Archive of SID

واکنش برخی نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی محلی بانک ژن گیاهان ملی ایران نسبت به نماتد ریشه‌گرهی(*Meloidogyne javanica*) در شرایط گلخانه

المیرا ابوترابی* و احمد عباسی مقدم[۱]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۲/۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۹/۷)

چکیده

نماتدهای ریشه‌گرهی *Meloidogyne* spp. با داشتن پراکندگی وسیع در مزارع گوجه‌فرنگی، از مهم‌ترین نماتدهای انگل در گوجه‌فرنگی محسوب می‌شوند. شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم و یا متحمل مناسب‌ترین روش در کنترل این نماتدهاست. به این منظور طی سال‌های ۹۵-۱۳۹٤، واکنش تعداد ١٤ نمونه ژنتیکی گوجه‌فرنگی موجود در بانک ژن گیاهان ملی ایران، نسبت به گونه *M. javanica* مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در شرایط گلدانی انجام شد. پس از کاشت بذور مورد آزمایش و رسیدن نشاء به مرحله ٤-۳ برگی، هر تیمار با تعداد ٦۰۰۰ تخم و لارو نماتد، تلقیح گردید و ٦۰ روز پس از آلوده سازی، صفات رویشی و صفات وابسته به جمعیت نماتد در هر تیمار تعیین شد. بر اساس نتایج، از ١٤ نمونه ژنتیکی گوجه‌فرنگی محلی ارزیابی شده در این آزمایش، هشت نمونه ژنتیکی شامل TN-72-950، TN-72-997 ، TN-72-955، TN-72-992 ، TN-72-918، TN-72-1088، TN-72-1019 و TN-72-1126 با داشتن شاخص‌های Rf≤1 و GI>2 واکنش فوق حساس، تعداد سه نمونه ژنتیکی شامل TN-72-1109 ، TN-72-939، TN-72-1122 و تیمار شاهد رقم فلات با داشتن شاخص‌های Rf>1 و GI>2 واکنش حساس و تعداد سه نمونه ژنتیکی دیگر شامل TN-72-938 ، TN-72-1041 و TN-72-1012 با داشتن شاخص‌های Rf≤1 و GI>2 عکس‌العمل نسبتا مقاوم (با ویژگی فوق حساسیت) نشان دادند.

کلیدواژه: حساسیت، ژنوتیپ مقاوم، گوجه‌فرنگی، نماتد ریشه‌گرهی

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: elabootorabi@gmail.com

۱. مربی پژوهش موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، دکتری و استادیار موسسه تحقیقات اصلاح بذر و نهال کشور.

www.SID.ir

Archive of SID

Reaction of some local tomato accessions of National Gene Bank of Iran to Root Knot Nematode (*Meloidogyne javanica*) under greenhouse conditions

E. Abootorabi and A. Abbasi Moghadam

(Received: 22.4.2018; Accepted: 28.11.2018)

Abstract

Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are widespread in the tomato fields and they are the most important parasitic nematodes of tomato. Recognition and use of resistant or tolerant cultivars are most suitable control of measures the nematodes. In this survey, 14 local tomato accessions were screened against *M. javanica* during 2016-2017. The experiments were managed in completely randomized design in greenhouse condition. After sowing the seeds and reaching stages 3-4 leaves, each treatment was inoculated with 6000 eggs and larvae and 60 days after inoculation the growth parameters and reproduction factor were measured. In this survey, the eight tomato accessions vz., TN-72-950, TN-72-997, TN-72-955, TN-72-992, TN-72-918, TN-72-1088, TN-72-1019 and TN-72-1126 with Rf ≤1 and GI > 2 showed hyper susceptible, the three tomato accessions viz., TN-72-1109, TN-72-939, TN-72-1122, and control with Rf >1and GI> 2 were susceptible and the three tomato accessions viz., TN-72-938, TN-72-1041, TN-72-1012 with Rf ≤1and GI> 2 showed relatively resistance with the characteristics of hyper sensitivity reaction.

Keywords: *Meloidogyne*, Resistance genotype, Root knot nematode, Tomato

*Corresponding author's E-mail: elabootorabi@gmail.com
1. XXX

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

گوجه‌فرنگی با نام علمی *Lycopersicon esculentum* Mill و داشتن سطح زیر کشت ۱۴۹۲۳۵هکتار با تولید سالانه حدود ۶ میلیون تن و عملکرد ۳۹۱۶۹ کیلو گرم در هکتار (آمار نامه کشاورزی، ۱۳۹۵)، یکی از پرمصرف‌ترین محصولات سبزی و صیفی در کشور است. از چالش‌های عمده تولید این محصول، خسارت وارده توسط عوامل بیماری‌زای گیاهی است که از این میان نماتدهای ریشه‌گرهی(*Meloidogyne* spp.)، با توجه به گستردگی دامنه انتشار و شدت خسارت، از عوامل محدود کننده کشت این محصول می‌باشد. مکت و همکاران (Mekete *et al.*, 2003)، پتانسیل خسارت *M. javanica* روی گوجه‌فرنگی و فلفل را به ترتیب ۲۸ و ۳۶ درصد به ازای هر لارو در هر سانتی‌مترمکعب خاک تعیین نمودند. ارزیابی خسارت نماتد ریشه‌گرهی روی گوجه‌فرنگی توسط لامبرتی و تایلور (Lamberti & Taylor 1979) تا ۸۵٪ گزارش شده است. آنوار و گاندی(Anwar & Gundy 1993)، تاثیر جمعیت‌های مختلف *M. incognita* را روی فاکتورهای رشد گیاه گوجه‌فرنگی رقم حساس Rutgers بررسی نمودند. کاهش رشد ریشه و اندام هوایی و همچنین افزایش فاکتور تولیدمثل در گیاه آلوده به بیشترین میزان جمعیت نماتد را قابل توجه گزارش نمودند.

استفاده از ارقام مقاوم به تنهایی و یا در تلفیق با سایر روش‌های مدیریتی، یکی از موثرترین روش‌هاست که به این طریق می‌توان استفاده از نماتدکش‌های شیمیایی معمول را کاهش داد و یا حتی حذف نمود (Webster 1972). جهت کنترل این نماتدها با توجه به خطرات زیست محیطی ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی کاربرد روش‌های غیرشیمیایی ضروری به نظر می‌رسد. تا کنون روش‌های مدیریتی بسیاری از جمله استفاده از سموم شیمیایی، تناوب زراعی، کنترل بیولوژیکی و گاهی تلفیقی مورد استفاده قرار گرفته است و در این بین شناسایی ارقام مقاوم جهت کنترل این عامل خسارت‌زا امری اساسی است.

در بررسی‌های انجام شده توسط کائور و همکاران (Kaur *et al.*, 1994)، عملکرد تعداد ۲۵ دورگ نسل F1 گوجه‌فرنگی مقاوم به *M. incognita* در منطقه لودیانا هند نشان داد که دو رگ‌های F24-C8 × Ronita و Ec KF15 × 119192 مقاوم و دو رگ‌های Castle Rock × 1797 و Rio Grand × Ronita دارای مقاومت بالا نسبت به *M. incognita* بودند.

در ایران، اخیانی در سال ۱۳۶۱ عکس‌العمل تعداد ۷۲ رقم را نسبت به نماتد ریشه‌گرهی (*M. javanica*) بررسی کرد که طی سال‌های ۶۵-۱۳۶۱ در مجموع تعداد ۱۹ لاین انتخاب شد و از آن‌ها بذر تک بوته جمع‌آوری شد(Akhiani 1981). اخیانی و مرتضوی‌بک، در فاصله سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۱ حدود ۵۳۷ توده و رقم گوجه-فرنگی را نسبت به *M. javanica* مورد ارزیابی قرار دادند که از بین آنها ۹۸ درصد حساس گزارش شد در حالیکه همین ارقام قبلاً به عنوان ارقام مقاوم معرفی شده بودند (Akhiani & Mortazavi Bac 1992). همچنین این محققین اظهار داشتند که در امریکا ارقام Rossol, Healani, Anaha و Nemared به عنوان ارقام مقاوم به گونه‌های *M. incognita* و *M. javanica*، در مصر ارقام Ronita و VDو در کانادا ارقام Nematex و Gold set مقاوم به *M. incognita* معرفی شده اند. مهدیخانی‌مقدم و همکاران (۱۳۸۲)، هفت گونه و پنج نژاد نماتدهای ریشه-گرهی را شناسایی نمودند که گونه *M. javanica* وسیع-ترین پراکندگی را در مزارع گوجه‌فرنگی داشت

www.SID.ir

Archive of SID

(Mehdikhani *et al.*, 2003). احمدی و مرتضوی‌بک، واکنش ۲۰ رقم انتخابی گوجه‌فرنگی را نسبت به گونه *M. javanica* در شرایط مزرعه و گلخانه بررسی نمودند. ۸۵ درصد ارقام در شرایط گلخانه نسبت به این گونه حساس بودند و بقیه جزو ارقام متحمل و نسبتا مقاوم معرفی و ۹۰ درصد ارقام در شرایط مزرعه حساس گزارش شدند(Ahmadi & Mortazavi Bac 2005). خدایی‌اربت و همکاران (۱۳۸۸) عملکرد چهار رقم گوجه‌فرنگی را در سه سطح آلودگی یک تا سه عدد لارو سن دوم نماتد در گرم خاک مورد مطالعه قرار دادند که در فاکتورهای وابسته به جمعیت نماتد بین ارقام اختلاف معنی‌داری گزارش شد (Khodaie Arbat *et al.*, 2009). همچنین واکنش چهار رقم گوجه‌فرنگی مزرعه‌ای و دو رقم گلخانه‌ای نسبت به *M. javanica* بررسی و همه ارقام زراعی حساس و تنها یک رقم گلخانه‌ای (ES100F) نسبتاً مقاوم تشخیص داده شد (Moslehi *et al.*, 2010).

در این بررسی، سنجش واکنش تعداد ۱۴ نمونه ژنتیکی بومی کشور از کلکسیون بانک ژن گیاهان ملی ایران، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر نسبت به نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* بر اساس عکس‌العمل صفات وابسته به جمعیت نماتد در گیاهان آلوده شده با نماتد صورت گرفت.

مواد و روش‌های بررسی

خالص‌سازی و تکثیر *M. javanica*

برای به دست آوردن جمعیت خالص نماتد، پس از جمع‌آوری ریشه‌های خیار آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از گلخانه و جداسازی ماده‌ها از سطح ریشه‌ها و بررسی مشخصات ریخت شناسی شد گونه‌ی نماتد تعیین شد. سپس تک توده تخم (Egg mass) روی گوجه‌فرنگی رقم حساس Early urbana در مرحله چهار برگی در خاک سترون مایه‌زنی گردید. جهت تکثیر نماتد و دستیابی به جمعیت یکسان، ۶۰ روز پس از مایه‌زنی، خاک گلدان و ریشه‌ها درگلدان‌های دیگر تقسیم و مجدداً همان رقم گوجه‌فرنگی حساس در گلدان کاشته شد. مراحل فوق جهت دستیابی به جمعیت کافی، چند بار تکرار گردید. جهت تهیه اینوکولوم، ریشه‌ها به قطعات ۳-۲ سانتی‌متری خرد شدند و به ظرف حاوی هیپوکلریت سدیم ۱٪ (۱۰ میلی لیتر وایتکس تجاری ۵٪ + ۵۰ میلی لیتر آب مقطر) منتقل و به مدت سه دقیقه تکان داده شدند (Coolen & De Herde 1972). مخلوط حاصل از الک‌های ۵۰۰ و ۲۰ میکرون گذرانده شد و سپس به بشر منتقل گردید.و در آب مقطر در یخچال با دمای ۵ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

تهیه بذر و نشاء گوجه‌فرنگی

تعداد ۱۴ نمونه‌ی ژنتیکی بومی کشور شامل: TN-72-1041، TN-72-1019، TN-72-7012، TN-72-997، TN-72-992، TN-72-955، TN-72-950، TN-72-939، TN-72-938، TN-72-918، TN-72-1122، TN-72-1109، TN-72-1088 و TN-72-1126 جمع‌آوری شده به ترتیب از استان‌های : سمنان، کردستان، مرکزی، همدان، خراسان، زنجان، لرستان، فارس، کرمان، مازندران، کهکیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری، اصفهان و کردستان که به روش دسته بندی صفات (Clustering) از کلکسیون گوجه‌فرنگی جداسازی شده بودند، جهت انجام آزمایش، انتخاب شدند. به منظور تهیه نشاء، بذرها بطور جداگانه در گلدان‌های حاوی خاک سترون کاشته شدند و تا مرحله‌ی ۳-۴ برگ حقیقی برای انجام آزمایش در شرایط گلخانه با

www.SID.ir

Archive of SID

دمای ۲۵-۲۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

آزمایش گلدانی و ارزیابی فاکتورهای مورد بررسی

برای ارزیابی واکنش نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی (*M. javanica*)، یک روز پس از انتقال نشاءها در مرحله ۳-۴ برگی به گلدان‌های حاوی ۲ کیلوگرم خاک سترون (به نسبت ۱:۱:۱:۲ خاک، ماسه، خاک‌برگ و کود حیوانی پوسیده)، تعداد ۶۰۰۰ تخم و لارو (به ازاء هر گرم خاک تعداد ۳ تخم و لارو فعال نماتد) از جمعیت خالص، به هر گلدان اضافه شد. تیمار شاهد، گوجه‌فرنگی رقم فلات حساس به نماتد جهت مقایسه جمعیت نماتد انتخاب شد. برای هر تیمار پنج تکرار در نظر گرفته شد. ۶۰ روز پس از مایه‌زنی، بوته‌ها از خاک خارج شدند و ضمن اندازه گیری طول ریشه و اندام هوایی، ریشه‌ها شستشو و توزین شدند. جهت شمارش تعداد گال و توده تخم، کل ریشه‌ی هر تکرار مورد بررسی قرار گرفت. به منظور شمارش تعداد تخم و لارو در ریشه، طبق روش کولن دهرد (۱۹۷۲) عمل شد. پس از به حجم رساندن سوسپانسیون، شمارش جمعیت تخم و لارو توسط اسلاید شمارش صورت گرفت. جهت استخراج نماتد از خاک طبق روش دگریسه (De Grisse 1969) عمل شد. جمعیت نهایی، از مجموع تعداد تخم و لارو موجود در ریشه و خاک حاصل شد و برای تعیین فاکتور تولید مثل (*Pf/Pi*) نسبت جمعیت نهایی به جمعیت اولیه ارزیابی گردید. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در دو نوبت و در دو سال متوالی انجام شد و در پایان بررسی، داده‌های حاصل با استفاده از برنامه SAS تجزیه آماری گردیده و مقایسه میانگین‌ها نیز به روش دانکن صورت گرفت. جهت ارزیابی واکنش گونه‌های گیاهی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی از ویژگی‌های متفاوتی مانند ظرفیت تولیدمثل نماتد (Rf= Reproduction factor) (Oostenbrink 1966)، مقایسه میزان تولیدمثل نماتد در گیاهان آزمایشی به میزان تولید مثل نماتد در رقم حساس همان گونه گیاهی (Taylor 1967) و تلفیقی از میزان تولیدمثل نماتد و شاخص گال (GI= Gall Index) (Canto Saenz 1983) استفاده گردید. جهت تعیین شاخص گال طبق روش تایلور و ساسر (Taylor & Sasser 1978)، بر اساس تعداد کل گره‌های موجود روی سطح ریشه، شاخص مربوطه تعیین شد. بطوریکه، آلودگی بدون گال شاخص صفر، شاخص آلودگی برابر یک، آلودگی بین سه تا ۱۰ گره، شاخص آلودگی برابر دو، آلودگی بین ۱۱ تا ۳۰ گره، شاخص آلودگی برابر سه، آلودگی بین ۳۱ تا ۱۰۰ گره، شاخص آلودگی برابر چهار و اگر تعداد گره بیش از ۱۰۰ عدد باشد شاخص گال پنج در نظر گرفته می شود. در این بررسی، از رابطه بین فاکتور تولید مثل و شاخص گال در آزمایش‌های واکنش نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد، استفاده گردید. به این ترتیب که ارقام دارای شاخص‌های GI≤2 و Rf>1 جزو ارقام متحمل، GI≤2 و Rf≤1 مقاوم، GI>2 و Rf ≤1 فوق حساس و GI>2 و Rf>1 حساس دسته بندی شدند.

نتایج و بحث

نتایج حاصل از تجزیه مرکب داده‌های ارزیابی عکس-العمل تعداد ۱۴ نمونه ژنتیکی گوجه‌فرنگی محلی نسبت به نماتد *M. javanica* در شرایط گلخانه طی سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، نشان داد که به دلیل مشابهت شرایط آزمایش در دو سال، اثر متقابل سال در تیمار در هیچ یک از صفات مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری نداشته لذا مقایسه میانگین داده‌های حاصل از تجزیه مرکب صفات مورد بررسی، وجود اختلاف معنی‌داری را بین متغیرهای

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس شاخص‌های نماتد *Meloidogyne javanica* در واکنش نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی.

Table 2- The analysis of variance population parameters of *Meloidogyne javanica* in response to tomato accessions.

		Gall	Egg mass	Egg	*Pf*
Source	DF	MS	MS	MS	MS
Year	1	55.2 ^{ns}	20.1 ^{ns}	549892.6 ^{ns}	5970835.5 ^{ns}
Replication	4	28.2 ^{ns}	20.3 ^{ns}	2695569 ^{ns}	2758873 ^{ns}
Year× Rep	4	12.3 ^{ns}	29.4 ^{ns}	2984190 ^{ns}	2997916 ^{ns}
Treatment	14	1328.05**	920.82**	122345470**	125358776**
Year× Treat	14	24.1 ^{ns}	10.09 ^{ns}	1052500 ^{ns}	1125631 ^{ns}
CV		26.6	31.6	29.3	29.1

اعداد دارای** دارای اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵٪ هستند

The marked by ** are significantly different (P≤0.05).

وابسته به جمعیت نماتد در تیمارهای آزمایشی نشان داد (جداول ۱ و ۲).

مقایسه میانگین‌های تعداد گال در ۱۵ تیمار آزمایشی، نشان داد که دامنه تغییرات شاخص گال (GI) بر اساس درجه‌دهی صفر تا پنج بین دو (ژنوتیپ‌های TN-72-938 ، TN-72-1041 و TN-72-1012) و چهار (شاهد رقم فلات) بود (Taylor & Sasser 1978). در سایر نمونه‌های ژنتیکی، شاخص گال معادل سه است که نشان از حساسیت آن‌ها به نماتد می‌باشد. (جدول ۲).

مقایسه میانگین توده تخم، نشان داد که نمونه‌های TN-72-938، TN-72-1041 و TN-72-1012 دارای کمترین توده تخم و تیمار شاهد دارای بیشترین توده تخم بود و اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با سایر تیمارهای آزمایشی داشت (جدول ۲). بین سایر نمونه‌های ژنتیکی، اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد.

مقایسه میانگین تعداد تخم، جمعیت نهایی و فاکتور تولیدمثل، تیمارهای آزمایشی نشان داد که نمونه‌های TN-72-938، TN-72-1041 و TN-72-1012 با داشتن اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ دارای کمترین تعداد تخم و تیمار شاهد دارای بیشترین تعداد تخم بود (جدول ۲).

در ارزیابی واکنش نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی نسبت به نماتد، مقایسه شاخص‌های تعداد گال و فاکتور تولیدمثل بر اساس درجه دهی کانتوسنز (Canto Seanz 1983) نشان داد که نمونه‌های TN-72-938 ، TN-72-1041 و TN-72-1012 با داشتن کمترین تعداد گره و فاکتور تولیدمثل در مقایسه با سایر تیمارها، جزو نمونه‌های نسبتاً مقاوم (با ویژگی فوق حساسیت)، نمونه‌های TN-72-1109، TN-72-939، TN-72-1122 و تیمار شاهد با داشتن بیشترین تعداد گره و فاکتور تولیدمثل جزو نمونه‌های حساس و نمونه‌های TN-72-950، TN-72-997، TN-72-955، TN-72-992، TN-72-918، TN-72-1088، TN-72-1019 و TN-72-1126 با داشتن صفات بیشترین تعداد گره و کمترین فاکتور تولیدمثل جزو نمونه‌های فوق حساس بودند (جدول ۲).

بر اساس منابع، مقاومت گوجه‌فرنگی به نماتدهای ریشه‌گرهی دارای منشاء ژنتیکی است و توسط یک ژن غالب تکی به نام Mi موجود بر روی کروموزوم شماره ۶ گوجه‌فرنگی کنترل می‌گردد (Gilbert & McGurive 1956). این ژن از یک نوع گوجه‌فرنگی وحشی (*Lycopersicon peruvianum*) به تعدادی از ارقام تجاری گوجه‌فرنگی منتقل گردیده و بر علیه گونه‌های *M. incognita*، *M. arenaria* و *M. javanica* موثر است

www.SID.ir

Archive of SID

(Fassuliotis 1966).

در این تحقیق، صرف نظر از وجود ژن مقاومت (Mi)، عکس‌العمل ۱۴ نمونه ژنتیکی انتخابی گوجه‌فرنگی محلی بر اساس درجه دهی کانتوسنز (۱۹۸۳) ارزیابی شده است. بر این اساس، حدود ۲۷ درصد نمونه‌های بررسی شده با داشتن شاخص‌های Rf >1 و GI> 2 نسبت به نماتد حساس بودند. ۵۳ درصد نمونه‌ها با داشتن صفات Rf ≤1 و GI> 2 جزو نمونه‌های فوق حساس در نظر گرفته شدند. در این نمونه‌ها، فاکتور تولیدمثل نماتد (Rf) کمتر از یک است ولی شاخص گال (GI) بیشتر از ۲ است. این گروه تعداد تخم زیاد و جمعیت نهایی بالایی داشتند. ۲۰ درصد نمونه‌ها نیز با داشتن صفات Rf ≤1 و GI> 2 جزو نمونه‌های نسبتا مقاوم با ویژگی فوق حساسیت تعیین شدند. بنابراین، در بین تیمارهای آزمایشی، میزان GI و Rf در نمونه‌های TN-72-938 ، TN-72-1041 و TN-72-1012 از کمترین تعداد برخوردار بوده و می‌توان از آن‌ها به عنوان نمونه‌های نسبتا مقاوم (با ویژگی فوق حساسیت) نام برد. این گروه در مقایسه با نمونه‌های فوق حساس، دارای ویژگی‌های مشترک در فاکتور تولیدمثل و شاخص گال هستند ولی در نمونه‌های نسبتا مقاوم، با وجود نفوذ نماتد به داخل ریشه، امکان کمتری برای تکثیر و افزایش جمعیت نماتد فراهم بود. ملاحظه می شود که صفات وابسته به جمعیت نماتد از جمله توده تخم و جمعیت نهایی در نمونه‌های نسبتا مقاوم در مقایسه با نمونه‌های فوق حساس به شدت کاهش یافته و این نشان داد که نمونه‌هایی که جزو گروه نسبتا مقاوم ولی فوق حساس هستند، اجازه ورود به نماتد را به داخل ریشه میدهند ولی به دلیل مقاومت، مانع تکثیر و ازدیاد جمعیت و در نتیجه کاهش جمعیت نهایی شدند (جدول۲). سه نمونه ژنتیکی شامل TN-72-1109 ، TN-72-939، TN-72-1122 با داشتن بیشترین تعداد گره و فاکتورتولید مثل که به عنوان نمونه‌های حساس معرفی شدند، با تیمار شاهد که در مقایسه با کل تیمارهای آزمایشی، بالاترین جمعیت نماتد را شامل می شد، از نظر واکنش به نماتد، در یک گروه قرار گرفتند و نقش بسزایی در افزایش جمعیت نماتد داشتند، لذا کاشت آنها توصیه نمی گردد.

لازم به ذکر است که درجه حرارت یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی موثر در پاسخ ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نماتدهای مولد گره ریشه است. دما بر روی مراحل تکاملی نماتد از جمله بقاء، پراکنش، تفریخ تخم، مهاجرت و نفوذ نماتد در خاک و ریشه تاثیر فراوانی دارد و مقاومت گوجه‌فرنگی به نماتد، در خاک با دمای بیش از ۲۸ درجه سانتیگراد کاهش یافته و یا شکسته می‌شود (Dropkin 1969). تنش حرارتی باعث تسهیل حمله نماتد به گیاه میزبان شده و در دمای بالا، ترکیبات فنلی مترشحه از گیاه مقاوم خنثی و بی اثر گردیده که در مورد ارقامی که مقاومت با ویژگی فوق حساسیت را دارند، دمای بالا این مقاومت را شکسته و آن‌ها را به گیاه حساس تبدیل می‌کند. همچنین از عوامل دیگری که می‌تواند مقاومت گیاه را در مقابل نماتد بشکند، آلودگی شدید و حضور جمعیت زیاد نماتد در بستر کاشت گیاه است. بر اساس منابع آستانه خسارت اقتصادی برای نماتد ریشه‌گرهی روی گوجه-فرنگی بین۰/۵ تا ۲۰ عدد تخم و لارو در گرم خاک است (Ferris 1978).

در این تحقیق شرایط کنترل شده از نظر فراهم سازی دمای مطلوب ۲۶-۲۴ درجه سانتی گراد و همچنین جمعیت سه عدد تخم و لارو در گرم خاک در گلخانه، برای جلوگیری از بروز شکستن مقاومت اعمال گردید. نمونه‌های TN-72-938 ، TN-72-1041 و TN-72-1012 به عنوان نمونه‌های نسبتا مقاوم با ویژگی فوق حساس

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- واکنش برخی نمونه‌های ژنتیکی گوجه‌فرنگی محلی نسبت به نماتد *Meloidogyne javanica* در شرایط گلخانه طی سالهای ۹۵-۱۳۹٤.

Table 2- Reaction of some Iranian local tomato accessions to *Meloidogyne javanica* in greenhouse conditions during 2016-17.

Treatment	Root weight	Gall/root	Gall index	Egg mass	Egg/root	*Pf*	*Rf*	Result		Reaction
TN-72-950	8 ced	19 cb	3	13 ced	4340 d	4372 d	0.72 d	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-997	5.6 fe	16 c	3	f 8	2594 e	e 2638	0.43 e	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-1109	7.4 ced	19 cb	3	16 cb	6597 b	6697 b	1.11 b	Rf>1	GI> 2	suseptible
TN-72-939	10.7 b	23 b	3	b 19	6100 b	6204 b	1.2 b	Rf>1	GI> 2	suseptible
TN-72-955	9.1 cbd	19 cb	3	fe 11	d 3955	3991 d	0.66 d	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-992	9.1 cbd	18 c	3	fed 12	d 4425	d 4473	0.74 d	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
Tn-72-938	8.1 ced	10 d	2	4 g	1515 fe	fe 1526	0.24 fe	Rf≤1	GI> 2	Resistant (Hyper Susceptible)
TN-72-1019	7.6 ced	20 cb	3	16 cbd	5881 cb	5963 cb	0.98 cb	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-1041	3.9 f	10 e	2	3 g	1101 f	1113 f	0.18 f	Rf≤1	GI> 2	Resistant (Hyper Susceptible)
TN-72-1122	9.6 cb	21 cb	3	b 17	6270 b	6322 b	1.04 b	Rf>1	GI> 2	suseptible
TN-72-918	7.7 ced	18 c	3	12 ced	d 4267	4291 d	0.71 d	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-1088	6.7 ed	18 cb	3	12 fed	4321 d	4350 d	0.71 d	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
TN-72-1012	7.6 ced	10 ed	2	3 g	941 f	f 957	0.15 f	Rf≤1	GI> 2	Resistant (Hyper Susceptible)
TN-72-1126	7.8 ced	20 cb	3	ced 13	4759 cd	cd 4791	0.79 cd	Rf≤1	GI> 2	Hyper Susceptible
control	17.7 a	a 55	4	43 a	15628 a	15812 a	2.65 a	Rf>1	GI> 2	suseptible

کلیه اعداد میانگین پنج تکرار است

Data are mean of five replicates.

تعداد جمعیت اولیه (pi) معادل ۶۰۰۰ تخم و لارو به ازای ۲ کیلوگرم خاک

Initial population was 6000 eggs and larvae per 2 kg of soil.

ستون‌های دارای حروف مشابه در مقابل میانگین ها، بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ است.

Means in columns followed by a similar letter are not significantly different at 5% level by DMRT.

شناسایی شدند که البته توصیه‌ی کشت نمونه‌های مذکور به عنوان نمونه‌های با مقاومت نسبی در برابر نماتد گره ریشه، تداوم انجام آزمایشات و ارزیابی خصوصیات زراعی آنها را در شرایط مزرعه می طلبد.

منابع

Anonymous, 2016. Agricultural statistics yearbook. Ministry of Jihad-E-Agriculture, Statistical and Information Technology Unit, Tehran, 403 pp.

Ahmadi A. R and Mortazavi Bac A. 2005. Reaction of some tomato cultivars to root nematode (*Meloidogyne javanica*) .Iranian Journal of Plant Pathology. 41: 403-414. (Farsi).

Akhiani A. 1981. Study on the root knot nematode. Annual report of plant pest and diseases research division of Esfahan agricultural research center. 110-120 p. . (Farsi).

Akhiani A and Mortazavi Bac A. 1992. Resistance sources of tomato varieties to root knot nematodes in Iran. Proceeding. 1 st. Vegetable Research Seminar, Karaj, Iran. P: 4. . (Farsi).

Anwar S.A. and Van Gundy S.D. 1993. Effect of *Meloidogyne incognita* on root and shoot growth parameters of susceptible and resistant varieties of tomato. Afro-Asian Journal of Nematology.3 : 152-160.

Canto Saenz M. 1983. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White 1919) Chitwood. 1949. Pp. 160 In Proceeding. Third Resolution & Planning. Conference on root- knot nematodes, *Meloidogyne* spp. March 22-26, 1982. Ed C.C. Carter. International *Meloidogyne* Project. Lima, Peru. P:160.

Coolen W.A and De Herde D.1972. A method for the quantitative extraction of nematodes from plant tissue. Merelbek, Belgium. Pp 77.

De Grisse A. 1969. Redescription ou modifications de quelques techniques utlisees dans L' etude Nematodes

www.SID.ir

Archive of SID

Phytoparasitaires. Meded, Rijksfaculteit der landbouwe_ tenschappen. Gent, 34: 351-369.
Dropkin V.1969. The necrotic reaction of tomato and other plants resistant to *Meloidogyne* reversed by temperature. Phytopathology 59: 1632-1637.
Fassuliotis G. 1979. Plant breeding for root knot nematode resistance. Pp 425-453, In F. I. Lamberti and C. E. Taylor (eds.) Root Knot nematodes (*Meloidogtne* species). Systemics, biology and control. Academic Press. New York USA.
Ferris H. 1978. Development of nematode damage functions and economic thresholds using *Meloidogyne incognita* on tomatoes and sweet potatoes. Journal of Nematology, 10: 286-287.
Gilbert J. C. and McGuire D. C. 1956. Inheritance of resistance to severe root knot from *Meloidogyne incognita* in commertial type tomatoes. Proceeding American Society of Horticultural Science. 68: 437-442.
Kaur S., Padmanabhan S. Y. and Kaur P. 1994. Screening of some F1 hybrids of tomato against root knot nematode, *Meloidogyne incognita*. Pest Management and Economic Zoology. 2: 95-96.
Khodaiei Arbat A., Taheri A. H., Pahlevani M. H and Niknam Gh. R. 2009. Evaluation of tomato cultivars resistance to root knot nematode (*Meloidogyne javanica* Chitwood, 1949). Journal of Plant Protection. Vol. 16(1): 45-55. (Farsi).
Lamberti F and Taylor C.E.1979. Root knot nematodes systematics, biology and control. Academic press. London. 477 p.
Mehdikhani E., Kheiri A., Eshtiaghi H and Okhovvat M. 2003. Three new records of *Meloidogyne* species for Iran. Iranian Journal of Plant Pathology. 39: 69-71.
Mekete T., Mandefro W. and Greco N. 2003. Relationship between initial population densities of *Meloidogyne javanica* and damage to pepper and tomato in Ethiopia. Nematologia Mediterranea. 31 : 169-171.
Moslehi Sh., Niknam Gh. R and Aharizad S. 2010. Study on the reaction of six tomato cultivars against root knot nematode *Meloidogyne javanica* under greenhouse conditions. 19th Iranian Plant Protection Congress.Tehran. Iran. P: 623. . (Farsi).
Oostenbrink M. 1966. Major characteristics of the relation between nematodes and plants. Med. Landbouwhogesch. Wageningen. 66: 4.
Taylor A. L. 1967. Introduction to research on plant nematology. An FAO guide to the study and control of plant-parasitic nematodes. Roma. Italy. 133 p.
Taylor A. L and Sasser J. N. 1978. Biology, identification and control of root knot nematodes *Meloidogyne* spp. Raleigh. North Carolina State University Graphics: 111 p.
Webster J. M. 1972. Economic nematology. Academic Press: 536 p.

www.SID.ir