مجله به‌نژادی نهال و بذر
جلد ۱-۳۰، شماره ۱، سال ۱۳۹۳

ارزیابی مقاومت هشت رقم لوبیا نسبت به نماتد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*)

Evaluation of Eight Bean Cultivars for Resistance to Root-Knot Nematode (*Meloidogyne javanica*)

سمانه قایدی[۱] و محمد عبدالهی[۲]

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشدو دانشیار، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۱/۱۱/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۵/۳۱

چکیده

قایدی، س. و عبدالهی، م. ۱۳۹۳. ارزیابی مقاومت هشت رقم لوبیا نسبت به نماتد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*). **مجله به‌نژادی نهال و بـذر ۱-۳۰:** ۳۶ - ۱۷.

نماتدهای ریشه‌گرهی جنس Meloidogyne، از عوامل محدود کننده کشت محصولات مختلف از جمله لوبیا هستند. در این تحقیق مقاومت هشت رقم لوبیا به نام‌های اختر، ازنا، جماران، خمین، درخشان، صیاد، گلی و ناز نسبت به نماتد *M. javanica* مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در شرایط گلخانه با دامنه دمایی ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد در یک طرح کاملاً تصادفی به صورت فاکتوریل با دو فاکتور رقم لوبیا و مایه‌زنی یا عدم مایه‌زنی به نماتد، در چهار تکرار انجام شد. در این آزمایش، گیاهچه‌های هفت روزه لوبیا به ازای هر کیلوگرم خاک با ۲۰۰۰ لارو سن دوم نماتد مایه‌زنی شدند. هشت هفته پس از مایه‌زنی، صفات رویشی رقم‌ها (طول شاخساره و ریشه؛ وزن تر و خشک شاخساره و ریشه) و صفات تولیدمثلی نماتد (تعداد گره و تعداد توده تخم در گرم ریشه؛ تعداد تخم و لارو سن دوم؛ جمعیت نهایی نماتد در هر کیلوگرم خاک؛ فاکتور تولیدمثلی نماتد) مورد ارزیابی قرار گرفتند. بر اساس نتایج به دست آمده، رقم‌های لوبیا دارای درجات مختلفی از حساسیت به نماتد بودند. در صفات رویشی، رقم‌های صیاد، ازنا و اختر نسبت به بقیه رقم‌ها کمترین تاثیرپذیری از آلودگی به نماتد را از خود نشان دادند. رقم‌های خمین، جماران و درخشان از نظر صفات تولیدمثلی نماتد حساسیت کمتری نسبت به بقیه رقم‌ها نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: لوبیا، رقم‌ها، نماتد ریشه گرهی، مقاومت، صفات تولید مثلی.

نویسنده مسئول: mdabdollahi@gmail.com تلفـن: ۰۷۴۱۲۲۲۴۸۴۰

مقدمه

حبوبات با ۴۰-۱۷ درصد پروتئین دومین منبع غذایی مورد استفاده بشر است (Bagheri *et al.*, 2001) که بعد از گندم و برنج به عنوان مهم‌ترین محصولات کشاورزی مورد تغذیه مردم جهان، به خصوص مردم کشورهای در حال توسعه به شمار می‌آیند. در بین حبوبات، لوبیا از نظر سطح زیر کشت و اهمیت اقتصادی مقام اول را دارد (Majnoon Hosseini, 1996). لوبیا توسط بسیاری از نماتدهای انگل گیاهی مورد حمله قرار می‌گیرد، اما بیشترین خسارت اقتصادی را نماتدهای ریشه گرهی (جنس Meloidogyne) وارد کرده و گاه باعث کاهش ۶۰ درصدی محصول می‌شوند (Kimenju *et al.*, 1999). آلودگی به این نماتد همچنین با شکسته شدن مقاومت به بیمارگرهای دیگر همراه است (Hussey and Janssen, 2002).

با توجه به زیان‌های مبارزه شیمیایی، استفاده از رقم‌های مقاوم به عنوان یک روش مناسب مبارزه با عوامل بیماری‌زا مطرح است. با ممنوع شدن استفاده از سموم تدخینی نماتدکش، مدیریت مبارزه با نماتدهای انگل گیاهی با رویکردهای دیگری وارد مدیریت تلفیقی شد. در برنامه استراتژیک دولت‌ها برای آزمایش‌های کشاورزی، استفاده از رقم‌های مقاوم در زمره روش‌های ایمن و از مهم‌ترین اجزاء ترکیب مدیریت تلفیقی در مدیریت آفات قرار داده شد (Starr *et al.*, 2002).

بر اساس نظر نتشر و مائوبوسین (Netscher and Mauboussin, 1973)، کاربرد رقم‌های مقاوم به تنهایی و یا به صورت تلفیقی با سایر روش‌های مدیریتی، در وضعیت اکولوژیکی و شرایط محیطی مناسب اثر مثبتی بر کنترل نماتد ریشه گرهی دارد. در این میان، یافتن رقم یا رقم‌هایی که در برابر شرایط نامساعد محیطی نیز قدرت تحمل کافی داشته باشند، بسیار دشوار بوده است (Nass *et al.*, 2001). پژوهشگران بسیاری برای یافتن ژن مقاومت به نماتد مولد غده در لوبیا کوشیده‌اند (Carneiro and Ferraz, 1992؛ Pedrosa *et al.*, 2000). اصلاح ژنتیک تلفیقی لوبیا بر علیه حشرات و نماتدهای انگل گیاهی توسط سینگ و شوارتز (Singh and Schwartz, 2011) مورد بررسی قرار گرفته است. بر این اساس، رقم Carioca که یک رقم دانه ریز مکزیکی است، نسبت به نماتد مولد غده مقاوم اعلام گردیده است.

نتایج یک آزمایش نشان داد که رقم‌های ARP 365-2، 1-367 و 2-367 در بین هشت رقم اصلاح شده لوبیا نسبت به نژادهای ۱ و ۲ *M. incognita* و *M. javanica* مقاوم و تمامی هشت رقم نسبت به *M. hapla* حساس بودند (Nono-Womdin *et al.*, 2002). در پژوهش‌های چن و روبرتز (Chen and Roberts, 2003) نیز تمامی ژنوتیپ‌های مورد بررسی‌های لوبیای معمولی

که به نماتد ریشه گره مقاوم بودند، نسبت به *M. hapla* حساسیت نشان دادند. در این تحقیق مشخص شد که بیماری‌زایی جدایه‌های مختلف این گونه بر روی رقم Nema Snap توسط یک ژن غالب کنترل می‌شود.

سیمائو و همکاران (Simão *et al.*, 2005) ژنوتیپ‌های Pérola و IAPAR-81 لوبیا را نسبت به *M. javanica* ارزیابی و مشاهده کردند که تولید مثل نماتد در Pérola بیشتر از IAPAR-81 است. در مطالعات دی‌ویتو و همکاران (Di Vito *et al.*, 2007) در ایتالیا، واکنش لاین‌های متعددی از لوبیا نسبت به نژاد ۱ *M. incognita* و *M. javanica* بررسی شد و لاین‌های حساس و مقاوم به هر یک از این نماتدها معرفی شدند. در مطالعات فرریا و همکاران (Ferreira *et al.*, 2010) رقم‌های Apore و Talsima لوبیا نسبت به *M. javanica* مقاومت بالایی نشان دادند، حال آن که نسبت به نژادهای ۳ و ۱ *M. incognita* به ترتیب دارای مقاومت کم و مقاومت نسبی بودند.

در مطالعات آلوس و همکاران (Alves *et al.*, 2011) واکنش ۳۳ ژنوتیپ لوبیا به نژاد ۱ *M. incognita* بر اساس کاهش درصد تولیدمثل نماتد مورد ارزیابی قرار گرفت. در این پژوهش، ژنوتیپ Preto Meia Lua با کاهش ۱۰۰ درصدی تولیدمثل به عنوان بسیار مقاوم، ژنوتیپ‌های Terrinha-2 و Mulatinho به ترتیب با ۹۶/۷۷ و ۹۶/۳۲ درصد کاهش تولیدمثل نماتد به عنوان مقاوم، ژنوتیپ‌های EL-22، BATT-477، Vermelho، Bate Estrada و Paina با کاهش ۲۶/۰۴ تا ۴۲/۴۸ درصدی تولیدمثل نماتد به عنوان حساس و ژنوتیپ‌های Rico 23 و Morgado به ترتیب با کاهش ۱۲/۹ و صفر درصدی تولیدمثل نماتد، به عنوان بسیار حساس طبقه‌بندی شدند.

با توجه به سطح زیر کشت زیاد لوبیا و بالا بودن میزان خسارت این نماتد در مزارع استان کهگیلویه و بویراحمد، مطالعات جامعی به منظور بررسی روش‌های مطلوب مبارزه با این نماتد و نیز تفکیک رقم‌ها بر اساس حساسیت و مقاومت انجام نشده است. هدف اصلی از انجام این بررسی، تعیین رقم یا رقم‌های مقاوم یا نسبتاً مقاوم لوبیا نسبت به نماتد *M. javanica* بود.

مواد و روش‌ها

خالص‌سازی نماتد

با توجه به پلی‌فاژ بودن نماتد و با در نظر گرفتن این که گوجه‌فرنگی به عنوان یک میزبان حساس به نماتد ریشه‌گرهی محسوب می‌شود، برای تکثیر زادمایه از رقم حساس ردکلود گوجه‌فرنگی استفاده شد (Dong *et al.*, 2012). بذر گوجه‌فرنگی در خاک ضدعفونی شده با بخار آب شامل ۸۰٪ ماسه، ۵٪ سیلت و ۱۵٪ رس در درون گلدان پلاستیکی به قطر ۲۵ سانتی‌متر کاشته شد. در مرحله شش برگی، هر یک از گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی توسط لاروهای سن دوم خارج

شده از یک توده تخم مایه‌زنی شدند. گلدان‌ها به مدت سه ماه در گلخانه با دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. سه ماه بعد از مایه‌زنی، به آرامی یک توده تخم نماتد از یک گال ریشه آلوده جدا شد. توده تخم جدا شده را در یک تشتک پتری ۳ سانتی‌متری در محلول ۰/۵٪ هیپوکلریت سدیم به مدت ۳ دقیقه ضدعفونی کرده و سوسپانسیون تخم روی الک ۵۰۰ مش به خوبی شستشو داده شد. با ایجاد سوراخ‌هایی در اطراف نشای ۱۵ روزه گوجه‌فرنگی رقم حساس ردکلود کشت شده در خاک ضدعفونی شده، سوسپانسیون تخم نماتد در ناحیه ریشه قرار داده شد و این سوراخ‌ها پوشانده شدند و بدین ترتیب کشت خالص نماتد تهیه شد (Baker *et al.*, 1985).

کاشت بذر و مایه‌زنی بوته‌ها

به منظور بررسی عکس‌العمل رقم‌های لوبیا موجود در بازار ایران نسبت به نماتد ریشه‌گرهی، بذر هشت رقم به نام‌های اختر، ازنا، جماران، خمین، درخشان، صیاد، گلی و ناز کاشته شد. آزمایش‌ها در سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۰ در شرایط گلخانه با دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد در گلخانه گیاهپزشکی دانشگاه یاسوج انجام شد. در گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۸ سانتی‌متر، ۳۵۰ گرم خاک استریل (خاک مرطوب لومی با ۸۰٪ ماسه، ۵٪ سیلت و ۱۵٪ رس) ریخته و در هر گلدان، چهار بذر از هر یک از رقم‌های مورد آزمایش لوبیا کاشته شد. پس از یک هفته، بدون آسیب رسیدن به ریشه‌ها، یک بوته به گلدان با قطر ۱۵ سانتی‌متر محتوی دو کیلوگرم خاک ضدعفونی شده با بخار آب منتقل شد. با استفاده از روش توصیه شده توسط بیکر و همکاران (Baker *et al.*, 1985)، در زمان انتقال به گلدان اصلی در خاک اطراف بوته سوراخ‌هایی به عمق ۲ سانتی‌متر ایجاد شد و سپس بوته‌ها با سوسپانسیون حاوی ۲۰۰۰ تخم و لارو سن دوم نماتد به ازای هر کیلوگرم خاک، مایه‌زنی شدند. برای تیمارهای شاهد، هم حجم سوسپانسیون آب مقطر در درون سوراخ‌ها ریخته شد. پس از آن گلدان‌ها به صورت کاملاً تصادفی در گلخانه چیده شدند و آبیاری در مواقع مورد نیاز انجام شد. برای تغذیه بوته‌ها، هفته‌ای یک بار ۱۰۰ میلی‌لیتر محلول کود میکرو به نسبت ۲ در هزار به گلدان‌ها داده شد.

این آزمایش به صورت فاکتوریل با دو فاکتور مایه‌زنی با نماتد و رقم مورد آزمایش، به صورت کاملاً تصادفی در چهار تکرار انجام شد. بوته‌ها را هشت هفته پس از نگه‌داری گلدان‌ها در گلخانه با دمای ۲۲ تا ۲۶ درجه سانتی‌گراد از خاک خارج کرده پس از شستشوی ریشه در جریان ملایم آب، ویژگی‌های مرتبط با گیاه و ویژگی‌های مرتبط با نماتد بررسی شد (Choleva *et al.*, 1988).

ارزیابی شاخص‌های رشدی گیاه

یک روز قبل از ارزیابی، آبیاری متوقف شد.

پس از خارج ساختن آرام بوته‌ها و شستن ریشه درون ظروف بزرگ آب و خشک کردن آن با کمک حوله کاغذی، شاخص‌های رشدی گیاه شامل طول ریشه و شاخساره و وزن تر شاخساره و ریشه اندازه‌گیری شد. پس از اندازه‌گیری وزن تر، اندام‌های هوایی به مدت ۴۸ ساعت و ریشه‌ها به مدت ۳۶ ساعت در آون با دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و وزن خشک یادداشت‌برداری شد.

ارزیابی شاخص‌های تولیدمثلی نماتد

ریشه‌های هر رقم به طور جداگانه به مدت ۵ دقیقه داخل بشرهای شیشه‌ای در زیر جریان ملایم آب شسته شدند تا خاک چسبیده به آن‌ها با ملایمت جدا شود. ریشه به قطعات ۴-۳ سانتی‌متری خرد شده و با روش کاستاگنون- سِرِنو و همکاران (Castagnone-Sereno *et al.*, 1994) رنگ‌آمیزی شد. قطعات ریشه به طور جداگانه در محلول Eosin-Y (۰/۲۵٪ از پودر Eosin-Y سیگما ۶۰۰۳ حل شده در ۱۰۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر) به مدت یک ساعت قرار داده شد و سپس سه بار متوالی با آب مقطر شسته شد تا رنگ‌های اضافی از ریشه‌ها پاک شود. پس از رنگ‌آمیزی، گال‌ها و توده‌های تخم به رنگ زرد در آمد و از بقیه سیستم ریشه تفکیک شد. با استفاده از استریومیکروسکوپ (مدل Olympus SZ 61) و شمارشگر دستی، تعداد گال‌ها و توده‌های تخم در یک گرم ریشه و در کل سیستم ریشه شمارش و داده‌های به دست آمده ثبت شد.

شاخص گال با استفاده از کلید توسعه یافته توسط کوزنبری و همکاران (Quesenberry *et al.*, 1989) تعیین شد. در این درجه‌بندی شاخص صفر برای حالتی که تعداد گال یا توده تخم صفر است و شاخص‌های ۱ تا ۵ به ترتیب برای تعداد گال یا توده تخم ۱ تا ۲، ۳ تا ۱۰، ۱۱ تا ۳۰، ۳۱ تا ۱۰۰ و بیشتر از ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس، یک شاخص مقاومت (Resistance Index) که ریشه دوم مجموع توان دوم شاخص گال و شاخص توده تخم ($RI=\sqrt{(gall\ index^2+egg\ mass\ index^2)}$) است، محاسبه و میزان مقاومت یا حساسیت به صورت زیر تعیین شد.

شاخص مقاومت صفر تا ۰/۹ به عنوان رقم مصون، ۱ تا ۱/۹ به عنوان رقم بسیار مقاوم، ۲ تا ۲/۹ به عنوان رقم مقاوم، ۳ تا ۳/۹ به عنوان رقم نسبتاً مقاوم، ۴ تا ۴/۹ به عنوان رقم با مقاومت متوسط، ۵ تا ۵/۹ به عنوان رقم نسبتاً حساس، ۶ تا ۶/۹ به عنوان رقم حساس و بیشتر از ۷ به عنوان رقم بسیار حساس (Quesenberry *et al.*, 1989).

استخراج لارو سن دوم از خاک

برای جداسازی و تخمین تعداد لاروهای سن دوم در خاک هر گلدان، مقدار ۲۰۰ گرم خاک پس از شستشو، با روش

الک و شربت قند سانتریفوژ شد (Caveness and Jepsen, 1955).

با توجه به این که توانایی تکثیر نماتد روی یک رقم به عنوان یک عامل مهم در تعیین مقاومت یا تحمل نسبت به نماتد اهمیت دارد، فاکتور تولید مثل محاسبه شد. فاکتور تولید مثل نماتد از تقسیم جمعیت نهایی (تخم و لارو سن ۲) بر جمعیت اولیه (۲۰۰۰ عدد به ازای هر کیلوگرم خاک) به دست آمد (Walters *et al.*, 1999).

پس از یادداشت برداری، داده‌ها در جدول نرم‌افزار SPSS 17 وارد شده با استفاده از آزمون LSD مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند.

نتایج و بحث

صفات رویشی لوبیا

صفات مربوط به شاخساره: در تیمارهای مایه‌زنی شده بیشترین طول شاخساره به ترتیب در رقم‌های صیاد، گلی و ازنا مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با بقیه رقم‌ها داشتند (جدول‌های ۱ و ۲). با توجه به جدول ۲، بیشترین کاهش طول شاخسار به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های ناز و ازنا و کمترین کاهش در رقم‌های اختر و درخشان مشاهده شد. بر اساس این جدول، بیشترین وزن تر شاخساره در تیمارهای مایه‌زنی شده به ترتیب در رقم‌های اختر، ازنا و صیاد مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با بقیه رقم‌ها داشتند ($P\leq0.05$) و کم‌ترین وزن تر شاخساره مربوط به رقم خمین بود. بیشترین کاهش وزن تر شاخساره به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های جماران و درخشان و کمترین کاهش در رقم‌های گلی و ازنا بود. با توجه به جدول ۲، بیشترین وزن خشک شاخساره در تیمارهای مایه‌زنی شده به ترتیب در رقم‌های صیاد، اختر و ازنا مشاهده شد و کم‌ترین وزن خشک شاخساره مربوط به رقم‌های خمین، جماران و ناز بود. بیشترین کاهش وزن خشک شاخساره ناشی از نماتد، به ترتیب در رقم‌های درخشان و جماران و کمترین اختلاف در رقم‌های گلی و خمین اتفاق افتاد.

صفات مربوط به ریشه: در تیمارهای آلوده به نماتد بیشترین طول ریشه به ترتیب در رقم‌های ناز و ازنا مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵٪ با بقیه رقم‌ها داشتند (جدول‌های ۳ و ۴). در تیمارهای بدون نماتد بیشترین طول ریشه به ترتیب مربوط به رقم‌های خمین، صیاد و گلی بود. همان‌طور که در جدول ۴ مشخص شده، بیشترین کاهش طول ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های خمین، گلی و صیاد اتفاق افتاد و کمترین کاهش در رقم‌های جماران، ناز و ازنا وجود داشت. بیشترین وزن تر ریشه در تیمارهای مایه‌زنی شده به ترتیب در رقم‌های اختر، ازنا و درخشان مشاهده شد که تفاوت معنی‌داری با بقیه رقم‌ها داشتند ($P\leq0.05$). در این خصوص، کم‌ترین وزن تر ریشه مربوط به

جدول ۱- تجزیه واریانس صفات شاخساره هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده و آلوده نشده (شاهد) به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 1. Analysis of variance of stem-related parameters of eight Iranian bean cultivars inoculated and non- inoculated (control) with root-knot nematode *M. javanica*

			میانگین مربعات MS		
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	طول شاخساره Stem length	وزن تر شاخساره Fresh weight of stem	وزن خشک شاخساره Dry weight of stem
Cultivar (C)	رقم	7	15369.08**	23.47**	1.02**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	24.88 ns	4.13**	0.29**
C× I	مایه‌زنی × رقم	7	1599.36**	6.22**	0.22**
Error	خطا	48	32.02	0.37	0.02
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	55.60	34.70	40.80

ns و **: به ترتیب غیرمعنی دار و معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد.

ns and **: Not significant and significant at 1% level of probability, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات شاخساره در هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده و آلوده نشده (شاهد) به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 2. Comparison of stem-related parameters of eight Iranian bean cultivars inoculated and non- inoculated (control) with *M. javanica*

Cultivar	رقم	Inoculation	مایه‌زنی	طول شاخساره Stem length (mm)	وزن تر شاخساره Fresh weight of stem (g)	وزن خشک شاخساره Dry weight of stem (g)
Derakhshan	درخشان	Inoculated	مایه‌زنی شده	47.2(11.0)f	4.8(22.3)ef	0.7(10.4)f-h
		Control	شاهد	46.6(6.4)f	7.4(1.1)ab	1.3(9.3)a-c
Akhtar	اختر	Inoculated	مایه‌زنی شده	40.9(7.7)fg	7.9(10.1)a	1.4(7.6)ab
		Control	شاهد	41.8(11.6)fg	6.5(17.5)a-d	1.2(18.1)b-d
Azna	ازنا	Inoculated	مایه‌زنی شده	112.1(7.2)cd	7.5(11.3)ab	1.3(17.8)a-c
		Control	شاهد	122.6(8.7)bc	6.8(9.2)a-c	1.1(12.9)b-e
Naz	ناز	Inoculated	مایه‌زنی شده	105.1(8.6)de	3.7(12.7)f	0.6(10.5)g-i
		Control	شاهد	152.0(3.5)a	4.7(9.5)ef	0.9(16.8)d-g
Jamaran	جماران	Inoculated	مایه‌زنی شده	28.2(9.5)g	2.0(8.4)h	0.4(14.8)i
		Control	شاهد	34.4(6.7)fg	5.1(8.1)d-f	0.8(13.6)e-h
Sayad	صیاد	Inoculated	مایه‌زنی شده	135.5(3.1)b	7.5(5.2)ab	1.6(6.2)a
		Control	شاهد	95.8(5.4)e	6.2(11.0)b-e	1.3(10.1)a-c
Goli	گلی	Inoculated	مایه‌زنی شده	135.1(6.4)b	6.4(4.9)b-d	1.0(13.0)c-f
		Control	شاهد	94.6(5.0)e	5.7(9.8)c-e	1.1(15.7)b-e
Khomein	خمین	Inoculated	مایه‌زنی شده	29.3(2.1)g	2.1(8.0)gh	0.3(14.0)i
		Control	شاهد	35.7(3.3)fg	3.6(3.5)fg	0.5(3.7)hi

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز) هستند. میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means, CV% presented in the parentheses. Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different at 5% probability level.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات ریشه هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده و آلوده نشده (شاهد) به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 3. Analysis of variance of root-related parameters of eight Iranian bean cultivars inoculated and non- inoculated (control) with root-knot nematode *M. javanica*

			میانگین مربعات MS		
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی df.	طول ریشه Root length	وزن تر ریشه Fresh weight of root	وزن خشک ریشه Dry weight of root
Cultivar (C)	رقم	7	233.72**	34.32**	0.20**
Inoculation (I)	مایه‌زنی	1	83.27**	79.21**	0.16**
C× I	مایه‌زنی × رقم	7	35.47**	1.21**	0.11**
Error	خطا	48	7.06	0.29	0.02
CV%	درصد ضریب تغییرات	-	19.10	45.30	28.80

** : Significant at 1% level of probability

** : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ریشه در هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده و آلوده نشده (شاهد) به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 4. Comparisons of root-related parameters of eight Iranian bean cultivars inoculated and non- inoculated (control) with *M. javanica*

Cultivar	رقم	Inoculation	مایه‌زنی	طول ریشه Root length (mm)	وزن تر ریشه Fresh weight of root (g)	وزن خشک ریشه Dry weight of root (g)
Derakhshan	درخشان	Inoculated	مایه‌زنی شده	24.2(5.3)g	5.5(10.1)d-f	0.7(18.8)b-d
		Control	شاهد	27.6(2.7)fg	8.2(8.3)ab	0.9(13.4)a-c
Akhtar	اختر	Inoculated	مایه‌زنی شده	28.3(5.4)e-g	6.8(1.2)cd	0.9(6.5)a-c
		Control	شاهد	26.3(5.3)fg	7.6(13.3)bc	1.2(20.2)a
Azna	ازنا	Inoculated	مایه‌زنی شده	35.7(7.5)bc	6.8(3.2)cd	0.8(19.8)b-d
		Control	شاهد	34.2(10.1)c-f	9.2(10.0)a	0.9(28.0)a-c
Naz	ناز	Inoculated	مایه‌زنی شده	43.3(8.6)a	3.6(10.6)g	0.5(12.8)de
		Control	شاهد	42.2(7.4)ab	5.4(16.1)ef	0.7(18.2)b-d
Jamaran	جماران	Inoculated	مایه‌زنی شده	27.7(17.9)fg	1.8(12.5)h	0.3(19.0)e
		Control	شاهد	27.3(7.1)g	4.3(4.8)fg	0.8(26.4)b-d
Sayad	صیاد	Inoculated	مایه‌زنی شده	30.1(4.5)c-g	4.8(13.5)fg	0.9(7.3)a-c
		Control	شاهد	34.6(9.1)c-e	6.3(6.8)c-e	0.8(7.6)b-d
Goli	گلی	Inoculated	مایه‌زنی شده	28.6(3.9)d-g	1.6(8.3)h	0.6(8.4)c-e
		Control	شاهد	34.6(1.0)c-e	4.7(8.3)fg	0.7(8.1)b-d
Khomein	خمین	Inoculated	مایه‌زنی شده	25.8(9.0)g	1.4(19.1)h	1.0(14.1)ab
		Control	شاهد	35.3(11.7)cd	4.3(4.0)fg	0.7(3.2)b-d

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز) هستند. میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means, CV% presented in the parentheses. Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different at 5% probability level.

رقم‌های خمین، گلی و جماران بود. بیشترین کاهش وزن تر ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های خمین، جماران و ازنا و کمترین کاهش در رقم‌های اختر و صیاد و بیشترین وزن خشک ریشه در تیمارهای مایه‌زنی شده، به ترتیب در رقم‌های خمین، صیاد و اختر بود که با بقیه رقم‌ها تفاوت معنی‌داری داشتند. در این مورد، کم‌ترین وزن خشک ریشه مربوط به رقم جماران، ناز و گلی بود. بیشترین افزایش وزن خشک ریشه به واسطه مایه‌زنی نماتد، به ترتیب در رقم‌های خمین و صیاد و بیشترین کاهش وزن خشک ریشه به واسطه آلودگی، در رقم‌های جماران و اختر بود.

با در نظر گرفتن اثر مایه‌زنی بر صفت‌های رویشی مرتبط با ساقه، رقم‌های صیاد، ازنا، اختر و گلی کمترین آسیب‌ها را از نماتد دیدند. در مورد صفت‌های رویشی مرتبط با ریشه، موضوع دارای پیچیدگی خاصی بود، به طوری که در رقم‌های جماران، ناز و درخشان، آلودگی به نماتد بر طول ریشه تاثیری نداشت. وزن تر ریشه در رقم‌های صیاد و اختر کمترین اختلاف را با شاهد نشان داد و وزن خشک ریشه در رقم‌های ازنا و گلی تحت تاثیر قرار نگرفت. در مورد اخیر، در رقم‌های خمین و صیاد، افزایش وزن خشک ریشه اتفاق افتاد. از نظر صفات رویشی، رقم‌های صیاد، ازنا، اختر و گلی به عنوان رقم‌های مناسبی که صفات رویشی آن‌ها در اثر آلودگی به نماتد ریشه گرهی کمتر دچار صدمه می‌شود، شناسایی شدند.

صفات تولیدمثلی نماتد

بیشترین تولید گال به ترتیب در رقم‌های اختر، ازنا و درخشان و کم‌ترین تولید گال در رقم‌های خمین، جماران و گلی اتفاق افتاد (جدول ۵). همچنین بیشترین تعداد توده تخم به ترتیب در رقم‌های ازنا و اختر و کم‌ترین تعداد در رقم‌های خمین، درخشان و جماران بود ($P\leq0.05$)(جدول‌های ۵ و ۶). بیشترین تعداد تخم در ۱۰۰۰ گرم خاک به ترتیب در رقم‌های درخشان، اختر و گلی و کم‌ترین تعداد تخم در رقم‌های صیاد و جماران دیده شد (جدول ۵).

بیشترین تعداد لارو سن۲ در ۱۰۰۰ گرم خاک به ترتیب در رقم‌های گلی ، خمین و ازنا و کم‌ترین تعداد تخم در رقم‌های درخشان، ناز و صیاد مشاهده شد (جدول ۶). جمعیت کل نماتد در ۱۰۰۰ گرم خاک به ترتیب در رقم‌های گلی، ازنا و خمین بیشترین و در رقم‌های جماران، ناز و اختر کم‌ترین بود (جدول ۶). بیشترین فاکتور تولید مثلی به ترتیب در رقم‌های گلی، خمین و ازنا و کم‌ترین فاکتور تولید مثلی در رقم‌های جماران، ناز و درخشان بود.

بر اساس شکل ۱، در درجه‌بندی شاخص مقاومت مشخص شد که تمامی رقم‌های مورد آزمایش حساس بودند و کم‌ترین حساسیت در رقم خمین (به عنوان یک رقم نسبتاً حساس) و سپس در رقم‌های جماران، درخشان و گلی مشاهده شد که می‌توان آن‌ها را در گروه رقم‌های حساس به این نماتد قرار داد. بر این اساس، رقم‌های اختر، ازنا، ناز و صیاد در

جدول ۵- مقایسه میانگین فاکتورهای مرتبط با نماتد در خاک/ ریشه (تعداد گال، توده تخم و تخم) هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 5. Comparison of nematode-related parameters in soil/root (No. of galls, egg masses and eggs) of eight Iranian bean cultivars inoculated with *M. javanica*

Cultivar	رقم	تعداد گال در ریشه Gall/ root	تعداد توده تخم در ریشه Egg mass/ root	تعداد تخم در ۱۰۰۰ گرم خاک Eggs/1000g soil
Derakhshan	درخشان	78.3(2.6)e	271.3(1.8)c	1957.5(9.3)a
Akhtar	اختر	286.0(1.6)b	633.8(1.2)a	1532.5(12.3)b
Azna	ازنا	351.8(4.3)a	390.3(2.1)b	1435.0(2.2)b-d
Naz	ناز	121.5(4.3)c	159.3(1.4)d	1257.5(3.5)d
Jamaran	جماران	90.0(7.9)de	97.5(3.4)f	987.5(3.4)e
Sayad	صیاد	121.5(2.0)c	150.8(1.5)d	977.5(6.7)e
Goli	گلی	91.0(6.8)d	119.3(5.5)e	1462.5(4.1)bc
Khomein	خمین	28.0(8.7)f	53.8(8.9)g	1280.0(7.5)cd
Control	شاهد	0(0)g	0(0)h	0(0)f

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز) هستند. میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means, CV% presented in the parentheses. Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different at 5% probability level.

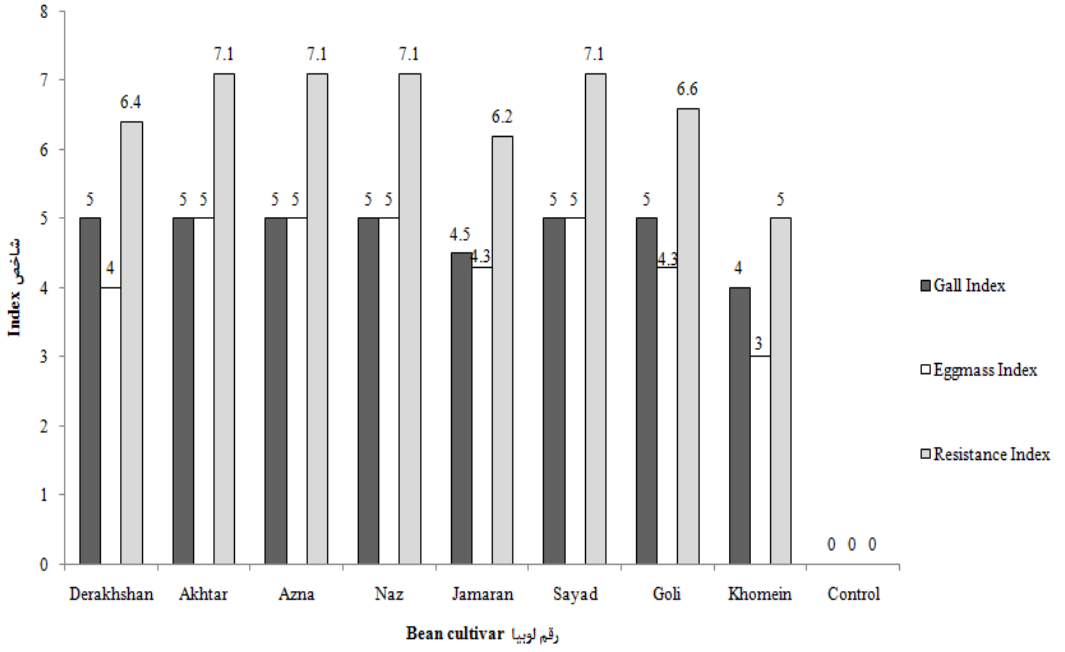
جدول ۶- مقایسه میانگین فاکتورهای مرتبط با نماتد در خاک/ ریشه (تعداد لارو، جمعیت کل و فاکتور تولیدمثلی) هشت رقم ایرانی لوبیا آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Table 6. Comparison of nematode-related parameters in soil/root (No. of J2s, total population and reproduction factor) of eight Iranian bean cultivars inoculated with *M. javanica*

Cultivar	رقم	تعداد لارو سن ۲ در ۱۰۰۰ گرم خاک J2s/1000g soil	جمعیت کل در ۱۰۰۰ گرم خاک Total population/1000g soil	فاکتور تولید مثلی Reproduction factor
Derakhshan	درخشان	1325.o(7.2)d	3282.5(8.3)c	1.6(8.3)c
Akhtar	اختر	1932.5(4.9)c	3465.0(2.7)c	1.7(2.7)c
Azna	ازنا	3975.0(5.2)a	5410.0(3.7)a	2.7(3.7)a
Naz	ناز	1732.5(5.4)c	2990.0(3.0)d	1.5(3.0)d
Jamaran	جماران	1732.5(2.7)c	2720.0(2.6)d	1.4(2.6)d
Sayad	صیاد	3075.0(3.1)b	4052.5(1.3)b	2.0(1.2)b
Goli	گلی	4125.0(4.6)a	5587.5(3.6)a	2.8(3.6)a
Khomein	خمین	4082.5(2.4)a	5362.5(0.9)a	2.7(1.0)a
Control	شاهد	0(0)e	0(0)e	0(0)e

اعداد نمایش داده شده شامل میانگین و درصد ضریب تغییرات (درون پرانتز) هستند. میانگین‌ها با حروف مشترک در هر ستون فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ هستند.

Values presented are means, CV% presented in the parentheses. Means followed by dissimilar letters in a column are significantly different at 5% probability level.



شکل ۱- مقایسه شاخص‌های گال، توده تخم و مقاومت در هشت رقم لوبیا آلوده شده به نماتد ریشه گرهی *M. javanica*

Fig. 1. Comparison of gall, egg mass and resistance indices in eight bean cultivars inoculated with *M. javanica*

فهرست رقم‌های بسیار حساس قرار گرفتند.

از نظر ویژگی‌های شاخساره، در بین رقم‌های آلوده به نماتد ریشه‌گرهی رقم‌های صیاد، ازنا و اختر در مقایسه با رقم‌های دیگر خسارت کمتری را متحمل شدند. با توجه به اهمیت این ویژگی‌ها و این که در برخی رقم‌ها این ویژگی‌ها کم‌تر تحت تاثیر آلودگی به نماتد قرار می‌گیرند، می‌توان رقم اختر را به عنوان رقمی نسبتاً مناسب توصیه کرد. صدیقی و محمود (Siddiqui and Mahmood, 1992) در بررسی‌های خویش در نخود نیز نتایج مشابهی را به دست آوردند. اودو و همکاران (Udo *et al.*, 2008) نیز نتیجه گرفتند که در وزن تر و خشک ریشه و شاخساره گیاه گوجه‌فرنگی آلوده شده با نماتد *M. javanica* در مقایسه با تیمار بدون آلودگی، اختلاف معنی‌داری وجود داشت و بر این اساس می‌توان برخی رقم‌ها را نسبت به رقم‌های دیگر در اولویت انتخاب قرار داد. در آزمایش گلخانه‌ای که توسط احمدی و مرتضوی‌بَک (Ahmadi and Mortazavi Bak, 2002) انجام شد، رقم‌های بسیار حساس، نسبتاً حساس، حساس و متحمل، در صفات رشدی وزن شاخساره و ریشه تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. جالب این که وزن ریشه و شاخساره در رقم حساس بیش‌تر از نوع رقم دارای واکنش فوق

حساسیت بود و رقم متحمل بالاتر از دو رقم فوق قرار گرفت. هر چند در این نوع بررسی‌ها اطلاعات مفیدی به دست می‌آید، اما با توجه به شرایط و مدت کم آزمایش در گلخانه، فراهم نبودن شرایط مساعد طبیعی مثل دما، نور و رطوبت و عدم رقابت با سایر عوامل، صفات رشدی نوسانات زیادی را نشان می‌دهند که این نوسانات در نتایج دیگر محققین نیز مشاهده می‌شود.

همین تضادها موجب شده است که در انتخاب رقم مناسب از صفات مرتبط با نماتد و به عبارتی ویژگی‌های تکثیری نماتد در میزبان بیشتر استفاده شود و صفات تولیدمثل نماتد که در اغلب پژوهش‌ها به عنوان صفتی مهم در ارزیابی رقم‌های مورد بررسی قرار می‌گیرد، به عنوان شاخص اصلی مقاومت یا حساسیت رقم در نظر گرفته شوند. برای این منظور، برخی ویژگی‌ها از جمله میزان نفوذ لارو سن ۲ به درون ریشه، تعداد گال روی ریشه، تعداد توده تخم روی سیستم ریشه و میزان افزایش جمعیت نماتد مورد توجه قرار می‌گیرند.

انوار و خان (Anwar and Khan, 1992) مطالعه‌ای را در رابطه با واکنش رقم‌های مختلفی از گوجه‌فرنگی، فلفل، بادنجان و بامیه با سطح زادمایه ۱۰۰۰ لارو نماتد *M. incognita* انجام دادند. در این آزمایش، به علت بالا بودن شاخص گره و توده تخم، هیچ یک از رقم‌ها مقاوم یا ایمن نبودند و رقم Moneymaker گوجه‌فرنگی دارای حساسیت بالایی بود. نتایج مطالعات گلخانه‌ای نشان داده است که از بین رقم‌های گوجه‌فرنگی که حساسیت و مقاومت آن‌ها مشخص شده، در رقم‌های حساسی که فاقد ژن *Mi* هستند، به طور معنی‌داری تعداد بیش‌تری توده تخم در ریشه وجود داشته، اما در فاکتور تولید مثل آن‌ها در مقایسه با رقم‌های مقاوم تفاوت معنی‌داری مشاهده نشده است (Ornat *et al.*, 2001).

بر اساس نتایج آزمایش احمد و همکاران (Ahmad *et al.*, 1992)، اکثر رقم‌های مایه‌زنی شده به نماتد *M. incognita* روی سیستم ریشه گال‌هایی به اندازه‌های مختلف ایجاد کرده و باعث کاهش وزن خشک ریشه می‌شوند. نتایج سینگ و خورما (Singh and Khurma, 2007) نیز نشان داد که با افزایش غلظت مایه، میانگین تعداد توده‌تخم در ریشه گیاهان آلوده، به جز در یک رقم، به طور منظمی افزایش یافت.

در بررسی مقاومت نخود به نماتد مولد غده، صدیقی و محمود (Siddiqui and Mahmood, 1992) مشاهده کردند که در ریشه گیاهان نخود مایه‌زنی شده با غلظت‌های مختلف نژاد ۳ گونه *M. incognita*، با افزایش غلظت مایه تعداد گره افزایش می‌یابد، اما فاکتور تولیدمثل، با افزایش غلظت مایه کاهش یافته و بیش‌ترین فاکتور تولیدمثل نماتد در پایین‌ترین و کم‌ترین آن در بالاترین سطح مایه‌زنی مشاهده می‌شود.

سال‌ها است که منابع مقاومت به نماتدهای مولد غده در لوبیا مورد بررسی قرار می‌گیرد

ولی در اغلب موارد نتایج چندان موفقیت‌آمیز نبوده است (Menten *et al.*, 1980؛ Mendes *et al.*, 1978؛ Freire, 1976؛ Ribeiro and Ferraz, 1983؛ Carneiro and Ferraz, 1992). وسمال و مونز (Wesemal and Moens, 2012) مقاومت ده رقم لوبیا به نماتدهای *M. chitwoodi*، *M. fallax* و *M. hapla* را مورد ارزیابی قرار دادند. در بین رقم‌های مورد بررسی، درجات مختلفی از مقاومت به *M. chitwoodi*، حساسیت بسیار کم به *M. fallax* و حساسیت بالا به *M. hapla* مشاهده شد. تعداد بسیار کمی لارو *M. fallax* به درون ریشه نفوذ کرده بودند و تکامل آن‌ها نیز به تاخیر افتاده بود در حالی که لارو گونه‌های *M. chitwoodi* و *M. fallax* و *M. hapla* بیشتر نفوذ کرده بودند. شش هفته پس از مایه‌زنی رقم Polder با *M. chitwoodi*، با وجودی که تعداد توده تخم کمتری در مقایسه با سایر رقم‌های مورد آزمایش تشکیل شد، تعداد ماده‌های بالغ تفاوت چندانی با سایر رقم‌ها نداشتند. به علاوه آلودگی این رقم به *M. chitwoodi* بر صفات رویشی آن اثری نداشت.

در پژوهش حاضر، از نظر ویژگی‌های مرتبط با نماتد، رقم‌های خمین، درخشان، جماران و ناز در کمترین حد تولید گال و توده تخم را حمایت کردند در حالی که در رقم‌های اختر و ازنا بیشترین گال و توده تخم تشکیل شد. از نظر فاکتور تولیدمثل نیز به ترتیب رقم‌های جماران، ناز و درخشان به عنوان رقم‌های مطلوب و رقم‌های گلی، ازنا و خمین به عنوان رقم‌های افزایش دهنده میزان تولیدمثل این نماتد شناخته شدند. در صورتی که با استفاده از شاخص کوزنبری و همکاران (Quesenberry *et al.*, 1989) تولید توده تخم و گال بر روی ریشه مبنای انتخاب رقم قرار می‌گرفت، به ترتیب رقم‌های خمین، جماران و درخشان با تعداد گال و توده تخم کم به عنوان رقم‌های مناسب شناخته می‌شدند.

با توجه به این که منابع مقاومت به این نماتد وجود دارد، پیشنهاد می‌شود که لاین‌ها و رقم‌های مختلف به منظور بررسی میزان مقاومت مورد مطالعه قرار گیرند. در این مورد لازم است که حساسیت برخی رقم‌ها نسبت به برخی بیماری‌های رایج لوبیا، ازجمله زنگ، نیز مد نظر قرار گیرد تا رقم یا رقم‌های مناسبی که برای کشت در مناطق آلوده قابل توصیه هستند، انتخاب یا اصلاح شوند.

References

Ahmad, R., Khan, M. A., Sahi, S. T., and Dogar, M. A. 1992. Reaction and development of selected tomato cultivars against root-knot nematode (*M. javanica*). Pakistan Journal of Phytopathology 4(1): 37-40.

Ahmadi, A. R., and Mortazavi Bak, A. 2002. An evaluation of resistant and tolerant cultivars of tomato to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in Iran. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, University of Tabriz, Tabriz, Iran. P. 247. (in Persian).

Alves, F. R., dos Santos1, L. N. S., Moraes, W. B., Cosmi1, F. C., Cabrall, P. D. S., Filho, S. M., De Pina Mattal, F., and Júnior1, W. C. J. 2011. Reaction of common bean genotypes to *Meloidogyne incognita* Race 1. Idesia 29: 95-98.

Anwar, S. A., and Khan, M. S. A. 1992. Evaluation of four vegetables against *Meloidogyne incognita*. Journal of Agricultural Research 30: 415-421.

Bagheri, A., Mahmudi, A., and Ghezeli, F. 2001. Common Beans, Research for Crop Improvement. Mashhad University Jihad Press, Mashhad, Iran. 556pp. (in Persian).

Baker, K. R., Carter, C. C., and Sasser, J. N. 1985. An Advanced Treatise on Meloidogyne Vol II: Methodology. North Carolina State University Graphics, USA.

Carneiro, R. G., and Ferraz, S. 1992. Relação de cultivares de feijoeiro a *Meloidogyne incognita* raça 3. Nematologia Brasileira 16 (1-2): 35-40.

Castagnone-Sereno, P., Bongiovanni, M., and Dalmasso, A. 1994. Reproduction of virulent isolates of *Meloidogyne incognita* on susceptible and *Mi*-resistant tomato. Journal of Nematology 26(3): 324-328.

Caveness, F. E., and Jepsen, H. J. 1955. Modification of the centrifugal flotation technique for the isolation and concentration of nematodes and their eggs from soil and plant tissue. Proceedings of the Helminthological Society of Washington 22: 87-89.

Chen, P., and Roberts, P. A. 2003. Virulence in *Meloidogyne hapla* differentiated by resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Nematology 5: 39-47.

Choleva, B., Sotirova, V., and Georgiev, **Ch. 1988.** Study on the resistance of lines and hybrids of tomato to root-knot nematodes *Meloidogyne* spp. and Golden nematode *Globodera rostochiensis* (Woll. 1923., Mulvey, Stone, 1976). Biotechnology and Biotechnique 1: 35-39.

Di Vito, M., Parisi, B., Carboni, A., Ran[31] ., and Catalano, F. 2007. Genetics and introgression of resistance to root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Nematologia Mediterranea 35(2): 193-198.

Dong, L., Huang, C., Huang, L., Li, X., and Zuo, Y. 2012. Screening plants resistant against *Meloidogyne incognita* and integrated management of plant resources for nematode control. Crop Protection 33: 34-39.

Ferreira, S., Gomes, L. A. A., Maluf, W. R., Campos, V. P., Carvalho Filho, J. L. S., and Santos, D. C. 2010. Resistance of dry bean and snap bean cultivars to root-knot nematodes. HortScience 45: 320-322.

Freire, F. C. O. 1976. Nematóides associados ao feijoeiro na Zona da Mata, Minas Gerais, e aspectos da relação entre alguns cultivares e as espécies *Meloidogyne incognita* e *M. javanica*. Viçosa: UFV, 42 p. (Dissertação de Mestrado).

Hussey, R. S., and Janssen, G. J. W. 2002. Root-knot nematodes: Meloidogyne species. pp: 43-70. In: Staar, J. L., Bridge, J., and Cook, R. (eds.). Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CAB International Publishing, Wallingford, UK.

Kimenju, J. W., Karanja, N. K., and Macharia, L. 1999. Plant parasitic nematodes associated with common bean in Kenya and the effect of Meloidogyne infection on bean nodulation. African Crop Science Journal 7: 503-510.

Majnoon Hosseini, N. 1996. Beans in Iran. Tehran University Jihad Press, Tehran, Iran (in Persian).

Mendes, B. V., Cardoso, E. J. B. N., and Fernandes, E. R. 1978. Histopatologia de raízes de Feijoeiro parasitadas por *Meloidogyne javanica.* Sociedade Brasileira de Nematologia 3: 109-115.

Menten, J. O. M., Lordello, L. G. E., Tulmann Neto, A., and Ando, A. 1980. Nematóides Associados ao Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) no estado de São Paulo: Informações preliminares. Sociedade Brasileira de Nematologia 4: 205-212.

Nass, L. L., Valois, A. C. C., Melo, I. S., and Valadares-Inglis, M. C. 2001. Recursos e Melhoramento: Plantas. Rondonópolis: Fundação MT, 1183 pp.

Netscher, C., and Mauboussin, J. C. 1973. Resultats d'un essai concernat I 'efficacite compare d'une variete resistance et de certain nematicides contre *Meloidogyne javanica*, Cahiers O.R.S.T.O.M. Serie Biologie 21: 97-102.

Nono-Womdin, R., Swai, I. S., Mrosso, L. K., Chadha, M. L., and Opena, R. T. 2002. Identification of root-knot nematode species occurring on tomatoes in Tanzania and resistant lines for their control. Plant Disease 86(2): 127-130.

Ornat, C., Verdejo-Lucas, S., and Sorribas, F. J. 2001. A population of *Meloidogyne javanica* in Spain virulent to the *Mi* resistance gene in tomato. Plant Disease 85(3): 271-276.

Pedrosa, E. M. R., Moura, R. M., and Silva, E. G. 2000. Respostas de genótipos de *Phaseolus vulgaris* à meloidoginose e alguns mecanismos envolvidos na reação. Fitopatologia Brasileira 25(2): 190-196.

Quesenberry, K. H., Baltensperger, D. D., Dunn, R. A., Wilcox, C. J., and Hardy, S. R. 1989. Selection for tolerance to root-knot nematodes in red clover. Crop Science 29: 62-65.

Ribeiro, C. A. G., and Ferraz, S. 1983. Resistência varietal do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a *Meloidogyne javanica*. Sociedade Brasileira de Nematologia 7: 261-270.

Siddiqui, Z. A., and Mahmood, I. 1992. Effect of different inoculum levels of *Meloidogyne incognita* race 3 on the growth of chickpea. Nematologia Mediterranea 20: 189-191

Simão, G., Homechin, M., Santiago, D. C., Silva, R. T. V., and Ribeiro, E. R. 2005. Comportamento de duas cultivares de feijoeiro em relação a *Meloidogyne javanica*. Ciência Rural 35 (2): 266-270.

Singh, S. K., and Khurma, U. R. 2007. Susceptibility of six tomato cultivars to root-knot nematode *Meloidogyne incognita*. South Pacific Journal of Natural Sciences 25: 73-77.

Singh, S.P., and Schwartz, H.F. 2011. Breeding common bean for resistance to insect pests and nematodes. Canadian Journal of Plant Science 91: 239-250.

Starr, J. L., Bridge, J., and Cook, R. 2002. Resistance to plant – parasitic nematodes: History, current use and future potential. pp: 1-22. In: Starr, J. L., Bridge, J., and Cook, R. (eds). Plant Resistance to Parasitic Nematodes. CAB International Publishing, Wallingford, UK.

Udo, I. A., Uguru, M. I., Ogbuji, R. O., and Ukeh, D. A. 2008. Sources of tolerance to root-knot nematode *Meloidogyne javanica*, in cultivated and wild tomato species. Plant Pathology 7(1): 40-44.

Walters, S. A., Wehner, T. C., and Barker, K. R. 1999. Greenhouse and field resistance in cucumber to root-knot nematodes. Nematology 1: 279- 284.

Wesemael, W., and Moens, M. 2012. Screening of common bean (*Phaseolus vulgaris*) for resistance against temperate root-knot nematodes (*Meloidogyne* spp.). Pest Management Science 68(5): 702-708.