دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال دهم، جلد ۲، بهار و تابستان ۱۴۰۰
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 10(2), 2021

Research Article

Reaction of nine bean cultivars to two *Fusarium* species

NAFISEH HESAMI, MOSTAFA DARVISHNIA✉, EIDI BAZGIR
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture and Natural Resources,
Lorestan University, Khorramabad, Iran

Received: 10.27.2021 Accepted: 12.22.2021
Hesami N, Darvishnia M, Bazgir E (2021) Reaction of nine bean cultivars to two *Fusarium* species. Plant Pathology Science 10(2):93-104.
Doi: 10.2982/PPS.10.2.93.

Abstract

Introduction: Two soil-borne fungi, *Fusarium oxysporum* and *F. solani*, are the causes of important diseases of beans wilting and root rot. The best way to manage these diseases is to identify and cultivate resistant cultivars. This study was conducted to identify the reaction of nine Iranian beans cultivars to these two pathogenic fungi. **Materials and Methods:** Bean-diseased plants were collected from farms in Aligudarz city in Lorestan province, in western Iran, and *F. oxysporum* and *F. solani* were isolated from them in the laboratory. At first the pathogenesis of these fungi was investigated on a local cultivar. Then, the reaction of nine bean cultivars to them was determined in a completely randomized design experiment in the greenhouse. **Results:** Reaction of cultivars to *F. oxysporum* and *F. solani* respectively were, Dadfar red-bean with disease severity of 28.8 and 26.6%, Sayad red-bean with 33.3 and 28.8%, Koosha pinto-bean with 35.5 and 33.3%, White 247 with 40 and 37.8%, Pak white-bean with 46.6 and 46.7% and pinto-bean 492 with 48.8 and 46.7% respectively, were grouped as semi-sensitive. Saleh pinto-bean with a disease severity of 64.4 and 62.2%, Yaghot red-bean with 77.7 and 80% and Almas white with 82.2 and 86.7% respectively, were determined as sensitive. Pearson correlation analysis also showed that there was a significant negative correlation between root length, fresh and dry weight of root with diseases severity. **Conclusion:** Six cultivars of Iranian beans *vs* Dadfar, Sayad, Koosha, White247, Pak and 492 are semi-sensitive to these diseases.

Key words: Root rot, Red-bean, Pinto-bean, Wilt

✉ Corresponding author: darvishnia.m@lu.ac.ir

مقاله پژوهشی

واکنش نه رقم لوبیا به دو گونه *Fusarium*

نفیسه حسامی، مصطفی درویش‌نیا✉، عیدی بازگیر
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۰۵ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱
حسامی ن، درویش‌نیا م، بازگیر ع (۱۴۰۰) واکنش نه رقم لوبیا به دو گونه *Fusarium* . دانش بیماری‌شناسی گیاهی ۱۰(۲): ۱۰۴-۹۳. Doi: 10.2982/PPS.10.2.93.

چکیده

مقدمه: دو قارچ خاک‌زاد *Fusarium oxysporum* و *F. solani* عامل بیماری‌های مهم پژمردگی و پوسیدگی ریشه انواع لوبیا هستند. بهترین روش مدیریت این بیماریها شناسایی و کشت رقمهای مقاوم است. این پژوهش برای شناسایی واکنش نه رقم لوبیای ایرانی به این دو قارچ بیمارگر اجرا شد. **مواد و روش‌ها:** بوته‌های بیمار لوبیا از مزرعه‌های شهرستان الیگودرز در استان لرستان در غرب ایران جمع‌آوری و در آزمایشگاه *F. solani* و *F. oxysporum* از آنها جداسازی شدند. بیماریزایی این قارچها ابتدا روی یک رقم محلی بررسی شد. سپس واکنش نه رقم لوبیا نسبت به آنها در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه تعیین شد. **یافته‌ها:** واکنش رقمها به *F. oxysporum* و *F. solani* به ترتیب در رقم قرمزدادفر با شدت بیماری ۲۸/۸ و ۲۶/۶ درصد، قرمزصیاد با ۳۳/۳ و ۲۸/۸ درصد، چیتی‌کوشا با ۳۵/۵ و ۳۳/۳ درصد، سفید ۲۴۷ با ۴۰ و ۳۷/۸ درصد، سفیدپاک با ۴۶/۶ و ۴۶/۷ درصد، چیتی ۴۹۲ با ۴۸/۸ و ۴۶/۷ درصد به عنوان نیمه حساس و چیتی صالح با شدت بیماری ۶۴/۴ و ۶۲/۲ درصد، قرمزیاقوت با ۷۷/۷ و ۸۰ درصد و سفیدالماس با ۸۲/۲ و ۸۶/۷ درصد به عنوان حساس شناخته شدند. هم‌چنین آنالیز همبستگی پیرسون نشان داد که همبستگی معنی‌دار منفی بین طول ریشه، وزن‌تر و خشک ریشه با شدت این بیماریها وجود دارد. **نتیجه‌گیری:** شش رقم لوبیای ایرانی قرمزدادفر، قرمزصیاد، چیتی‌کوشا، سفید ۲۴۷، سفیدپاک و چیتی ۴۹۲ به این بیماریها نیمه حساس هستند.

واژگان کلیدی: پژمردگی، پوسیدگی ریشه، لوبیا قرمز، لوبیا چیتی

مقدمه **Introduction**

انواع لوبیا دارای منابع غنی پروتیین حدود ۲۲ درصد، کربوهیدرات ۵۶-۵۰ درصد، ویتامین و مواد معدنی (کلسیم، آهن، منگنز، منیزیم و روی) است و در رژیم غذایی انسان‌ها به خصوص در کشورهای در حال توسعه نقش مهمی ایفا می‌کنند. ترکیب مناسبی از پروتیین حبوبات با غلات می‌تواند سوء

✉ نویسنده مسئول: darvishnia.m@lu.ac.ir

تغذیه و کمبود اسیدهای‌آمینه انسان را برطرف سازد (Broughton 2003). مهم‌ترین استان‌های تولیدکننده انواع لوبیا در ایران لرستان، مرکزی، زنجان، چهارمحال و بختیاری، فارس و آذربایجان شرقی می‌باشند. پوسیدگی فوزاریومی ریشه عامل مهم خسارت به این گیاهان در مناطق مختلف از جمله استان‌های مرکزی (Kocheki 1993)، زنجان (Naseri 2008)، چهارمحال بختیاری (Ershad 2009) و لرستان (Dadgar 2009) است. قارچ عامل بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا معمولا *Fusarium solani* f.sp. *phaseoli* است (Saremi 2011, Rostami et al. 2020). همچنین *Fusarium oxysporum* نیز به عنوان عامل پژمردگی آوندی، زردی و گاهی پوسیدگی ریشه و گیاهچه‌میری شناخته شده است (Nelson 1981). پژمردگی فوزاریومی ناشی از *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder، یک بیماری مهم لوبیا معمولی (*Phaseolus vulgaris* L.) است، به ویژه در مناطقی که درجه حرارت بالا و خشکسالی در فصل رشد وجود دارد. در مناطق کشت لوبیا در دنیا ۱۰ درصد خسارت‌ها ناشی از بیماری زردی ایجاد شده با قارچ *Fusarium oxysporum* است که به بافت آوندی نفوذ می‌کند و باعث ایجاد زردی و پژمردگی در بوته‌ها می‌شود، همچنین این بیمارگر در ایران در مزرعه‌های لوبیا وجود دارد (Faraji et al. 2004) و در مناطق غربی کشور خسارت این بیماری بیش از ۷۰ درصد نیز می‌رسد (Heidarian and Ershad 2002). از ویژگی‌های بارز بیماریهای فوزاریومی لوبیا زردی، پژمردگی، پوسیدگی، نکروز برگ‌ها، قهوه‌ای شدن بافت آوندی در ناحیه ریشه، طوقه و ساقه است. با توجه به اهمیت بیماری و روش‌های مهار آن، در این پژوهش تلاش گردیده است که در راستای تعیین واکنش رقمها لوبیا نسبت به عامل بیماری و معرفی رقمها حساس، نیمه‌حساس، متحمل و یا مقاوم جهت به‌کارگیری روش‌های مدیریت بیماری مفید و توصیه کاربرد آن توسط کشاورزان انجام شود.

مواد و روش‌ها Material and Methods

نمونه‌برداری، جداسازی و شناسایی گونه‌های *Fusarium*

هفده مزرعه لوبیا با سطح حداقل یک هکتار در شهرستان الیگودرز که در هر مزرعه تعداد ۵ بوته بیمار و یا مشکوک به آلودگی که دارای طوقه و ریشه‌های پوسیده و یا دارای رنگ قهوه‌ای کم‌رنگ، مایل به سیاه و بخش‌های هوایی دارای نشانه زردی، پژمردگی و توقف رشد بودند، نمونه‌برداری شدند. بعد از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه، طوقه و ساقه گیاهان بیمار و یا مشکوک به بیماری تا ارتفاع ۱۵ سانتی‌متری از طول ساقه جدا شده و زیر جریان ملایم آب قرار گرفتند تا خاک‌های روی ریشه شسته شده و اثری از خاک روی آن‌ها باقی نماند. اندام‌های گیاهی (طوقه و ریشه) پس از تمیز کردن و

شستشو در جریان معمولی آب با تیغ اسکالپل تمیز به قطعات کوچک (۵ میلی‌متری) در مرز نواحی سالم و آلوده بریده و بسته به ظرافت بافت با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد به مدت ۳-۱ دقیقه ضدعفونی شد. سپس بافت‌ها با آب مقطر سترون چند بار شستشو داده شدند. پس از خشک کردن نمونه‌های بافت گیاهی روی کاغذ صافی سترون شده در زیر هود به وسیله پنس سترون شده به پتری حاوی محیط‌های کشت PDA که حاوی مقدار ppm۵۰ آنتی‌بیوتیک و یا لاکتیک اسید ۲۵ درصد بود، منتقل شدند. پتری‌های حاوی محیط کشت و بافت‌های آلوده در انکوباتور در دمای ۲۵ درجه سلسیوس قرار گرفت. برای جداسازی، خالص‌سازی و شناسایی فوزاریوم از محیط کشت‌های سیب‌زمینی – دکستروز- آگار (PDA)، برگ میخک و آگار (CLA)، آب-آگار (WA) و SNA استفاده شد. جهت شناسایی گونه‌های فوزاریوم، جدایه‌ها به محیط کشت برگ میخک-آگار (CLA) منتقل شدند تا هاگدوخیوم‌ها و ماکروکنیدیوم‌های تیپیک هر گونه در این محیط کشت تشکیل شوند. جهت شناسایی گونه‌ها ویژگی‌های ریخت‌شناسی ذکر شده در کلید معتبر (Leslie and Summerell 2006) مطالعه شد.

آزمون بیماریزایی جدایه‌های دو گونه *Fusarium*

رقم محلی لوبیا پس از ضدعفونی سطحی بذور با استفاده از روش فرو بردن ریشه در سوسپانسیون هاگ ($۱۰^{۶}$ هاگ در هر میلی‌لیتر) جدایه‌های *Fusarium solani* و *F. oxysporum* مایه‌زنی شدند. پس از ظهور نشانه بیماری در بخش هوایی گیاه، بوته‌های بیمار به آزمایشگاه منتقل شدند. پس از کشت نمونه‌های آلوده روی محیط کشت، قارچ‌های عامل بیماری بازیابی شدند.

بررسی واکنش نه رقم لوبیای ایرانی به جدایه‌های بیماریزای دو گونه *Fusarium* در گلخانه

واکنش نه رقم لوبیا شامل سه رقم لوبیا قرمز (یاقوت، صیاد و دادفر)، سه رقم لوبیا چیتی (کوشا، تلاش، لاین ۴۹۲) و سه رقم لوبیا سفید (پاک، الماس و لاین ۲۴۷) که از مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی لرستان پردیس بروجرد دریافت شدند نسبت به دو جدایه *F. solani* و *F. oxysporum* بازیابی شده از تست اولیه بیماری‌زایی که با کلیدهای موجود شناسایی شدند و مقایسه آنها با تیمار شاهد تعیین شدند. بذرهای این رقمها با محلول هیپوکلریت سدیم ۱/۵ درصد به مدت یک دقیقه ضدعفونی سطحی شده و سپس سه مرتبه با آب مقطرسترون شسته و روی کاغذ صافی سترون به صورت سطحی رطوبت‌زدایی شدند و پس از آن در گلدان‌هایی حاوی خاک مزرعه و ماسه و کود سترون شده با اتوکلاو به نسبت ۱:۱:۱ در شرایط گلخانه کشت شدند. بررسی مقاومت نسبی روی رقمهای لوبیا در قالب طرح کاملا تصادفی که به ازای هر رقم لوبیا سه گلدان و در هر

گلدان سه بذر لوبیا در عمق دو سانتی‌متری سطح خاک کشت شدند و یک گلدان نیز به عنوان شاهد انجام شد. در این آزمایش برای مایه‌زنی گیاهچه‌های جوان لوبیا، در مرحله ظهور برگ‌های اولیه (دو برگچه‌ای)، سوسپانسیون هاگ با غلظت تقریبی ۱×۱۰^{۶} کنیدی در میلی‌متر از کشت هفت روزه هر جدایه استفاده شد (Abawi et al. 1989). بعد از ایجاد زخم به کمک اسکالپل سترون، در قسمت طوقه لوبیا، دو میلی‌لیتر از سوسپانسیون هاگ تهیه شده، روی محل زخم اضافه شد. پس از گذشت پنج هفته، با مشاهده نشانه بیماری، بوته‌ها از گلدان‌ها خارج و نشانه، ثبت شد (Khodagholi 2013). برای مطالعه و بررسی فاکتورهای ارزیابی شده در آزمون گلخانه‌ای کل گیاهان از خاک خارج شده و به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه در ظرف آب قرار داده تا شسته شوند. پس از خشک شدن ریشه، طول اندام‌های هوایی (از سطح خاک تا نوک بوته بر حسب سانتی‌متر)، طول اندام‌های زیرزمینی (از ناحیه طوقه تا نوک ریشه بر حسب سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. در نهایت همه گیاهان از محل اتصال بخش هوایی به بخش زیرزمینی بریده شد و اندام هوایی و زیرزمینی هر گیاه برای مدت ۴۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شد و بعد از خشک شدن، وزن هرکدام به طور جداگانه بر حسب گرم اندازه‌گیری گردید. برای بررسی شدت بیماری‌زایی در اندام‌های هوایی، از نمره‌دهی پنج درجه‌ای هارتمن و همکاران استفاده شد (Hartman et al. 1997). بدین ترتیب که " نمره ۱: فقدان نشانه در اندام‌های هوایی، ۲: روشن شدن برگ‌ها با حالت ابلقی و موزائیک (٪۲۰-۱ برگ‌ها آلوده شده)، ۳: نشانه متوسط با کلروز و نکروز بین برگی (٪۵۰-۲۱ برگ‌ها آلوده شده)، ۴: نشانه سنگین با کلروز و نکروز بین برگی (٪۸۰-۵۱ برگ‌ها آلوده شده)، ۵: نشانه شدید با کلروز و نکروز بین برگی (٪۱۰۰-۸۱ برگ‌ها آلوده شده)". واکنش رقمهای لوبیا به بیماری نیز با مقیاس زیر تعیین شد:

۱-۲۰ درصد = مقاوم، ۲۱-۵۰ درصد= نیمه حساس، ۵۱-۱۰۰ درصد= حساس

همچنین جهت تعیین درصد شدت بیماری (Disease severity) از فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{درصد شدت بیماری (Ds)} = \frac{\Sigma(\text{تعداد گیاه} \times \text{شدت بیماری})}{\text{حداکثر شدت بیماری} \times \text{تعداد کل گیاهان}} \times 100$$

داده‌های بیماری‌زایی در اندام‌های هوایی، مقیاس‌ها با استفاده از ارزش عدد میانی (Midpoint value) به درصد تبدیل شدند که در این تبدیل، معادل‌سازی به شرح زیر برقرار گردید: ۱= صفر درصد، ۲= ۱۰ درصد، ۳= ۳۵ درصد، ۴= ۶۵ درصد، ۵= ۹۰ درصد (Hartman et al. 1997). آنالیز همبستگی پیرسون (Pearson correlation) بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه، نیز انجام شد.

یافته‌ها و بحث Results and Discussion

هشتاد و پنج جدایه از ریشه و طوقه پوسیده لوبیای مزرعه‌های شهرستان الیگودرز بدست آمدند، که ۵۲/۹ درصد از کل جدایه‌ها یعنی ۴۵ جدایه *Fusarium oxysporum* و ۴۷/۱ درصد از کل جدایه‌ها یعنی ۴۰ جدایه نیز *F. solani* تشخیص داده شدند.

بیماریزایی جدایه‌های دو گونه *Fusarium*

گیاهان آلوده شده با *F. oxysporum*، ۳۵ روز پس از مایه‌زنی نشانه‌های بیماری را نشان دادند. در این گیاهان ابتدا زردی و پژمردگی در برگ‌های پایینی و سپس در برگ‌های بالایی مشاهده شد و در پایان باعث خشکیدگی کل بوته‌ها شد. پس از خارج کردن بوته‌ها از خاک، روی ریشه نشانه پوسیدگی مشاهده نشد ولی تغییر رنگ آوندها مشاهده گردید. نشانه‌ها در گیاهان آلوده شده به *F. solani* پس از حدود ۳۰ روز از مایه‌زنی، مشاهده شد که این نشانه با نشانه‌های گیاهان آلوده شده به *F. oxysporum* متفاوت بود. روی طوقه نشانه پوسیدگی مشاهده شد و تعداد ریشه‌های فرعی نیز کاهش یافته بودند (شکل ۱).

واکنش نه رقم لوبیای ایرانی به جدایه‌های بیماریزای دو گونه *Fusarium*

واکنش نه رقم لوبیا به *Fusarium oxysporum* به روش شدت نشانه‌های ظاهر شده بیماری با مقیاس عددی از ۱ تا ۵ مشخص شد. براین اساس به ترتیب رقمها قرمز دادفر با شدت بیماری ۲۸/۸ درصد، قرمز صیاد با شدت بیماری ۳۳/۳ درصد، چیتی کوشا با شدت بیماری ۳۵/۵ درصد، سفید ۲۴۷ با

شکل ۱. بوته لوبیا آلوده به *Fusarium solani* در آزمایش اثبات بیماری‌زایی، A- نشانه پوسیدگی طوقه، B- نشانه آلودگی روی ریشه و طوقه.

Figure 1. The bean plant is infected with *Fusarium solani* in a pathogenicity test, A- Symptom of crown rot, B- Symptom of infection on the roots and crown.

جدول ۱. واکنش نه رقم لوبیا به *Fusarium oxysporum*.

Table1. Reaction of nine bean cultivars to *Fusarium oxysporum*.

Cultivar	Scale					Reaction
	1	2	3	4	5	
Dadfar red	5	4	0	0	0	semi-sensitive
Sayad red	4	4	1	0	0	semi-sensitive
Koosha pinto	3	5	1	0	0	semi-sensitive
White 247	2	5	2	0	0	semi-sensitive
Pak white	1	5	2	1	0	semi-sensitive
Pinto-bean 492	0	6	2	1	0	semi-sensitive
Saleh pinto	0	2	4	2	1	sensitive
Yaghot red	0	0	3	4	2	sensitive
Almas white	0	0	2	4	3	sensitive

شدت بیماری ۴۰ درصد، سفید پاک با شدت بیماری ۴۶/۶ درصد، چیتی ۴۹۲ با شدت بیماری ۴۸/۸ درصد به عنوان نیمه حساس و رقمها چیتی صالح با شدت بیماری ۶۴/۴ درصد، قرمز یاقوت با شدت بیماری ۷۷/۷ درصد و سفید الماس با شدت بیماری ۸۲/۲ درصد به عنوان حساس شناخته شدند (جدول ۱).

واکنش نه رقم لوبیا به *Fusarium solani* نیز به روش شدت نشانه ظاهر شده بیماری با مقیاس عددی ۱ تا ۵ مشخص شد. براین اساس به ترتیب رقمها قرمز دادفر با شدت بیماری ۲۶/۶ درصد، قرمز صیاد با شدت بیماری ۲۸/۸ درصد، چیتی کوشا با شدت بیماری ۳۳/۳۳ درصد، سفید ۲۴۷ با شدت بیماری ۳۷/۷۷ درصد، سفید پاک با شدت بیماری ۴۶/۷ درصد، چیتی ۴۹۲ با شدت بیماری ۴۶/۷ درصد به عنوان نیمه حساس و رقمها چیتی صالح با شدت بیماری ۶۲/۲ درصد، قرمز یاقوت با شدت بیماری ۸۰ درصد و سفید الماس با شدت بیماری ۸۶/۷ درصد به عنوان حساس شناخته شدند (جدول ۲).

در بوته‌های شاهد هیچ نشانه‌ای از بیماری در ریشه و برگ مشاهده نشد. نشانه نکروز ایجاد شده بر روی ریشه و طوقه گیاهان برای تمام گونه‌های مختلف مشاهده گردید به طوری‌که در گونه‌های *F. solani* علاوه بر نکروز ریشه و طوقه، شکاف‌هایی نیز در قسمت‌های آلوده ایجاد شد. در برش طولی از ریشه و طوقه، کلیه گونه‌ها درجاتی از تغییر رنگ در بافت‌های درونی مناطق آلوده را ایجاد نموده بودند ولی در گونه‌های آلوده به *F. oxysporum* نشانه بیماری به نکروز ریشه و طوقه محدود نبوده و در برش عرضی از این مناطق و حتی قسمت‌های پایین ساقه نیز تغییر رنگ آوندی مشاهده شد. رنگ پوسیدگی ریشه و طوقه ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف از قرمز تا قهوه‌ای روشن تا تیره متغیر بود.

جدول ۲. واکنش نه رقم لوبیا به *Fusarium solani*.

Table 2. Reaction of nine bean cultivars to *Fusarium solani*.

Cultivar	Scale					Reaction
	1	2	3	4	5	
Dadfar red	6	3	0	0	0	semi-sensitive
Sayad red	5	4	0	0	0	semi-sensitive
Koosha pinto	4	4	1	0	0	semi-sensitive
White 247	3	4	2	0	0	semi-sensitive
Pak white	2	3	3	1	0	semi-sensitive
Pinto-bean 492	1	5	2	1	0	semi-sensitive
Saleh pinto	0	3	4	1	1	sensitive
Yaghot red	0	0	2	5	2	sensitive
Almas white	0	0	1	4	4	sensitive

نشانه‌های اندام‌های هوایی شامل طیفی از زردی، کم رشدی و کوچک ماندن بوته‌ها و برگ‌ها، ایجاد حالت موزاییک در برگ‌ها و پژمردگی گیاهان بود که نوع و شدت نشانه ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف، متنوع بود. گیاهان شاهد اندام‌های هوایی شادابی داشته و هیچ کدام از نشانه‌های فوق در آنها مشاهده نگردید.

تجزیه همبستگی پیرسون، نشان داد که همبستگی منفی و معنی‌داری بین طول ریشه و شدت بیماری وجود دارد (جدول ۳). همچنین وزن تر ریشه و شدت بیماری ضریب همبستگی ۰/۷۳- و

جدول ۳. نتایج تجزیه‌ی همبستگی پیرسون بین صفات ارزیابی شده پس از مایه‌زنی لوبیا با قارچ فوزاریوم.

Table 3. Results of Pearson correlation analysis between evaluated traits after inoculation of bean with Fusarium.

	Root length	Aerial length	Wet weight of aerial	Root wet weight	Air dry weight	Root dry weight	Severity disease aerial
Root length	1	0.27^{ns}	0.06^{ns}	0.6^{ns}	0.20^{ns}	0.83^{**}	-0.70^{*}
Aerial length		1	0.82^{**}	-0.24^{ns}	0.61^{*}	-0.23^{ns}	-0.11^{ns}
Wet weight of aerial			1	-0.16^{ns}	0.27^{ns}	-0.26^{ns}	-0.22^{ns}
Root wet weight				1	-0.52^{ns}	0.71^{*}	-0.73^{*}
Air dry weight					1	-0.08^{ns}	0.21^{ns}
Root dry weight						1	-0.66*
Severity disease aerial							1

*و** به ترتیب اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد، ns سطوح غیرمعنی‌دار

*,** Significant differnces in the probability levels of 5% and 1% respectively, ns of non-significant levels.

اختلاف معنی‌دار است. وزن خشک ریشه و شدت بیماری دارای ضریب همبستگی ۰/۶۶- و اختلاف معنی‌دار است. شدت بیماری با مابقی صفات اختلاف معنی‌داری نداشت. وزن خشک ریشه با طول ریشه با ضریب همبستگی ۰/۸۳ اختلاف معنی‌داری دارد. طول اندام هوایی و وزن تر اندام هوایی با ضریب همبستگی ۰/۸۲ و اختلاف معنی‌داری دارد. وزن خشک اندام هوایی و طول اندام هوایی با ضریب همبستگی ۰/۶۱ و اختلاف معنی‌داری دارد. وزن تر ریشه و وزن خشک ریشه با ضریب همبستگی ۰/۷۱ و اختلاف معنی‌داری دارد.

واکنش نه رقم لوبیا شامل سه رقم لوبیا قرمز، سه رقم لوبیا چیتی و سه رقم لوبیا سفید به دو گونه *F. solani* و *F. oxysporum* در این پژوهش تعیین شد. نشانه نکروز ایجاد شده در ریشه و طوقه گیاهان برای همه رقمها لوبیا در اثر آلودگی به دو قارچ *F. solani* و *F. oxysporum* یکسان نبود و تفاوت‌هایی بین آن‌ها مشاهده شد. به طوری‌که در برخی گونه‌ها علاوه بر نکروز ریشه و طوقه، شکاف‌هایی نیز در قسمت‌های آلوده ایجاد شد. در برش طولی از ریشه و طوقه، کلیه گونه‌ها درجاتی از تغییر رنگ در بافت‌های درونی مناطق آلوده را ایجاد نموده بودند ولی در گیاهان آلوده به *F. oxysporum* نشانه بیماری به نکروز ریشه و طوقه محدود نبوده و در برش عرضی از این مناطق و حتی قسمت‌های پایین ساقه نیز تغییر رنگ آوندی مشاهده شد. رنگ پوسیدگی ریشه و طوقه ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف از قرمز تا قهوه‌ای روشن تا تیره متغیر بوده و در بوته‌های شاهد هیچ کدام از نشانه فوق الذکر در آنها مشاهده نگردید که با نتایج (Safarlo 2014) و (Zandi et al. 2018) مطابقت داشت. در این تحقیق شاخص‌های مختلف در گیاهان آلوده به دو گونه فوزاریوم بررسی شد که این شاخص‌ها نیز توسط سایر محققان نیز بررسی شده‌اند (Hartman et al. 1997). طی تحقیقات (Saremi et al. 2007)، روی ارزیابی مقاومت ژنوتیپ‌های مقاوم لوبیا به قارچ عامل زردی فوزاریومی در استان‌های شمال غربی و همچنین بررسی عملکرد محصول بر اثر این قارچ، ژنوتیپ ناز، مقاوم‌ترین ژنوتیپ و بیشترین عملکرد محصول و ژنوتیپ سهیر حساس‌ترین ژنوتیپ و کم‌ترین عملکرد را نشان داد (Saremi et al. 2007). در این بررسی نیز در بین رقمها مورد مطالعه بر اثر دو گونه قارچ فوزاریوم بیشترین وزن تر مربوط به اثر *F. oxysporum* روی لوبیا رقم صیاد به مقدار ۱۱/۵ گرم و کمترین وزن تر مربوط به قارچ *F. solani* روی لوبیا سفید رقم ۲۴۷ به میزان ۴/۵ گرم بود. در تحقیقی مشابه، محققین ده رقم محلی و بین‌المللی از لوبیا را در ۵۰ گلدان به‌عنوان آلوده و ۵۰ گلدان هم به‌عنوان شاهد کشت دادند و سپس ارزیابی واکنش رقمها مختلف به قارچ *Fusarium oxysporum* و عملکرد محصول لوبیا را به‌دست آوردند که براین اساس رقم ناز و صیاد متحمل‌ترین و بالاترین عملکرد محصول را دارا بودند و رقم سهیر عملکرد محصول پایین و حساسیت بالایی را نشان داد. متحمل

بودن رقم صیاد در تحقیق حاضر با نتایج تحقیقی که توسط (Saremi et al. 2011) انجام شد هم‌خوانی دارد. در مطالعه حاضر ۸۵ جدایه فوزاریوم از دو گونه *F. solani* و *F. oxysporum* بدست آمد که گونه *F. solani* شایع‌تر بود و نشانه مربوط به این گونه روی طوقه نیز بصورت نکروز و شکاف در رقم سفید لاین ۲۴۷ مشاهده شد. همچنین در گونه *F. oxysporum* تغییر رنگ در قسمت ریشه مشاهده شد، نتایج این بررسی با بررسی‌های (Safarlo and Hemati 2014) روی بیماری‌زایی گونه‌های فوزاریوم ریشه لوبیا مطابقت داشت. در بررسی صفرلو و همتی نیز از ۵۰ جدایه جنس فوزاریوم به دست آمده گونه *F. solani* شایع‌ترین گونه بود و این گونه نشانه را به‌صورت نکروز روی قسمت ریشه و طوقه نشان داد و گونه *F. oxysporum* نیز تغییر رنگ را از قرمز تا قهوه ای روی ریشه نشان داد. همچنین بررسی لوبیا در گلخانه در اثر فوزاریوم، لوبیای سیاه رقم FR266 نسبت به فوزاریوم کمترین مقدار ریشه را داشت (Schneider and Kelly 2000). در این بررسی نیز اثر متقابل قارچ در رقم نیز بر طول ریشه معنی‌دار بود و در اثر متقابل قارچ در رقم بیشترین طول ریشه مربوط به اثر *F. solani* بر لوبیا سفید رقم الماس به مقدار ۱۷ سانتی‌متر بود و کمترین مقدار مربوط به *F. solani* بر لوبیا قرمز یاقوت به مقدار ۱۰/۵ سانتی‌متر بود.

نتیجه‌گیری Conclusion

این پژوهش نشان داد که زردی، پژمردگی و پوسیدگی ریشه و طوقه انواع لوبیا در حومه شهرستان الیگودرز استان لرستان ناشی از قارچهای خاکزاد *Fusarium oxysporum* و *F. solani* است و *F. oxysporum* فراوانی بیشتر از *F. solani* دارد. همچنین در بین نه رقم تحت کشت لوبیای ایرانی رقمهای قرمز دادفر، قرمز صیاد، چیتی کوشا، سفید ۲۴۷، سفید پاک، چیتی ۴۹۲ حساسیت کمتری نسبت به این بیماریها دارند.

منابع References

Abawi GS (1989). Root rot. Pp:211-230. In: HF Schwartz and MA Pastor-Corrales (eds.). Bean Production Problems: Disease, Insect, Soil and Climatic Constraints of *Phaseolus vulgaris*, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, Colombia.

Broughton, WJ Hernandez, G Blair, M Beebe, S Gepts, P, Vanderleyden, J (2003). Beans (*Phaseolus* spp.)–model food legumes. Plant and Soil 252:55-128.

Coleman JJ (2016) The *Fusarium solani* species complex: ubiquitous pathogens of agricultural importance. Molecular Plant Pathology 17:146-58.

Dadgar A (2009) Prosperity in Lorestan Agriculture, Khoramabad, Shapour Khast Publications. 140p. (In Persian).

Ershad, J (2009) Mushrooms of Iran, Agricultural research, Education and extension organization publications, Ministry of Jahad Agriculture, Tehran, Second Edition, 874p. (In Persian).

Faraji M, Okhovat M, Kheiri A, Niknam G (2004) Study of pathogenicity of different isolates of *Fusarium* spp. on six genotypes of bean, 16th Iranian Plant Protection Congress, 28 August–11 September, Tabriz, Iran. 196p. (In Persian with English Abstract).

Hartman GL, Huang YH, Nelson RL, Noel GR (1997) Germplasm evaluation of Glycine max for resistance to *Fusarium solani*, the causal organism of sudden death syndrome. Plant Disease 81:515-518.

Heidarian A, Ershad J (2002) Identification and study of the fungi causing foot and root rot on French bean in Chaharmahal and Bakhtiari Province, 15th Iranian Plant Protection Congress, Chaharmahal and Bakhtiari, Iran. 7–11.

Khodagholi M, Hemmati R, Naseri B, Maarefat A (2013) Genotypic, phenotypic and pathogenic diversity of isolates *Fusarium solani* causing bean root rot in Zanjan province. Iranian Journal of Cereal Research, 49:111-125. (In Persian with English Abstract).

Kocheki A, Banayan-aval M (1993) Cultivation of cereals. Publications University of Mashhad, Second Edition, Gutenberg Printing house, 153p. (In Persian).

Leslie JF, Summerell BA (2006) The *Fusarium* laboratory manual, Blackwell Publishing Ltd, USA, 388p.

Naseri B (2008) Root rot of common bean in Zanjan, Iran: major pathogens and yield loss estimates. Australian Plant Pathology 37:548-551.

Nelson PE (1981) Life cycle and epidemiology of *Fusarium oxysporum*. Pp.51-80. In: ME Mace, AA Bell, CH Becman (eds.). Fungal wilt disease of plant. Academic Press, New York.

Rostami A, Sadravi M, Rezaei R, Abdollahi M (2020) Biological control of Fusarium root rot of bean with two *Trichoderma* species and *Pseudomonas fluorescens*. Plant Pathology Science 9(2): 14-28. (In Persian with English abstract)

Safarlo Z, Hemati R (2014) Identification and study of pathogenicity of *Fusarium* species involved in bean root rot in Zanjan province, Applied Research in Plant Protection 3:77-92. (In Persian with English Abstract).

Saremi H, Amiri ME, Ashrafi J (2011) Epidemiological aspects of bean decline disease caused by *Fusarium* species and evaluation of the bean resistant genotypes to disease in Northwest Iran. Biotechnology 10:14954–14961.

Saremi H, Mohammadi J, Okhovvat SM (2007) Naz, A resistant cultivar on bean root rot disease in Zanjan Province, Northwest Iran. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences, 72:757–764.

Schneider KA, Kelly JDA (2000) greenhouse screening protocol for Fusarium root rot in bean. Horticultural Science 35:1095-1098.

Zandi N, Hemati R, Jafari H (2018) Application of quantitative PCR technique for quantification *Fusarium solani* in sensitive and resistant white bean. Genetic Engineering and Biosafety 7:53-64. (In Persian with English Abstract).