شناسایی و مطالعه بیماری زایی گونه‌های فوزاریوم دخیل در پوسیدگی ریشه لوبیا در استان زنجان

زهرا صفرلو*[۱] و رقیه همتی[۲]

[۱] فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد بیماری شناسی گیاهی، گروه گیاه پزشکی، دانشگاه زنجان

[۲] استادیار، گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان

* مسئول مکاتبه: Zsafarloo@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۰۵ تاریخ پذیرش: ۹۳/۰۴/۱۶

چکیده

پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا یکی از بیماری‌های مهم این گیاه در جهان به شمار می‌رود. به منظور شناسایی و بررسی بیماری‌زایی گونه‌های فوزاریوم مرتبط با بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا در استان زنجان، طی فصل زراعی ۱۳۸۹ از ریشه گیاهان لوبیا با علائم پوسیدگی ریشه و زردی یا پژمردگی در اندام‌های هوایی، تعداد ۵۰ جدایه متعلق به جنس فوزاریوم به دست آمد. بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی و با استفاده از کلیدهای شناسایی معتبر، هفت گونه (*Fusarium solani*، *F. acuminatum*، *F. equiseti*، *F. oxysporum*، *F. crookwellense*، *F. sambucinum* و *F. semitectum*) مورد شناسایی قرار گرفتند که در بین آن‌ها *F. solani* شایع‌ترین گونه بود. جهت مقایسه شدت بیماری‌زایی گونه‌ها، شدت بیماری اندام‌های هوایی و طول زخم نکروزه روی ریشه، اندازه‌گیری شده و بین گونه‌ها مورد مقایسه قرار گرفتند. اثر آلودگی با گونه‌های مختلف بر صفات رویشی گیاه شامل وزن خشک ریشه و اندام هوایی، طول ساقه و طول ریشه نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. تجزیه واریانس نشان داد که بین گونه‌ها از نظر شدت بیماری اندام‌های هوایی و طول زخم ریشه اختلاف معنی دار وجود داشت. همچنین آنالیز همبستگی پیرسون نشان دهنده همبستگی معنی دار مثبت بین طول زخم ریشه و شدت بیماری اندام‌های هوایی بود.

واژه‌های کلیدی: پوسیدگی قارچی ریشه، شدت بیماری‌زایی، *Phaseolus vulgaris*.

مقدمه

لوبیا با نام علمی *Phaseolus vulgaris* L. گیاهی از تیره بقولات (Leguminosae) می‌باشد. دانه گیاهان این تیره دارای ۳۲-۱۸ درصد پروتئین می‌باشد که نقش مهمی در تغذیه انسان ایفا می‌کنند. علاوه بر آن باکتری‌های تثبیت کننده نیتروژن در ریشه آن‌ها تأثیر بسزایی در حاصلخیزی خاک دارند (مجنون حسینی ۱۳۷۵). گونه‌های زراعی لوبیا *Ph. lunatus* L.، *Ph. coccineus* L., *Ph. vulgaris* L., *polyanthus* L., *Ph. acutifolius* می‌باشند. گونه *Ph. vulgaris* شامل واریته‌های لوبیا سبز و خشک است و لوبیاهای موجود در ایران نیز از این گونه هستند (پارسا و باقری ۱۳۸۷). مطابق آمار سازمان خوار و بار جهانی (FAO)[1] در سال ۲۰۰۹ سطح زیر کشت لوبیا در ایران حدود ۹۳۸۸۸ هکتار، میزان تولید ۱۸۱۳۷٤ تن و عملکرد ۱۹۳۱/۸ کیلوگرم در هکتار برآورد گردید. وزارت جهاد کشاورزی سطح زیر کشت این محصول را در استان زنجان در سال زراعی ۸۹-۸۸ معادل ۸۵۷۸ هکتار، میزان تولید ۲۳٦۷۳ تن و میانگین عملکرد در هکتار ۲۵۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش نموده است (بی نام ۱۳۸۹).

از جمله عواملی که عملکرد لوبیا را تحت تأثیر قرار می‌دهند عوامل بیماری‌زای گیاهی می‌باشند که درجات مختلفی از خسارت روی این محصول ایجاد می‌کنند (اعتباریان ۱۳۷٦ و بورک و هال ۱۹۹۱). یکی از مهم‌ترین بیماری‌های قارچی لوبیا بیماری پوسیدگی ریشه می‌باشد. این بیماری اولین بار در سال ۱۹۱٦ در ایالت نیویورک آمریکا مشاهده شد (هال ۱۹۹۱). در ایران کایزر برای اولین بار گونه‌های ناشناخته‌ای از فوزاریوم را روی لوبیا گزارش نمود (کایزر و همکاران ۱۹٦۸). بیماری پوسیدگی فوزاریومی ریشه روی انواع لوبیا در سراسر دنیا در اغلب مزارع جزو بیماری‌های مهم محسوب می‌شود. شدت خسارت این بیماری به وجود عوامل تنش‌زا بستگی دارد. معینی و همکاران (۱۳۷۸)، با بررسی بیماری‌های لوبیا، جنس فوزاریوم را مهم‌ترین عامل پوسیدگی ریشه لوبیا گزارش نمودند. گونه‌های مختلفی از فوزاریوم به عنوان عوامل پوسیدگی ریشه لوبیا گزارش شده‌اند (ویانی و عبداللهی ۱۳۸۷) که در این میان گونه *F. solani* (Mart.) Sacc. از اهمیت و انتشار بیشتری برخوردار است (ناصری ۲۰۰۸). با وجود اهمیت گونه اخیر در ایجاد بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا، خسارت سایر گونه‌های فوزاریوم با پراکنش کمتر نباید نادیده گرفته شود. در آمریکا *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli* [Burk.] Snyder & Hans. به عنوان عامل مهم پوسیدگی ریشه لوبیا در داکوتای شمالی شناخته شد (بیلجی و همکاران ۲۰۰۸). گونه‌های دیگر همچون *F.anthophilum* (A. Braun)، *F.acuminatum* Wollenw.، *F. avenaceum* (Fries) Sacc.، *F.culmorum* (Smith) Sacc.، *F. equiseti*، *F.oxysporum* Nirenberg، *F.proliferatum* (Mats.) Nirenberg، *F. redolens* Wollenweber، *F. crookwellense*، *F. verticillioides* (Sacc.) Nirenberg و گونه‌های دیگر در نقاط مختلف جهان به عنوان عوامل همراه یا بیماری‌زا از ریشه لوبیا گزارش شده‌اند (آسان ۲۰۱۱ و مونتیل-گونزالز و همکاران ۲۰۰۵). این تحقیق با هدف شناسایی گونه‌های فوزاریوم دخیل در بیماری پوسیدگی ریشه لوبیا در استان زنجان و بررسی بیماری‌زایی آن‌ها در ریشه لوبیا انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

نمونه برداری، جداسازی و شناسایی

در شهریور ماه سال ۱۳۸۹، نمونه‌برداری از برخی مناطق عمده لوبیا کاری در استان شامل مناطق خرمدره، سلطانیه و صائین قلعه انجام گرفت. نمونه‌برداری به صورت تصادفی از گیاهان دارای علائم بوته‌میری، پژمردگی، زردی، موزائیک و یا پوسیدگی در منطقه

[1]Food and Agriculture Organization

ریشه و طوقه از چندین مزرعه، بویژه از مزارع تحت کشت لوبیا قرمز رقم ناز صورت گرفت و ۱۳۱ نمونه گیاهی برای جداسازی قارچ‌ها مورد استفاده قرار گرفت. ریشه‌های گیاهان شسته شدند و پس از خشک شدن به قطعات نیم سانتی‌متری تقسیم شدند. قطعات پس از ضد عفونی سطحی با محلول هیپوکلریت سدیم یک درصد، در محیط کشت اختصاصی پپتون-پی سی ان بی- آگار[۱] (PPA) مخصوص جداسازی فوزاریوم از اندام آلوده گیاهی (نش و اسنایدر ۱۹۶۲) کشت گردیدند. از پرگنه-های رشد یافته از ریشه‌های آلوده در محیط کشت PPA، کشت تک اسپور در محیط کشت PDA[۲] به عمل آمد. در نهایت ۵۰ جدایه فوزاریوم به دست آمدند. جهت شناسایی گونه‌های فوزاریوم، جدایه‌های تک اسپور شده خالص به محیط کشت برگ میخک – آگار[۳] (CLA) منتقل شدند تا اسپورودوخیوم‌ها و ماکروکنیدیوم‌های تیپیک هر گونه در این محیط کشت تشکیل شوند. جهت شناسایی گونه‌ها از ویژگی‌های ریخت‌شناسی ذکر شده در کلیدهای معتبر (لزلی و سامرل ۲۰۰۶) استفاده شد.

آزمون‌های گلخانه‌ای

آزمون اثبات بیماری‌زایی به منظور تعیین گونه‌های بیماری‌زا، مشخص نمودن علائم ایجاد شده توسط هر گونه و مقایسه شدت بیماری ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف بیماری‌زا انجام گرفت.

تهیه مایه تلقیح قارچ

مایه تلقیح قارچ مطابق روش بیلجی و همکاران (۲۰۰۸) با کمی تغییر تهیه شد. از هر گونه دو جدایه با هم مخلوط شده و برای آزمایش شدت بیماری‌زایی به کار رفتند. ابتدا مخلوطی از ماسه (۹۵ گرم)، آرد ذرت (پنج گرم) و آب مقطر (۵۰ میلی لیتر) دو روز متوالی به مدت یک ساعت در حرارت ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۵ اتمسفر استریل شدند و سپس سوسپانسیون اسپوری هر جدایه با غلظت $۲/۵۴ \times ۱۰^{۶}$ اسپور در هر میلی‌لیتر با استفاده از لام گلبول شمار تهیه و دو میلی-لیتر آن به ظرف محتوی مواد فوق اضافه گردید. ظروف حاوی مایه تلقیح در انکوباتور به مدت ۲۰ روز در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. به تعدادی از ظروف حاوی مواد فوق به جای سوسپانسیون اسپور دو میلی‌لیتر آب مقطر استریل به عنوان شاهد اضافه گردید. بدین منظور از گلدان‌هایی با حجم ۲۵۰cc استفاده گردید. در دو سوم حجم پایینی گلدان‌ها خاک استریل ریخته شد. سپس مایه تلقیح به نسبت ۱: ۹ با خاک استریل (۱۰۰ گرم مایه تلقیح + ۹۰۰ گرم خاک استریل) مخلوط گردیده و به مقدار لازم به یک سوم حجم فوقانی گلدان‌ها اضافه شد. گلدان‌ها به مدت یک هفته در شرایط گلخانه با دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و هر سه روز یک‌بار آبیاری شدند. به گلدان شاهد، شن و آرد فاقد خاک حاوی مایه تلقیح اضافه گردید. بذرهای لوبیا قرمز رقم ناز پس از ضدعفونی سطحی در محلول ۱٪ هیپوکلریت سدیم به تعداد سه بذر در هر گلدان، در عمق یک سانتیمتری کشت گردیدند. گلدان‌ها تا هفته سوم روزانه و سپس هر دو روز یک‌بار آبیاری گردیدند و نیز هفته‌ای یک‌بار با کود سدیم- پتاسیم- فسفر[۴] (به نسبت ۲۰:۲۰:۲۰) به میزان ۲/۵ گرم در لیتر آبیاری شدند. جهت مقایسه میزان بیماری‌زایی گونه‌ها، آزمونی در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار برای هر گونه نیز اجرا گردید. علائم بیماری بر روی ریشه، طوقه و اندام‌های هوایی ۲۱ روز پس از ظهور گیاهچه ثبت شد. برای بررسی شدت بیماری‌زایی شش شاخص مختلف مورد مطالعه قرار گرفت. ابتدا برای ارزیابی شدت بیماری در اندام‌های هوایی، از نمره‌دهی پنج درجه‌ای هارتمن و همکاران (۱۹۹۷) استفاده شد. بدین ترتیب که نمره ۱: به مفهوم فقدان وجود علائم در اندام‌های هوایی، ۲: روشن شدن برگ‌ها با حالت ابلقی و موزائیک (۲۰٪-۱برگ‌ها

[۱] Peptone PCNB Agar or Nash – Snyder Medium

[۲] Potato Dextrose Agar

[۳] Carnation Leaf Agar

[۴] NPK

آلوده شده)، ۳: علائم متوسط با کلروز و نکروز بین برگی (۵۰٪-۲۱ برگ‌ها آلوده شده)، ٤: علائم سنگین با کلروز و نکروز بین برگی (۸۰٪-۵۱ برگ‌ها آلوده شده)، ۵: علائم شدید با کلروز و نکروز بین برگی (۱۰۰٪-۸۱ برگ‌ها آلوده شده). سپس برای مطالعه پنج شاخص دیگر، کل گیاهان از خاک خارج شده و به مدت ۱۵-۲۰ دقیقه در داخل ظرف آب قرار داده شدند تا ریشه‌های آن‌ها تمیز شوند. پس از خشک شدن ریشه، طول اندام-های هوایی (از سطح خاک تا نوک اندام‌های هوایی)، طول اندام‌های زیرزمینی (از ناحیه طوقه تا نوک اندام‌های زیرزمینی) و طول نکروزهای قابل مشاهده در ریشه‌ها اندازه‌گیری شد. در نهایت همه گیاهان از محل اتصال بخش هوایی به بخش زیرزمینی بریده شده و اندام هوایی و زیرزمینی هر گیاه برای مدت ٤۸ ساعت در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شده و بعد از خشک شدن، وزن هرکدام به طور جداگانه اندازه گیری گردید. با تکمیل مراحل مربوط به اصول کخ نیز بیماری-زایی تمام جدایه‌ها بر روی لوبیا رقم ناز اثبات گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه داده‌های بیماری‌زایی در اندام‌های هوایی، مقیاس‌ها با استفاده از ارزش عدد میانی[۱] به درصد تبدیل شدند که در این تبدیلات، معادل‌سازی به شرح زیر برقرار گردید: ۱ = صفر درصد، ۲ = ۱۰ درصد، ۳ = ۳۵ درصد، ٤ = ٦۵ درصد، ۵ = ۹۰ درصد (هارتمن و همکاران ۱۹۹۷).

نسبت هر شاخص رشدی (اعم از طول و وزن ریشه و اندام‌های هوایی) در تیمارهای آلوده نسبت به همان شاخص در شاهد، به صورت درصد ثبت گردید (اندازه شاخص رشدی در تیمار آلوده تقسیم بر اندازه آن شاخص در شاهد ضرب در ۱۰۰). طول نکروز ریشه نیز به صورت درصدی از طول ریشه محاسبه گردید (لی و همکاران ۲۰۰۹). سپس تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها در نرم افزار SAS 9.1 با استفاده از آزمون دانکن در سطح معنی داری پنج درصد انجام گرفت. جهت تعیین میزان همبستگی بین شاخص‌های مختلف مورد مطالعه، آنالیز همبستگی پیرسون[۲] نیز در نرم افزار مذکور انجام شد.

نتایج

الف- درصد فراوانی و ویژگی‌های ریخت‌شناسی گونه‌های فوزاریوم

جدایه‌های مورد مطالعه، در هفت گونه‌ی *F. solani*، *F. acuminatum*، *F. equiseti*، *F. oxysporum*، *F. crookwellense*، *F. sambucinum* و *F. semitectum* (syn. *F. pallidoroseum*) قرار گرفتند. تعداد جدایه‌ها برای هر گونه از چهار تا ۱۷ متغیر بود (شکل ۱ و جدول ۱).

1- *Fusarium sambucinum* Fückel: پرگنه سفید تا زرد تا نارنجی مایل به خاکستری در محیط PDA دارای رشد سریعی بود و رنگدانه‌های[۳] زرد، نارنجی و قرمز و گاهی لکه‌های قهوه‌ای در محیط تولید نمود. ماکروکنیدیوم‌های کوتاه به فراوانی در اسپورودوخیوم‌های نارنجی رنگ در محیط CLA تولید شدند که دارای سه تا پنج دیواره عرضی با سلول رأسی[٤] پستانک مانند و سلول پایه[۵] پاشنه‌ای[٦] بودند. میکروکنیدیوم‌ها فاقد دیواره یا دارای یک دیواره عرضی بودند. کلامیدوسپورها به صورت زنجیره‌ای یا خوشه‌ای تشکیل شدند. این گونه با گونه‌های *F. torulosum* و *F. venenatum* شباهت ریخت‌شناسی زیادی دارد ولی با توجه به تولید کلامیدوسپور در این گونه و عدم تولید آن در دو گونه دیگر، از آن‌ها تفکیک می‌گردد. همچنین بر

[۱] Midpoint value

[۲] Pearson correlation

[۳] Pigmentes

[٤] Apical cell

[۵] Basal cell

[٦] Foot-shape

اساس سرعت رشد بالای آن در PDA از گونه *F. torulosum* قابل تفکیک است. مشخصات این گونه با توصیف لزلی و سامرل (۲۰۰۶) انطباق داشت.

2- *Fusarium acuminatum* Ellis & Everh.: در محیط PDA تولید میسلیوم‌های سفید رنگ نمود. ماکروکنیدیوم‌ها در اسپورودوخیوم‌های نارنجی کم رنگ تولید شدند و معمولاً دارای دیواره ضخیم بودند و سلول پایه پاشنه‌ای و سلول رأسی باریک و دراز و در نیمه کناری به صورت خمیده و معمولاً چهار تا شش سلولی بود. میکروکنیدیوم‌ها به تعداد کم در مونوفیالیدها تشکیل گردیدند. کلامیدوسپورها به صورت زنجیری و مجتمع بودند. این گونه به گونه *F. avenaceum* شباهت زیادی دارد ولی بر اساس شکل ماکروکنیدیوم‌ها از آن قابل تفکیک است و همچنین در گونه دوم کلامیدوسپور هرگز تشکیل نمی‌گردد. این گونه با گونه *F. armeniacum* نیز شباهت داشته و بر اساس سرعت رشد کمتر و نیز سرعت پایین تشکیل کلامیدوسپور از آن تفکیک می‌گردد. مشخصات این گونه منطبق بر مشخصات ذکر شده توسط لزلی و سامرل (۲۰۰۶) بود.

3- *Fusarium oxysporum* Snyd. & Hans.: رنگ پرگنه در محیط کشت PDA از سفید تا بنفش کم‌رنگ متغیر بوده و اسپورودوخیوم‌ها به رنگ نارنجی کم رنگ در محیط کشت CLA به فراوانی تشکیل گردیدند. ماکروکنیدیوم‌ها دارای طول کوتاه تا متوسط و باریک با دیواره‌های نازک و معمولاً با سه دیواره عرضی بوده که سلول پایه دندانه دار[۱] یا پاشنه‌ای و سلول رأسی کوتاه و کمی قلاب شکل[۲] بود. میکروکنیدیوم‌ها معمولاً یک سلولی تخم مرغی و بر روی مونوفیالیدهای کوتاه در سرهای دروغین[۳] تشکیل شدند. کلامیدوسپورها به فراوانی در هیف‌ها معمولاً به صورت تکی یا جفتی تشکیل شدند. این گونه به دو گونه *F. solani* و *F. subglutinans* شبیه است. با این تفاوت که مونوفیالیدهای *F. solani* بسیار بلند بوده و در گونه *F. subglutinans* میکروکنیدیوم‌ها بر روی پلی فیالیدها تشکیل می‌شوند. مشخصات این گونه منطبق بر مشخصات ذکر شده توسط لزلی و سامرل (۲۰۰۶) بود.

4- *Fusarium equiseti* (Corda) Sacc.: میسلیوم‌های تشکیل شده در محیط PDA در ابتدا سفید رنگ بودند ولی با بالا رفتن سن به رنگ قهوه‌ای متمایل شدند و لکه‌های با رنگدانه‌های قهوه‌ای تیره در داخل محیط تولید نمودند. ماکروکنیدیوم‌ها با دیواره ضخیم در اسپورودوخیوم‌های نارنجی رنگ تولید شدند که دارای پنج تا هفت دیواره عرضی بوده و سلول پایه پاشنه‌ای کشیده و سلول رأسی مخروطی کشیده بود. میکروکنیدیوم تشکیل نشد. کلامیدوسپورها نسبتاً سریع تشکیل شدند و دارای نقش و نگارهای زگیل مانند بودند. به دلیل اینکه احتمال اشتباه شدن این گونه با گونه *F. compactum* وجود داشت، برای اطمینان کامل جدایه‌های این گونه در دمای رشد ۲۵ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد نیز رشد یافتند. قطر پرگنه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، پس از یک هفته ۳/۵ سانتیمتر و در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد سه سانتیمتر بود. قابل ذکر است که قطر رشد پرگنه‌های گونه *F. compactum* از این مقدار بیشتر است. شناسایی این گونه نیز بر طبق مشخصات ذکر شده توسط لزلی و سامرل (۲۰۰۶) انجام گرفت.

5- *Fusarium semitectum* Berk. & Ravenel: در ابتدا میسلیوم‌های تشکیل شده در محیط PDA سفید رنگ بودند که با بالا رفتن سن به رنگ قهوه‌ای درآمدند و رنگدانه‌های قهوه‌ای در محیط تولید نمودند. ماکروکنیدیوم‌ها به تعداد کم تولید شدند بطوریکه رؤیت آن‌ها در محیط به سختی صورت پذیرفت. در اسپورودوخیوم‌های نارنجی رنگ، ماکروکنیدیوم‌هایی که دارای خمیدگی در قسمت پشت و کشیدگی در قسمت شکمی هستند با سه تا پنج دیواره عرضی تشکیل شدند. سلول پایه، پاشنه‌ای و سلول رأسی، خمیده و مخروطی

---

[۱] Notched

[۲] Slightly hooked

[۳] False heads

شکل بود. میکروکنیدیوم‌ها گلابی شکل و با یک دیواره عرضی بودند. کلامیدوسپورها کروی با دیواره صاف که به صورت تکی یا زنجیره‌ای در محیط‌های مسن بعد از چهار تا شش هفته تشکیل گردیدند. این گونه از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی به گونه‌های *F. subglutinans*، *F. polyphialidicum* و *F. sporotrichioides* شباهت دارد. ولی بر اساس برخی ویژگی‌ها از جمله تولید رنگ قهوه‌ای در محیط کشت از آن‌ها قابل تفکیک می‌باشد. همچنین این گونه از *F. equseti* بر اساس تولید میکروکنیدیوم و مزوکنیدیوم تفکیک می‌شود (لزلی و سامرل، ۲۰۰٦).

6- *Fusarium crookwellense* Burgess, Nelson & Toussoun: سرعت رشد پرگنه در محیط کشت PDA بالا بود و در وسط پرگنه تولید توده‌ای از اسپورها را نمود که بعد از مدتی به رنگ قهوه‌ای در آمد. همچنین تولید رنگدانه‌های قرمز در محیط از ویژگی‌های این گونه می‌باشد. ماکروکنیدیوم‌های فراوان با سلول پایه پاشنه‌ای و سلول رأسی خمیده و مخروطی باریک شونده بر روی مونوفیالیدها در اسپورودوخیوم‌های نارنجی تا قهوه‌ای تیره تشکیل شدند که دارای طول متوسط با دیواره ضخیم بوده، معمولاً دارای پنج دیواره عرضی و در قسمت پشتی خمیده‌تر از قسمت شکمی بودند. میکروکنیدیوم تشکیل نشد. کلامیدوسپورها به آهستگی تشکیل گردید. این گونه از نظر ویژگی‌های ظاهری پرگنه شباهت زیادی به *F. culmorum* دارد با این تفاوت که در این گونه سلول پایه ماکروکنیدیوم پاشنه‌ای واضح بوده و در گونه دوم وضوح حالت پاشنه‌ای کمتر است. همچنین در *F. crookwellense* سلول رأسی ماکروکنیدیوم کاملاً خمیده و نوک تیز می‌باشد. مشخصات این گونه نیز منطبق بر توصیف ذکر شده برای آن توسط لزلی و سامرل (۲۰۰٦) بود.

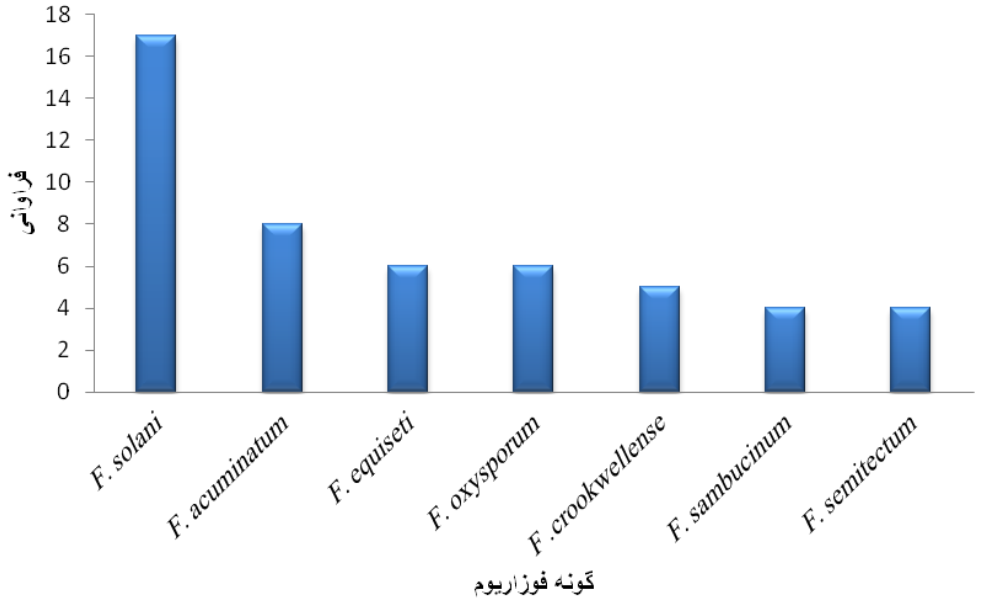
7- *Fusarium solani* (Mart.) Sacc.: میسلیوم‌های کم پشت سفید تا کرم رنگ و مایل به قهوه‌ای گاهی دارای بخش‌های سبز یا آبی رنگ در وسط پرگنه در محیط PDA تولید نمود. ماکروکنیدیوم‌ها که در اسپورودوخیوم‌های کرم رنگ تشکیل شدند، عریض، کشیده و کمی خمیده با سه تا هفت دیواره عرضی با انتهای گرد بودند که سلول رأسی گرد و کند و سلول پایه پاشنه‌ای بود. میکروکنیدیوم‌ها تخم مرغی یا قلوه‌ای بدون دیواره تا یک دیواره عرضی که در سرهای دروغی گرد با مونوفیالیدهای بلند تشکیل شدند. مونوفیالیدهای بلند موجب تفکیک این گونه از گونه مشابه به آن، *F. oxysporum* می‌گردند. کلامیدوسپورها معمولاً به صورت جفتی و یا تکی در وسط هیف یا به صورت انتهایی و دارای دیواره صاف یا زبر بودند (شکل ۲). تشخیص این گونه نیز بر اساس ویژگی‌های کلیدی ذکر شده توسط لزلی و سامرل (۲۰۰٦) انجام گرفت.

ب- بیماری زایی گونه‌ها

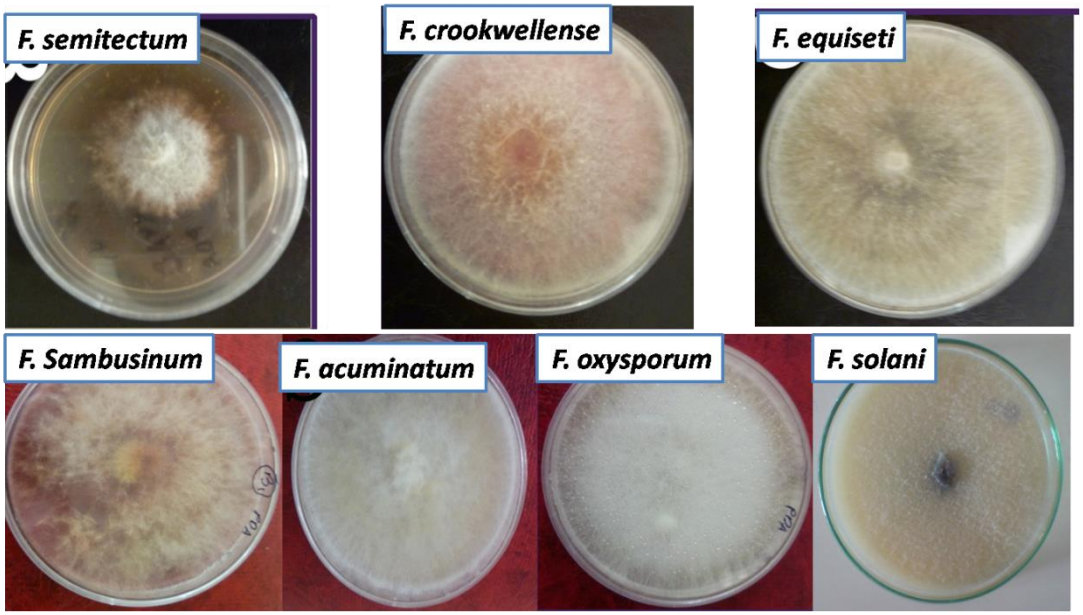
در شرایط گلخانه تلقیح خاک قبل از کاشت توسط تمام گونه‌ها منجر به ظهور پوسیدگی ریشه یا تغییر رنگ طوقه و علائم برگی بیماری در لوبیا قرمز رقم ناز شد. پس از کشت بخش‌های آلوده گیاهان تلقیح شده، عامل بیماری به طور مجدد جداسازی شد. بنابراین برای کلیه گونه‌ها اصول کخ تکمیل شد و بیماری‌زایی آن‌ها روی لوبیا به اثبات رسید. علائم نکروز ایجاد شده در ریشه و طوقه گیاهان برای همه گونه‌ها یکسان نبوده و تفاوت‌هایی بین گونه‌های مختلف مشاهده گردید. با این حال برای برخی گونه‌ها علائم مشابه در ریشه و اندام‌های هوایی مشاهده شد (شکل‌های ۳ و ٤).

جدول ۱- تعداد جدایه‌های مربوط به گونه‌های مختلف فوزاریوم از مناطق نمونه برداری شده در استان زنجان.

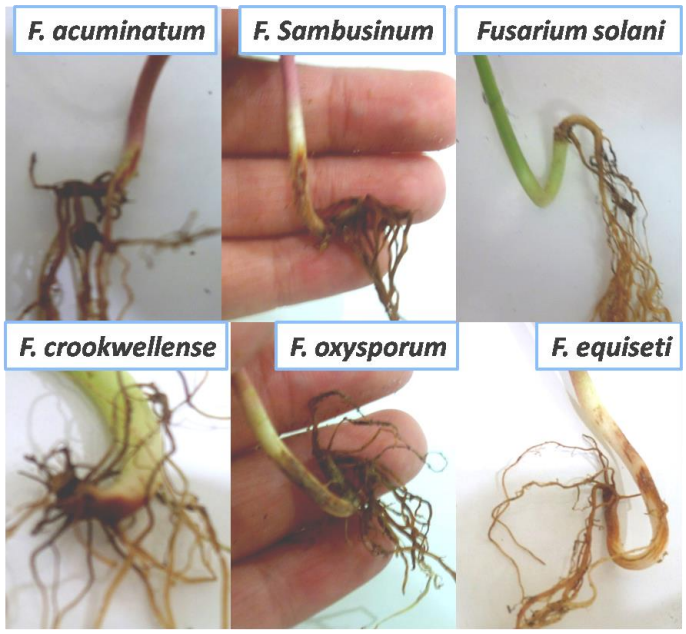
نام گونه	نام منطقه		
	سلطانیه	خرمدره	صائین قلعه
Fusarium solani	۱	٦	۱۰
F. acuminatum	۱	۱	٦
F. oxysporum	–	۱	۵
F. equiseti	۲	۲	۲
F. crookwellense	۲	–	۳
F. sambucinum	۱	–	۳
F. semitectum	۳	–	۱



شکل ۱- فراوانی گونه‌های فوزاریوم به دست آمده از ریشه و طوقه لوبیا در استان زنجان.



شکل ۲- پرگنه گونه‌های مختلف فوزاریوم در محیط کشت **PDA** به دست آمده از ریشه لوبیا در استان زنجان.



شکل ۳- علائم ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف ***Fusarium*** در ریشه گیاه لوبیا قرمز رقم ناز در گلخانه.

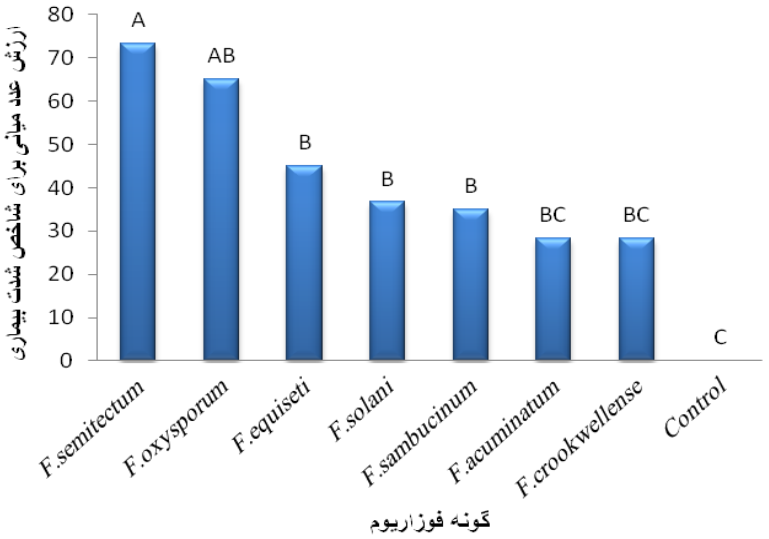
شکل ٤- علائم آلودگی فوزاریومی در لوبیا: الف: گیاهچه‌های لوبیا در خاک آلوده به مایه تلقیح *فوزاریوم*. ب: زردی و موزاییک ایجاد شده در اندام‌های هوایی گیاه لوبیا در اثر آلودگی به گونه‌های مختلف *فوزاریوم*.

از بین شش صفات مورد مطالعه، شدت بیماری در اندام‌های هوایی و طول زخم ریشه دارای اختلاف معنی-دار بین گونه‌ها بودند بر اساس شدت بیماری ایجاد شده در اندام‌های هوایی، گونه‌ها در چهار گروه قرار گرفتند (P = ۰/۰۱) و گونه *F. semitectum* بیشترین شدت بیماری را ایجاد نمود (میانگین شاخص شدت بیماری: ٤,۳۳ و میانگین ارزش عدد میانی: ۷۳/۳۳٪). حداقل مقدار این شاخص برای *F. acuminatum* و *F. crookwellense* مشاهده شد(۲/٦٦). در گیاهان شاهد هیچ نشانه‌ای از بیماری در ریشه و برگ مشاهده نشد (شکل ٥ و جدول ۲). علائم نکروز ایجاد شده بر روی ریشه و طوقه گیاهان برای تمام گونه‌ها یکسان نبوده و تفاوت‌هایی بین گونه‌های مختلف مشاهده گردید بطوریکه در گونه‌های *F. solani*، *F.equiseti* 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* علائم 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. علائم اندام‌های هوایی شامل طیفی از علائم شامل زردی، کم رشدی و کوچک ماندن بوته‌ها و برگ‌ها، ایجاد حالت موزائیک در برگ‌ها و پژمردگی گیاهان بود که نوع و شدت علائم ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف، متنوع بود. گیاهان شاهد اندام‌های هوایی شادابی داشته و هیچ کدام از علائم فوق-الذکر در آن‌ها مشاهده نگردید.

بر اساس طول نکروز ایجاد شده روی ریشه، تفاوت معنی‌دار بین گونه‌ها وجود داشت ($P < 0.0001$) و بر این اساس گونه‌ها در سه گروه قرار گرفتند که گونه *F. sambucinum* بیشترین طول زخم ریشه را به خود اختصاص داد (طول زخم ریشه: ۲/٦۷ سانتی‌متر، نسبت درصدی طول زخم ریشه به طول ریشه: ۲۸/۳۸٪) و کمترین این شاخص مربوط به گونه *F. equiseti* بود (شکل ٦ و جدول ۳).

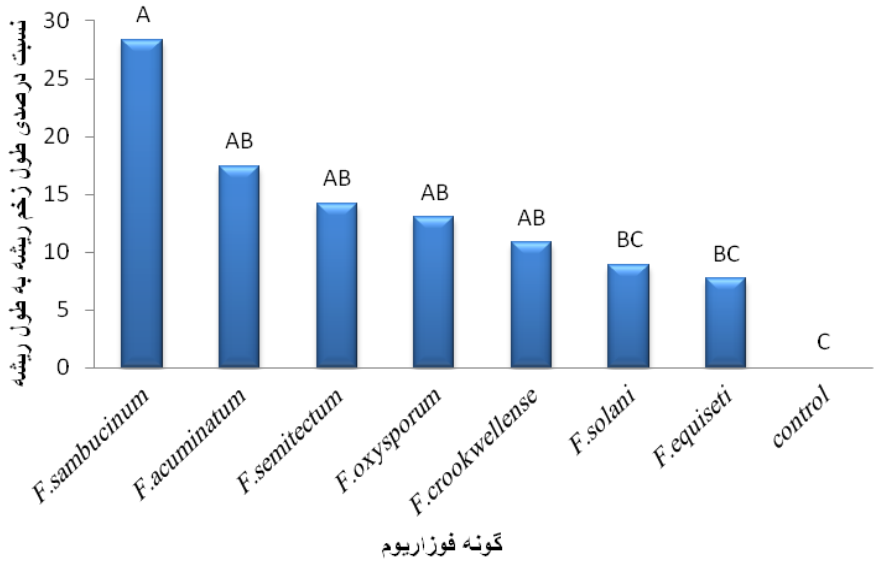
تجزیه واریانس و آزمون دانکن، اختلاف معنی داری را بین گیاهان تلقیح شده با پنج گونه و شاهد از نظر وزن خشک ریشه نشان نداد و تنها گونه *F. equiseti* موجب کاهش معنی دار وزن خشک ریشه گردید (وزن خشک ریشه: ۰/۰٤ گرم).

تجزیه همبستگی پیرسون، نشان داد که همبستگی مثبت و معنی داری بین طول نکروز روی ریشه و شدت بیماری در اندامهای هوایی وجود دارد (ضریب همبستگی: ۰/٤۸، سطح احتمال معنی داری: ۰/۰۱). همچنین طول نکروز ریشه با وزن خشک ریشه (ضریب همبستگی: ۰/۵۵- ، سطح احتمال معنی داری: ۰/۰۰۳)، وزن خشک اندامهای هوایی (ضریب همبستگی: ۰/۷۵- ، سطح احتمال معنی داری: ۰/۰۰۰۱)، طول ریشه (ضریب همبستگی: ۰/٦۳- ، سطح احتمال معنی داری: ۰/۰۰۰۵) و طول اندامهای هوایی (ضریب همبستگی: ۰/۵۷-، سطح احتمال معنی داری: ۰/۰۰۲) همبستگی منفی داشت. شدت بیماری در اندامهای هوایی نیز با وزن ریشه و طول اندامهای هوایی همبستگی منفی داشت (جدول ٤).



تیمارهای با حروف مشابه اختلاف معنی دار ندارند.

شکل ۵- مقایسه گونه‌های فوزاریوم بر اساس شدت بیماری ایجاد شده توسط آنها در اندامهای هوایی.



تیمارهای با حروف مشابه اختلاف معنی دار ندارند.

شکل ٦- گروه بندی گونه‌های فوزاریوم بر اساس طول زخم نکروزه (به صورت درصدی از وزن ریشه) ایجاد شده در ریشه لوبیا.

جدول ۲- تجزیه واریانس آزمون شدت بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریوم در اندام‌های هوایی لوبیا

منبع تغییرات (SOV)	درجه آزادی(df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	ضریب تغییرات (CV)
تیمار	۷	۱۵۸٤٦/۲۹	۱۹۸۰/۷۸	۳/٦٦*	۰/۵۳
خطا	۱۷	۹۷۳۳/۳۳	۵٤۰/۷٤		
کل	۲۵	۲۵۵۷۹/٦۲			

*: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد.

جدول ۳- تجزیه واریانس خسارت ایجاد شده توسط گونه‌های مختلف فوزاریوم در ریشه لوبیا

منبع تغییرات (SOV)	درجه آزادی (df)	مجموع مربعات (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	ضریب تغییرات (CV)
تیمار	۷	۱۰۵۳۱/۲٦	۱۳۱٦/٤۱	۱۰/۹۸*	۰/۵٦
خطا	۱۷	۲۰۳۷/۸۳	۱۱۹/۸۷		
کل	۲۵	۱۲۵٦۹/۰۹			

*: اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد.

جدول ٤- نتایج تجزیه‌ی همبستگی پیرسون بین صفات ارزیابی‌شده پس از مایه زنی لوبیا با گونه‌های مختلف فوزاریوم.

	شدت بیماری در اندام‌های هوایی	وزن خشک ریشه	وزن خشک اندام هوایی	طول زخم ریشه	طول ریشه	طول اندام هوایی
شدت بیماری در اندام هوایی	۱	-۰/٤۰*	N	۰/٤۸*	N	-۰/۵۰*
وزن خشک ریشه		۱	N	-۰/۵۵*	۰/٦۵*	N
وزن خشک اندام هوایی			۱	-۰/۷۵*	۰/٦۸*	N
طول نکروز ریشه				۱	-۰/٦۳*	-۰/۵۷*
طول ریشه					۱	۰/۵۵*
طول اندام هوایی						۱

*: سطح معنی‌داری ۵ درصد

بحث

در این تحقیق، بیماری‌زایی هفت گونه مختلف قارچ فوزاریوم در لوبیا مورد مطالعه قرار گرفت. همه گونه‌ها از ریشه و طوقه لوبیا در استان زنجان جدا سازی شدند. *F. crookwellense*، *F. semitectum* و *F. equiseti* برای اولین بار از استان زنجان گزارش می‌شوند. حضور *F. solani* و *F. oxysporum* از گیاهان لوبیای منطقه قبلاً نیز گزارش شده است (ناصری ۲۰۰۸). همچنین صارمی و همکاران *F. sambucinum* را به عنوان گونه اصلی در برخی مزارع لوبیا از زنجان گزارش کرده‌اند (صارمی و همکاران ۲۰۰۷). ولی هیچ گزارشی از *F. acuminatum* از این محصول در استان وجود ندارد. همچنین گزارشی

از *F. crookwellense* و *F. semitectum* در لوبیا در کشور وجود ندارد. با توجه به فراوانی گونه‌ها، *F. solani* با فراوانی حدود ۵۰ درصد از جمعیت فوزاریوم‌های ریشه، پرجمعیت‌ترین گونه در مزرعه می‌باشد. این نتیجه با گزارش کارهای قبلی انجام شده در این منطقه مطابقت دارد (ناصری ۲۰۰۸). گونه کمپلکس *F. solani*، به عنوان یکی از عوامل عمده محدود کننده محصول لوبیا در جهان گزارش شده است (نودل و همکاران ۲۰۰۷). در پژوهش انجام شده توسط ناصری (۲۰۰۸) *F. oxysporum* به عنوان دومین گونه از نظر فراوانی بود، حال آنکه در تحقیق حاضر، این گونه رتبه سوم را احراز نموده و *F. acuminatum* با فراوانی ۱۶ درصد به عنوان دومین گونه فراوان در منطقه بود. این اختلاف می‌تواند مربوط به تفاوت در روش نمونه‌برداری و یا زمان مختلف نمونه برداری باشد که بر فراوانی نسبی گونه‌ها در دوره‌های زمانی مختلف تأثیرگذار خواهد بود.

یکی از انگیزه‌های بررسی گونه‌های فوزاریوم در منطقه مورد مطالعه، به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد بیماری‌زایی دیگر گونه‌های فوزاریوم در رابطه با لوبیا بود: این تحقیق نشان داد که همه هفت گونه فوزاریوم روی گیاهان لوبیا بیماری‌زا هستند. مطالعات معدودی در رابطه با مقایسه بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریوم انجام گردیده است و در اغلب این نوع تحقیقات جدایه‌های مربوط به یک گونه باهم مقایسه شده‌اند (لی و همکاران ۲۰۰۹ و لی و همکاران ۲۰۰۸ و روپ ۱۹۸۹). در ایران هرچند که فرجی و اخوت (۲۰۰۵)، بیماری‌زایی جدایه‌های *F. oxysporum* و تعداد معدودی از جدایه‌های *F. solani* از تهران و آذربایجان شرقی را بر روی ارقام مختلف لوبیا مورد مطالعه قرار داده‌اند، ولی آن‌ها فقط از نکروز ریشه به عنوان شاخص شدت بیماری استفاده کرده‌اند. همچنین شدت بیماری‌زایی بین دو گونه هم بررسی نشده است. در تحقیق حاضر شش شاخص مختلف در گیاهان آلوده اندازه‌گیری شدند که قبلاً همین شاخص‌ها توسط برخی محققین دیگر استفاده شده‌اند (هارتمن و همکاران ۱۹۹۷ و لی و همکاران ۲۰۰۹). دو گونه *F. solani* و *F. oxysporum* در زنجان و سایر نقاط ایران به عنوان عامل پوسیدگی ریشه لوبیا گزارش شده‌اند، ولی هیچ گزارشی از دیگر گونه‌های فوزاریوم (به جزء *F. sambucinum*) روی لوبیا در این استان وجود ندارد. گزارش‌های متعددی از وجود *F. semitectum* و *F. equiseti* در بقولات در ایران وجود دارد: *F. semitectum* از باقلا (عظیمی و همکاران ۱۳۸۳)، *F. equiseti* از باقلا (عظیمی و همکاران ۱۳۸۳)، *F. equiseti* از لوبیا معمولی (ویانی و عبداللهی ۱۳۸۷) و *F. equiseti*از لوبیا چیتی (حیدریان و ارشاد ۱۳۸۱) گزارش شده‌اند. پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا در جهان از بیماری‌های مهم این محصول به شمار می‌رود. تحقیقات نشان داده‌اند که در اغلب نقاط جهان این بیماری توسط آلودگی هم‌زمان گیاه با چندین عامل قارچی ایجاد می‌شود که عمدتاً شامل گونه‌های مختلف فوزاریوم می‌باشند (پیزارکا و همکاران، ۱۹۷۸). در آمریکا *F. solani*، *R. solani*، *F.oxysporum*، *F. acuminatum*، *F. avenaceum*، *F. redolens* و *F. graminearum* عوامل اصلی پوسیدگی ریشه لوبیا معرفی شده‌اند (جنسن و همکاران ۲۰۰۲ و آندرس آرس و همکاران ۲۰۰۶). در حال حاضر این بیماری در تمام نقاط جهان وجود دارد و هر ساله خسارت فراوانی به تولید کنندگان لوبیا وارد می‌آورد. قارچ فوزاریوم سبب خسارت در بیشتر مناطق لوبیاکاری جهان از قبیل انگلستان، استرالیا، اروپا و بیشتر کشورهای آمریکای لاتین می‌گردد. در ایالت متحده آمریکا بیماری در نیویورک، آیداهو، کلرادو و نبرسکا هر سال خسارت زیادی را وارد می‌نماید (اعتباریان، ۱۳۷۶). خسارت بیماری متغیر بوده و تحت شرایط آب و هوایی مساعد برای گسترش بیماری، خسارت آن تا حدود ۹۰ درصد گزارش شده است (هاروسون و همکاران، ۲۰۰۵). روش‌های مختلف و یا تلفیقی از چند روش جهت مدیریت این بیماری در جهان مورد استفاده قرار می‌گیرند. تناوب با گیاهان غیر میزبان مانند گندم و شخم بقایا از جمله روش‌های زراعی می‌باشند که در تلفیق با کنترل

شیمیایی به کار می‌روند. همچنین کاربرد رقم‌های مقاوم علیه این بیماری به عنوان مؤثرترین روش کنترل آن برآورد شده است (ناوارو ۲۰۰۳). از سوی دیگر، کاربرد ارقام مقاوم با موانعی از قبیل نامطلوبی زراعی این ارقام نیز همراه است که جهت غلبه بر این محدودیت، انتقال ژن-های مقاومت به ارقام مطلوب زراعی توسط برخی محققین مورد آزمایش قرار گرفته است و در همین زمینه تحقیقات ادامه دارد (ابالا و همکاران، ۲۰۱۲). پوسیدگی فوزاریومی ریشه لوبیا در ایران نیز یک بیماری تخریب کننده است. استفاده از مواد شیمیایی علیه این بیماری تنها کنترل عملی مورد استفاده توسط کشاورزان در استان زنجان است. ولی این روش برای کنترل این بیماری در سطح رضایت بخش موثر نیست. مطالعه و بررسی اثر متقابل گونه‌های مختلف فوزاریوم جدا شده از ریشه در منطقه مورد مطالعه، تحت شرایط کنترل شده برای به دست آوردن اطلاعات بیشتر در مورد تعامل هم‌افزایی یا آنتاگونیستی بین گونه‌های فوزاریوم در آلودگی هم‌زمان در لوبیا ضروری است. برخی بوته‌های لوبیای نمونه برداری شده در این تحقیق، به طور هم‌زمان توسط دو یا سه گونه مختلف فوزاریوم آلوده بودند به طوری که حداقل چهار مورد از ۱۳۱ گیاه آلوده دارای آلودگی هم‌زمان بودند. به عنوان مثال، از یک گیاه آلوده سه گونه: *F. oxysporum*، *F. equiseti* و *F. acuminatum* جداسازی شدند. *Rhizoctonia solani* نیز یکی دیگر از عوامل عمده پوسیدگی ریشه در مزارع لوبیا در استان زنجان است. اینکه این گونه‌ها در آلودگی‌های هم‌زمان و نیز در شرایط مزرعه چه اثراتی بر هم دارند، سوالی است که لازم است در تحقیقات بعدی به آن پرداخته شود. لذا مطالعه و بررسی اثرات احتمالی هم-افزایی یا آنتاگونیستی این بیمارگر با گونه‌های فوزاریوم و یا بالعکس نیز ضروری است. به منظور به دست آوردن اطلاعات دقیق در مورد اهمیت اثر گونه‌های مختلف فوزاریوم بر محصول لوبیا، در نظر گرفتن اثر گونه‌ها در آلودگی‌های انفرادی و هم‌زمان بر کاهش عملکرد نهایی محصول نیز دارای اهمیت می‌باشد.

منابع

اعتباریان ح ر، ۱۳۷٦. بیماری‌های سبزی و صیفی و روش‌های مبارزه با آن‌ها. چاپ اول موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

بی نام، ۱۳۸۹. آمارنامه کشاورزی ایران. اداره کل آمار و اطلاعات وزارت کشاورزی. قابل دسترس در: http://www.agri-jahad.ir

پارسا م و باقری ع، ۱۳۸۷. حبوبات. جهاد دانشگاهی مشهد.

حیدریان الف و ارشاد ج، ۱۳۸۱. تعیین عوامل قارچی پوسیدگی ریشه و طوقه لوبیا چیتی در چهارمحال بختیاری. جلد۲، صفحه ۱۵٦، خلاصه مقاله‌های پانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران. ۱٦-۲۰ شهریور. دانشگاه رازی، کرمانشاه.

عظیمی ص، فرخی نژاد ر و موسوی‌جرف س ع، ۱۳۸۳. بررسی فوزاریوم‌های همراه ریشه و طوقه باقلا در استان خوزستان. جلد ۲، صفحه ۲۰٤، خلاصه مقاله‌های شانزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۷-۱۱ شهریور، دانشگاه تبریز، تبریز.

مجنون حسینی ن، ۱۳۷۵. حبوبات در ایران. انتشارات جهاد دانشگاهی دانشگاه تهران.

معینی م، احمدی نژاد الف و شهرآئین ن، ۱۳۷۸. وضعیت بیماری‌های لوبیا در استان زنجان. جلد ۲، صفحه ۱۵٤، خلاصه مقاله‌های سیزدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۱-۵ شهریور، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران، کرج.

ویانی ع و عبداللهی م، ۱۳۸۷. مطالعه بوته میری لوبیا در مناطق سرد استان کهکیلویه و بویراحمد. جلد ۲، صفحه ۲٤۱، خلاصه مقاله‌های هجدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ۳-٦ شهریور، دانشگاه بوعلی سینا، همدان.

Andrés Ares JL, Rivera Martínez A and Pomar Barbeito F, 2006. Short Communication. Telluric pathogens isolated from bean plants with collar and root rots in northwest Spain. Spanish Journal of Agricultural Research 4: 80-85.

Asan A, 2011. Checklist of *Fusarium* species reported from Turkey. Online article available at: http://www.mycotaxon.com/resources/checklists/asan-v116-checklist.pdf.

Bilgi VN, Bradley CA, Khot SD, Grafton KF and Rasmussen JB, 2008. Response of dry bean genotypes to *Fusarium* root rot, caused by *Fusarium solani* f. sp. *phaseoli*, under field and controlled conditions. Plant Disease 92: 1197-1200.

Burke DW and Hall R, 1991. *Fusarium* root rot. In: Hall, R. (ed.): Compendium of Bean Diseases. The American Phytopathological Society, Paul, MN, pp. 9-10.

Faraji M and Okhovvat SM, 2005. Pathogenicity of two species of *Fusarium* on some cultivars of bean in greenhouse. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 70: 305-9.

Hall R, 1991. Compendium of Bean Diseases. American Phytopathological Society Press. Minnesota. USA.

Hartman GL, Huang YH, Nelson RL and 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.

Harveson RM, Smith JA and Stroup WW, 2005. Improving root health and yield of dry beans in the Nebraska Panhandle with a new technique for reducing soil compaction. Plant Disease 89: 279-284.

Jensen CE, Percich JA and Graham PH, 2002. Integrated management strategies of bean root rot with *Bacillus subtilis* and *Rhizobium* in Minnesota. Field Crop Research 72:107-115.

Kaiser WJ, Danesh D, Okhovvat M and Mossahebi GH, 1968. Diseases of Pules crop (edible legumes) in Iran, Plant Disease Report 52: 681-691.

Knodel JJ, Bradley CA, Luecke JL and Mars GA, 2007. 2004 and 2005 dry bean grower survey. North Dakota State University External Report.

Leslie JF and Summerell BA, 2006. The *Fusarium* Laboratory Manual. Blackwell Publishing Professional. Ames. USA.

Li S, Hartman GL and Chen Y, 2009. Evaluation of aggressiveness of *Fusarium virguliforme* isolates that cause soybean sudden death syndrome. Journal of Plant Pathology 91: 77- 86.

Li S, Lygin A, Zernova O, Lozovaya V, Hartman GL and Widholm J, 2008. Genotype response of soybean (*Glycine max*) whole plants and hairy roots to *Fusarium solani* f. sp. *glycines* infection. Soybean Science 27: 275-282.

Montiel-González L, González-Flores F, Sánchez-García BM, Guzmán-Rivera S, Gámez-Vázquez FP, Acosta-Gallegos JA, Rodríguez-Guerra R, Simpson-Williamson J, Cabral-Enciso M, Mendoza-Elos M, 2005 .*Fusarium* species on bean (*Phaseolus vulgaris* L.) roots causing rots, in five states of Central Mexico. Revista Mexicana de Fitopatologia 23: 1-10.

Naseri B, 2008. Root rot of common bean in Zanjan, Iran: major pathogens and yield loss estimates, Australasian Plant Pathology 37: 546 - 551.

Nash SN and Snyder WC, 1962. Quantitative estimations by plate counts of propagules of the bean rot *Fusarium* in field soils. Phytopathology 73: 458-462.

Navarro F, Sass ME and Nienhuis J, 2003. Identification and mapping bean root rot resistance in an 'Eagle x Puebla 152' population. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 47:83–84.

Obala J, Mukankusi C, Rubaihayo PR, Gibson R and Edema R, 2012. Improvement of resistance to *Fusarium* root rot through gene pyramiding in common bean. African Crop Science Journal 20: 1-13.

Rupe JC, 1989. Frequency and pathogenicity of *Fusarium solani* recovered from soybeans with sudden death syndrome. Plant Disease 73: 581-584.

Saremi H, Mohammadi J and Okhovvat SM, 2007. Naz, a resistance cultivar on bean root rot disease in Zanjan province, northern Iran. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences 72: 757-764.

Identification and pathogenicity of *Fusarium* species associated with bean root rot in Zanjan Province

Z Safarloo[1*] and R Hemmati[2]

[1] MSc Student of Plant Pathology, Dept of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan
[2]Assistant Professor of Plant Pathology, Dept of Plant Protection, Faculty of Agriculture, University of Zanjan,
[*] Corresponding Author: Zsafarloo@gmail.com

Received: 24 Feb 2014 Accepted: 07 Jul 2014

Abstract

Fusarium root rot of bean is one of the important diseases of this plant all over the world. In order to identify *Fusarium* species associated with bean root rot disease in Zanjan province and their pathogenicity on bean seedlings, during growing season 2012, fifty isolates of *Fusarium* were obtained from roots of bean plants showing root rot and foliage yellowing or wilt symptoms. Based on cultural and morphological features by using available identification keys, seven species including *F. solani*, *F. acuminatum*, *F. equiseti*, *F. oxysporum*, *F. crookwellense*, *F. sambucinum* and *F. semitectum* were identified, among them *F. solani* was the most prevalent species. In order to compare virulence of the species, foliage disease severity and the length of necrosis lesion on root, were measured and compared among species. The effect of infection with different species on growth factors of plant consisting dried root and shoot weight, shoot and root length were also assayed. The analysis of variance showed that there was significant difference among species in terms of foliar disease severity and root lesion length. Also Pearson's correlation analysis revealed a positive significant correlation between root lesion length and foliar disease severity.

Key words: Fungal root rot, Pathogenicity, *Phaseolus vulgaris*.