بررسی مقایسه ۱۵ رقم اصلاح‌شدهٔ لوبیا چیتی، قرمز، سفید، سبز و چشم بلبلی در برابر ۵ جدایه *R. solani* در شرایط گلخانه نشان داد هیچ‌کدام از این ارقام لوبیای بررسی‌شده مقاومت کاملی به این بیماری نداشتند و تمامی این ارقام به این بیماری حساس و نیمه‌حساس و دو رقم لوبیای قرمز گلی و لوبیای صیاد نسبت به بیماری نیمه‌مقاوم بودند؛ بنابراین، نتایج پژوهش حاضر با نتایج کاشانی و بهلولی (۲۰۱۳) مطابقت دارد؛ زیرا در هر دو مطالعه هیچ‌کدام از ارقام بررسی‌شده مقاومت کاملی در برابر *R. solani* نشان ندادند (۱۷).

در این مطالعه، لوبیا چیتی رقم تلاش کمترین شدت بیماری (۳/۳۷) را نشان داد؛ درحالی‌که برخی از پژوهش‌ها (مانند ۱۸) نشان داده‌اند رقم صدری مقاوم‌ترین رقم لوبیا در برابر *R. solani* بوده است. این تفاوت می‌تواند ناشی از تنوع ژنتیکی میزبان، تفاوت در شرایط محیطی یا تغییرات در نژادهای بیمارگر باشد.

مقایسه نتایج حاصل از ارتفاع گیاهچه در ارقام مختلف و مقایسه هر رقم با شاهد مربوطه نشان داد رقم الماس کمترین ارتفاع را نسبت به شاهد خود داشت. مطابق نتایج این پژوهش و تحقیقات قبلی، علت کاهش ارتفاع گیاه درنتیجه کاهش فاصله بین گره‌ها و کوتاه‌شدن ساقه، بر اثر قارچ بیماری‌زا بود (۱۸).

بیشترین وزن تر و خشک بخش‌های هوایی گیاهچه‌های بیمار در تیمار رقم تلاش مشاهده شد. علت این مسئله

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

بیماری‌زایی کمتر این قارچ روی این رقم لوبیا نسبت به سایر ارقام بررسی‌شده بود.

در بین ارقام لوبیای بررسی‌شده، بیشترین کاهش طول ریشه در رقم الماس (کاهش ۷۳/۷۸ درصدی نسبت به شاهد) ثبت شد. نتایج همچنین نشان دادند آلودگی ریشه گیاهچه تأثیر به‌سزایی در کاهش وزن تر و خشک قسمت‌های مختلف ارقام بررسی‌شده داشته است. برخی از پژوهش‌ها گزارش کرده‌اند با افزایش شدت آلودگی و خسارت واردشده به ریشه و طوقه توسط قارچ *Rhizoctonia*، سیستم ریشه گیاه رشد کمتری داشته است و این کاهش باعث ایجاد اختلال بین سیستم ریشه و قسمت هوایی گیاه می‌شود که به‌دنبال آن مواد غذایی به قسمت‌های بالا نرسیده و درنتیجه کاهش رشد و کاهش وزن در گیاه مشاهده شده است (۳۰، ۳۱).

در برخی ارقام مطالعه‌شده ازجمله دادفر، بذور در همان مراحل اولیه رشد دچار پوسیدگی شدند. این نتیجه با نتایج مطالعات قبلی مطابقت دارد که نشان می‌دهند *R. solani* یکی از شایع‌ترین و فراگیرترین قارچ‌های بذرزاد در جهان است (۳۲-۳۴).

در تعدادی از ارقام بررسی‌شده ازجمله ارقام تلاش، یاقوت و دادفر علائم بیماری زودتر ظاهر شدند و گیاهچه‌ها در همان مراحل اولیه از بین رفتند. تحقیقات نشان داده‌اند این موضوع ممکن است به روابط بیمارگر - رقم مرتبط باشد و نشان‌دهندهٔ این است که عوامل مقاومت به‌مرور اثر خود را در طول دوره رشد گیاه ظاهر می‌کنند (۲۱). همچنین نتایج نشان دادند در شرایط بدون آلودگی، تفاوت معنی‌داری بین ارقام از نظر وزن صفات رشدی بود که قطعاً به ژنتیک ارقام مرتبط است.

شدت بیماری‌زایی در این مطالعه با برخی گزارش‌های قبلی تفاوت داشت. پژوهش‌هایی مانند Oladzad و همکاران (۲۰۱۹) نشان داده‌اند جدایه‌های مختلف *R. solani* از نظر میزان بیماری‌زایی تفاوت معناداری دارند. این تفاوت‌ها می‌توانند ناشی از تنوع ژنتیکی جدایه‌های قارچ، شرایط محیطی و فاکتورهای فیزیولوژیکی میزبان باشد (۹). نتایج مطالعه Ghoneem و همکاران (۲۰۲۳) نشان دادند تنوع ژنتیکی بالا در جمعیت‌های *R. solani* باعث ایجاد شدت‌های متفاوتی از بیماری در گیاهان میزبان می‌شود (۲).

طبق پژوهش‌های مختلف، عوامل متعددی در مقاومت گیاهان نسبت به *R. solani* نقش دارند؛ ازجمله این عوامل می‌توان به بلوغ دیررس گیاه (۲۱)، ضخامت اپی‌کوتیل (۳۵)، فرار از بیماری و ژنتیک ارقام (۳۵، ۳۶)، وجود برگ‌های پهن‌تر و گسترش کندتر زخم‌ها روی گیاه (۳۷). اشاره کرد. همچنین، تجمع لیگنین و ترکیبات فنلی در دیواره سلولی می‌تواند موجب تقویت ساختار سلولی و کاهش نفوذپذیری نسبت به قارچ شود (۳۸، ۳۹).

برخی مطالعات پیشنهاد کرده‌اند پوسته بذرهای تیره‌تر ممکن است در برابر ورود *R. solani* مقاومت بیشتری نشان دهند؛ زیرا ساختار مکانیکی سخت‌تر و تجمع بالاتر ترکیبات فنولیک در آنها می‌تواند از نفوذ بیمارگر جلوگیری کند (۹، ۴۰)؛ با این حال در این پژوهش، چنین ارتباطی بین رنگ پوسته بذر و شدت بیماری مشاهده نشد که ممکن است به‌دلیل تفاوت در جدایه‌های قارچ یا دیگر فاکتورهای ژنتیکی میزبان باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان دادند قارچ *Rhizoctonia solani* یکی از عوامل اصلی پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا در استان لرستان است و موجب کاهش شدید رشد گیاهان در تمامی ارقام بررسی‌شده می‌شود. هیچ‌یک از ارقام لوبیای بررسی‌شده به‌طور کامل مقاوم به این بیماری نبودند؛ با این حال، رقم تلاش کمترین شدت بیماری را نشان داد. این یافته‌ها بر لزوم توسعه ارقام مقاوم و استراتژی‌های مدیریتی مؤثر برای کنترل این بیماری تأکید دارند.

doi: 10.22108/bjm.2025.144464.1624

سپاسگزاری

نویسندگان مراتب سپاس و قدرانی خود را از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه لرستان به‌دلیل تأمین بودجه لازم برای انجام این پژوهش ابراز می‌نمایند.

Refrences

(1) Jimenez-Lopez JC, Singh KB, Clemente A, Czubinski J, Ochatt S, Von Wettberg E, Smýkal P. Legumes for global food security-volume II. Frontiers in Plant Science. 2023 Sep 18;14:1273600. https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1273600

(2) Ghoneem KM, El-Wakil DA, Ahmed MI, Kamel HM, Rashad EM, Al-Askar AA, Elsherbiny EA, Ibrahim AA. Biodiversity of *Rhizoctonia solani* in *Phaseolus vulgaris* seeds in east delta of Egypt. Agronomy. 2023 May 8;13(5):1317. https://doi.org/10.3390/agronomy13051317

(3) Machiani MA, Rezaei-Chiyaneh E, Javanmard A, Maggi F, Morshedloo MR. Evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed yield and quali-quantitative production of the essential oils from fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) and dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) in intercropping system under humic acid application. Journal of Cleaner Production. 2019 Oct 20; 235:112-22. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.241

(4) FAO. 2023. Crops and livestock products. [Available online at https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL].

(5) Nasar S, Shaheen H, Murtaza G, Tinghong T, Arfan M, Idrees M. Socioeconomic evaluation of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivation in providing sustainable livelihood to the mountain populations of Kashmir Himalayas. Plants. 2023 Jan 3;12(1):213. https://doi.org/10.3390/plants12010213

(6) Valenciano JB, Casquero PA, Boto JA, Marcelo V. Evaluation of the occurrence of root rots on bean plants (*Phaseolus vulgaris*) using different sowing methods and with different techniques of pesticide application. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science. 2006 Dec 1;34(4):291-8. http://dx.doi.org/10.1080/01140671.2006.9514419

(7) Guerrero-González ML, Rodríguez-Kessler M, Rodríguez-Guerra R, González-Chavira M, Simpson J, Sanchez F, Jiménez-Bremont JF. Differential expression of *Phaseolus vulgaris* genes induced during the interaction with *Rhizoctonia solani*. Plant cell reports. 2011 Aug; 30:1465-73. https://doi.org/10.1007/s00299-011-1055-5

(8) Phillips AK. Toxicity and repellency of essential oils to the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) [Doctoral dissertation]. 2009. http://hdl.handle.net/10415/1942

(9) Oladzad A, Zitnick-Anderson K, Jain S, Simons K, Osorno JM, McClean PE, Pasche JS. Genotypes and genomic regions associated with *Rhizoctonia solani* resistance in common bean. Frontiers in plant science. 2019 Jul 24; 10:956. https://doi.org/10.3389/fpls.2019.00956

(10) Gonzalez Garcia V, Portal Onco M, Rubio Susan V. Review. Biology and systematics of the form genus *Rhizoctonia*. Spanish Journal of Agricultural Research. 2006 Mar 1; 4(1):55-9. https://sjar.revistas.csic.es/index.php/sjar/article/view/178

(11) Peña PA, Steadman JR, Eskridge KM, Urrea CA. Identification of sources of resistance to damping-off and early root/hypocotyl damage from *Rhizoctonia solani* in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Crop Protection. 2013 Dec 1; 54:92-9. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.04.014

(12) Valentín Torres S, Vargas MM, Godoy-Lutz G, Porch TG, Beaver JS. Isolates of *Rhizoctonia solani* can produce both web blight and root rot symptoms in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Plant disease. 2016 Jul 8;100(7):1351-7. https://doi.org/10.1094/PDIS-11-15-1270-RE

(13) Mihajlović M, Rekanović E, Hrustić J, Grahovac M, Tanović B. Methods for management of soilborne plant pathogens. Pesticidi i fitomedicina. 2017;32(1):9-24. https://doi.org/10.2298/PIF1701009M

(14) Canaday CH, Wyatt JE, Bohac J, Smith JR. Field evaluation of bean cultivars and lines for resistance to *Rhizoctonia*, 2001. Biol. Cult. Tests. 2002 May 1;17:V02. https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=150019

(15) Shamim MD., Kumar, DE, Srivastava DE, Pandey PR, Singh KN. Evaluation of major cereal crops for resistance against *Rhizoctonia solani* under green house and field conditions. Indian Phytopathol. 2014;67(1):2-6. https://www.academia.edu/download/34322010/PhD_Screening_paper.pdf

(16) Adesemoye AO, Orrell T, Kodati S. Effect of virulence of root rot pathogens and cultivar resistance on disease occurrence in dry beans. Plant Health Progress. 2018 Sep 13;19(3):237-41. https://doi.org/10.1094/PHP-06-18-0034-RS

(17) Kashani SF, Bohlooli A. Comparison of the pathogenicity of some of *Rhizoctonia solani* isolates on some *Phaseolus vulgaris* cultivars. Plant Protection Journal. 2013;5(1):83-96. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20173278268 [In Persian].

(18) Mohammadi S, Atashpanje M. Evaluating the Reaction of different Species of Beans to *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* In Vitro. Journal of Iranian Plant Protection Research. 2022; *36*(2):141-151. https://doi.org/10.22067/jpp.2022.32784.0 [In Persian].

(19) Bandoni RJ. Safranin O as a rapid nuclear stain for fungi. Mycologia. 1979 Jul 1;71(4):873-4. https://doi.org/10.1080/00275514.1979.12021088

(20) Sneh B, Burpee L, Ogoshi A. Identification of *Rhizoctonia* species. 1991. (pp. vi+-133). https://doi.org/10.1086/417970

(21) Banniza S, Sy AA, Bridge PD, Simons SA, Holderness M. Characterization of populations of *Rhizoctonia solani* in paddy rice fields in Cote d'Ivoire. Phytopathology. 1999 May;89(5):414-20. https://doi.org/10.1094/PHYTO.1999.89.5.414

(22) Sneh B, Jabaji-Hare S, Neate SM, Dijst G, editors. *Rhizoctonia* species: taxonomy, molecular biology, ecology, pathology and disease control. Springer science & business media; 2013 Jun 29. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2901-7

(23) White TJ, Bruns T, Lee S, Taylor J. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Sninsky JJ, White TJ, editors. PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press; 1990. p. 315–322. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1

(24) Mirzaeipour Z, Bazgir E, Zafari D, Darvishnia M. Selection and biocontrol efficiency of *Trichoderma* isolates against *Rhizoctonia* root rot and their growth promotion effects on strawberry plants. Journal of Plant Pathology. 2023 Nov;105(4):1563-79. https://doi.org/10.1007/s42161-023-01488-w

(25) Karooei P, Darvishnia M, Bazgir E, Mirzaeipour Z. Investigating effect of the endophytic of two *Beauveria* species on growth traits and some biochemical activities of bean (Phaseolus vulgaris). Plant Protection (Scientific Journal of Agriculture). 2024;47(4):1-21. https://doi.org/10.22055/ppr.2024.47925.1760 [In Persian].

(26) Sinclair JB, Dhingra OD. Basic plant pathology methods. CRC press. 2017 Nov 22; 448. https://doi.org/10.1201/9781315138138

(27) Muyolo NG, Lipps PE, Schmitthenner AF. Reactions of dry bean, lima bean, and soybean cultivars to *Rhizoctonia* root and hypocotyl rot and web blight. Plant Disease, 1993; 77:234-238. https://doi.org/10.1094/PD-77-0234

(28) Rahkhodaei E, Hamzehzarghani H, Banihashemi Z, Mostowfizadeh-Ghalamfarsa R, farrokhi nejad R. Identification and pathogenicity of *Fusarium* species causing bean root rot with emphasize on phylogenetic study and host range of *Fusarium solani* species complex in Markazi Province. Iranian Journal of Plant Pathology. 2021;57(3):217-236.

https://doi.org/10.22034/ijpp.2022.545168.375 [In Persian].

(29) Naik TS, Somasekhara YM, Manu TG, Raja R, Amaresh YS, Uma U. Evaluation of French bean (*Phaseolus vulgaris* L.) germplasm against root rot caused by *Rhizoctonia solani*. 2016;83-87. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/20193483262

(30) Dubin, HJ, M. van Ginkel. The status of wheat diseases and disease research in warmer areas. In D. A. Saunders (Ed.), Wheat for the nontraditional warm areas: Proceedings of the International Conference. 1991; 125–145. CIMMYT. Retrieved from. https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19932328160

(31) Yazdani Kohanstani M, Jamali Zavareh A. Study the Reaction of Some Barley Cultivars to *Rhizoctonia solani* AG-8, the Causal Agent of Root Rot Disease. Journal of Iranian Plant Protection Research. 2016;29(4): 490-498. https://doi.org/10.22067/jpp.v29i4.22280 [In Persian].

(32) Mahmoud SY, Hosseny MH, Obiadalla AH. Seed borne fungal pathogens associated with common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seeds and their impact on germination. Journal of Environmental Studies. 2013 Jun 1;11(1):19-26. https://dx.doi.org/10.21608/jesj.2013.192104

(33) Abu-Tahon MA, Mogazy AM, Isaac GS. Resistance assessment and enzymatic responses of common bean (*Phaseolus vulgaris* L) against *Rhizoctonia solani* damping-off in response to seed presoaking in Vitex agnus-castus L. oils and foliar spray with zinc oxide nanoparticles. South African Journal of Botany. 2022 May 1;146:77-89. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.10.009

(34) Aydın MH. *Rhizoctonia solani* and its biological control. Türkiye Tarımsal Araştırmalar Dergisi. 2022;9(1):118-35. https://doi.org/10.19159/tutad.1004550

(35) Franke MD, Brenneman TB, Holbrook CC. Identification of resistance to *Rhizoctonia limb* rot in a core collection of peanut germ plasm. Plant Disease. 1999 Oct;83(10):944-8. https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.10.944

(36) Kheyri F, Taheri P. The role of biological and chemical inducers in activating bean defense responses against *Rhizoctonia solani*. Physiological and Molecular Plant Pathology. 2021 Dec 1; 116:101718. https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2021.101718

(37) Green DE, Burpee LL, Stevenson KL. Components of resistance to *Rhizoctonia solani* associated with two tall fescue cultivars. Plant disease. 1999 Sep;83(9):834-8. https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.9.834

(38) Bateman DF, Van Etten HD, English PD, Nevins DJ, Albersheim P. Susceptibility to enzymatic degradation of cell walls from bean plants resistant and susceptible to *Rhizoctonia solani* Kuhn. Plant Physiology. 1969 May 1;44(5):641-8. https://doi.org/10.1104/pp.44.5.641

(39) De Alwis R, Fujita K, Ashitani T, Kuroda KI. Induced monoterpene and lignin production in mechanically stressed and fungal elicited cultured Cupressus lusitanica cells. Plant Biotechnology Reports. 2009 Feb;3:57-65. https://doi.org/10.1007/s11816-008-0074-3

(40) Prasad K, Weigle JL. *Rhizoctonia solani* in *Phaseolus vulgaris*. Phytopathology. 1976 Jan 1;66:342-5. https://doi.org/10.1094/Phyto-66-342