

واکنش تعدادی از ارقام گوجه‌فرنگی به نماتود مولد گره ریشه

(*Meloidogyne javanica*)

Reaction of some tomato cultivars to root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*)

علیرضا احمدی* و احمد مرتضوی بک

مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان

پذیرش ۱۳۸۴/۴/۱۵

دریافت ۱۳۸۳/۳/۱۷

چکیده

نماتودهای مولد گره ریشه (*Meloidogyne spp.*) یکی از مهمترین نماتودهای انگل گوجه‌فرنگی در جهان و ایران می‌باشند و گونه *M. javanica* وسیعترین پراکندگی را در مزارع گوجه‌فرنگی استان‌های اصفهان، فارس، تهران و هرمزگان دارد. استفاده از ارقام مقاوم و یا متحمل مناسب‌ترین روش کنترل این نماتودها است. به این منظور عکس‌العمل ۲۰ رقم انتخابی گوجه‌فرنگی نسبت به گونه *M. javanica* در شرایط گلخانه و مزرعه در سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ بررسی گردید. در آزمایش گلخانه‌ای بیش از ۸۵ درصد ارقام نسبت به این گونه حساس بودند و نتایج تجزیه واریانس آن نیز در سطح یک درصد معنی‌دار بود. ارقام شماره ۱۳۶ با داشتن شاخص‌های $Rf=۲۸/۴$ و $GI=۲/۲۵$ با شماره ۱۰۹، $Rf=۴/۶۸$ و $GI=۲$ با شماره ۱۰۹، $Rf=۰/۹۷$ و $GI=۳/۲۵$ به‌عنوان رقم نسبتاً مقاوم (با ویژگی فوق حساسیت) در نظر گرفته شدند. در

* مسئول مکاتبه

آزمایش مزرعه‌ای بیش از ۹۰ درصد ارقام نسبت به *M. javanica* حساس بودند و تجزیه واریانس

داده‌ها نیز معنی‌دار نبود اما ارقام شماره ۱۳۶ و ۱۰۹ به ترتیب با شاخص‌های گال ۱/۹ و ۱/۶ به عنوان ارقام متحمل به نماتود در نظر گرفته شدند.

واژه‌های کلیدی: ارقام گوجه‌فرنگی، حساسیت، مقاومت، نماتود مولد گره ریشه

مقدمه

گوجه‌فرنگی (*Lycopersicon esculentum* Mill) یکی از سبزیجاتی است که به صورت مختلف تازه خوری، رب، سس و غیره مصرف می‌شود. براساس آمارنامه وزارت کشاورزی در سال زراعی ۸۰ - ۷۹، سطح کاشت گوجه‌فرنگی در کشور ۱۱۰۲۲۹ هکتار و عملکرد حدود ۲۷ تن در هکتار بوده است. نماتودهای مولد گره ریشه (*Meloidogyn* spp) یکی از مهمترین نماتودهای انگل گوجه‌فرنگی در جهان و ایران می‌باشند و تاکنون در ایران هفت گونه و پنج نژاد از آنها شناخته شده که گونه *M.javanica* وسیع‌ترین پراکندگی را در مزارع گوجه‌فرنگی دارد (اخیانی و همکاران ۱۹۸۴، مهدیخانی و همکاران ۲۰۰۳).

میزان خسارت این گونه با جمعیت اولیه ۲۰ عدد تخم و لارو در گرم خاک تحت شرایط نسبتاً کنترل شده طبیعی در میکروپلات بر روی گوجه‌فرنگی رقم Red Cloud VF در اصفهان ۳۷ درصد تعیین گردیده است (اطلاعات چاپ نشده اخیانی).

استفاده از ارقام مقاوم و متحمل مناسبترین روش کنترل و مقابله با این نماتودها است (Webster 1972) در همین راستا در کشورهای مختلف رقم‌های گوناگون گوجه‌فرنگی به کشاورزان معرفی شده است. از جمله در کانادا رقم‌های Small Early, Nematex, Gold Set بعنوان مقاوم به *M. incognita* در آمریکا رقم‌های VFN-8, Rossol, Patiro, Nemared, Anaha, Atkinson, Healani در ایتالیا رقم‌های VFN-77-177-1, Roma VFN مقاوم به گونه‌های *M. javanica*, *M. incognita* در Stumac Ronita, GS-27, VFN-77-92-2، در مصر رقم‌های VFN-8, Ronita, Small Early، در

هند رقم‌های CLL 303-BCI, Pusa-120 به عنوان رقم‌های مصون به‌گونه *M. javanica* و نژادهای یک تا چهار *M. incognita* و رقم Pelican مقاوم به نژادهای یک، دو، چهار و متحمل به نژاد سوم همین گونه شناخته شده و رقم‌های Bush-VFN و VFN-8 به‌کلیه نژادهای *M. incognita* و *M. javanica* مصون بوده‌اند (Khan & Khan 1991).

کاور و همکاران (Kaur et al 1994) عکس‌العمل ۲۵ دورگ نسل F1 گوجه‌فرنگی مقاوم به *M. incognita* را در منطقه Ludhiana هند بررسی کرده‌اند دو رگ‌های Castle Rock x 1797 و Rio Grande x Ronita دارای مقاومت بالا، Ronita x F24-C8 و Ec 119192 x KF15 مقاوم و دورگ‌های Ronita x Rio Grande و Punjab Chuhara x Ronita دارای مقاومت متوسط به *M. incognita* بودند.

اخیانی (1981) کار پیدا کردن رقم مقاوم و یا متحمل گوجه‌فرنگی نسبت به نماتود مولد گره ریشه (*M. javanica*) را با ۷۲ نوع بذر و از سال ۱۳۶۱ شروع نمود. در طی سال‌های ۶۵-۱۳۶۱ از این مجموعه ۱۹ لاین انتخاب شده و از آنها بذر تک بوته جمع‌آوری گردیده است. در ادامه ۹۱ توده گوجه‌فرنگی نیز بوسیله بانک ژن ارسال و بررسی شده است.

اخیانی و مرتضوی (1992) در فاصله سال‌های ۱۳۶۱ تا ۱۳۷۱ حدود ۵۳۷ توده و رقم گوجه‌فرنگی را به منظور مقاومت به *M. javanica* مطابق استانداردهای پروژه بین‌المللی نماتودهای مولد گره ریشه (IMP) مورد ارزیابی قرار دادند. از بین آنها ۹۸ درصد (از جمله تعدادی از ارقامی که قبلاً به عنوان مقاوم به این نماتود گزارش شده بودند) حساس بودند.

تنها از ۱۱ رقم که به آزمایش نهائی رسیده اند ۷ رقم به عنوان مقاوم و بقیه به عنوان متحمل شناخته شده‌اند ولی در هیچ گزارش یا مقاله‌ای نسبت به معرفی ارقام فوق اشاره نگردیده است. در تحقیق حاضر عکس‌العمل تکمیلی ۹ رقم گوجه‌فرنگی از ارقام انتخابی مرحوم مهندس اخیانی به‌مراه ۱۰ رقم گوجه‌فرنگی برتر از نظر خصوصیات کمی و کیفی نسبت به گونه *M. javanica* و در مقایسه با شاهد در دو آزمایش جداگانه بررسی گردید.

روش بررسی

ارزیابی عکس العمل ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نماتود در گلخانه

در سال ۱۳۸۰ با کاشت ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی در گلدان‌هایی با حجم خاک ۱/۵ لیتری و ترکیب خاک، ماسه و کود گاوی پاستوریزه به نسبت‌های حجمی ۱:۲:۱ عکس‌العمل آنها نسبت به گونه *M. javanica* با جمعیت خالص ۵۰۰۰ عدد تخم ولارو در گلدان بررسی گردید.

پس از نگهداری گلدان‌ها در گلخانه با دمای ۳۵-۱۵ درجه سانتیگراد به مدت ۷۰ روز، ریشه‌ها از خاک خارج شده و خصوصیات شاخص گال، جمعیت نماتود در ریشه و خاک، فاکتور تولید مثل و وضعیت رشد گیاه (وزن ساقه و ریشه) اندازه‌گیری گردید. آزمایش در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی شامل ۲۰ تیمار و ۴ تکرار بود و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون دانکن صورت گرفت.

کاشت بذور ارقام گوجه‌فرنگی در میکروپلات و تهیه نشاء

بذور هر رقم گوجه‌فرنگی به مقدار لازم در میکروپلات کاشته شد. پس از سبز و قوی شدن بوته‌های آماده نشاء به زمین آزمایشی منتقل گردیدند.

انتخاب مزرعه آلوده به نماتود

جهت اجرای آزمایش، مزرعه‌ای به مساحت ۲۰۰۰ مترمربع آلوده به گونه *M. javanica* با جمعیت ۳۰ عدد تخم ولارو در گرم خاک را در ویلاشهر نجف‌آباد انتخاب و پس از صاف کردن به چهار قطعه تقسیم گردید.

ارزیابی عکس‌العمل ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نماتود در زمین آلوده

در این مرحله نشاءهای گوجه‌فرنگی تکثیر شده به زمین آلوده به نماتود منتقل گردیدند. قبل از انتقال نشاءها نمونه‌برداری از عمق صفر تا ۳۰ سانتیمتری خاک به منظور تعیین جمعیت اولیه نماتود (Pi) صورت گرفت. پس از گذشت چهار ماه از شروع آزمایش، کلیه بوته‌ها (۳۰ بوته از هر تکرار) از خاک خارج شده و شاخص گال (Gi) براساس درجه دهی صفر تا پنج تایلر و ساسر (Taylor & Sasser 1978) به آنها داده شد. همچنین جمعیت نماتود در ریشه و خاک کرتها به تفکیک برای تعیین فاکتور تولید مثل نماتود (RF) محاسبه گردید (Oostenbrink 1966).

برای ارزیابی واکنشهای مقاومت، تحمل، فوق حساسیت و حساسیت گوجه‌فرنگی از روش کانتوسازن (۱۹۸۳) استفاده گردید در این روش ارقام متحمل دارای $RF > 1$ و $GI \leq 2$ ، ارقام مقاوم دارای $RF \leq 1$ و $GI \leq 2$ ، ارقام فوق‌حساس دارای $GI > 2$ و $R \leq 1$ و ارقام حساس دارای $GI > 2$ و $R > 1$ می‌باشند (Canto-Saenz 1983). آزمایش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۲۰ تیمار و چهار تکرار و مقایسه میانگین تیمارها براساس آزمون دانکن صورت گرفت. تجزیه واریانس داده‌ها با نرم‌افزار MSTATC صورت گرفت.

نتیجه

ارزیابی عکس‌العمل ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نماتود در شرایط گلخانه

در جدول شماره یک مقایسه میانگین‌های شاخص گال، جمعیت در ریشه و خاک، فاکتور تولیدمثل نماتود و وزن ریشه و ساقه ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی نسبت به نماتود و همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نیز ارائه گردیده است. مقایسه میانگین‌های شاخص گال ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی، وجود ۹ گروه متفاوت a,e,ab,de,abc,cde,abcd,bcde,abcde را نشان می‌دهد و دامنه تغییرات این شاخص بین ۲ (رقم شماره ۱۳۶) و ۵ (شاهد) است. در مورد ارقام Dornus X New gaeker، ۲۰، ۱۴، ۱۰۹ و ۱۷۸ شاخص گال به ترتیب ۲/۵، ۲/۷۵، ۲، ۲/۲۵ و ۲/۷۵ است. همانطوری که در جدول فوق نشان داده شد، در رقم شاهد شاخص گال، ۵ می‌باشد و در مورد ارقام Cormello T.M.V.F.N.S. X Tina، Delta X chef، Delta X chef و ۱۴۰ نیز این شاخص بالای ۴ می‌باشد که نشان از حساسیت آنها به نماتود می‌باشد (جدول ۱).

در مورد ویژگی جمعیت نماتود در ریشه و خاک، ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی نیز در ۶ سطح آماری a,b,c,d,e,de قرار گرفتند. رقم‌های شماره ۱۰۰ و Delta X chef به ترتیب دارای کمترین و بیشترین جمعیت تخم ولارو سن دو نماتود بودند. همچنین با بررسی این ویژگی مشخص گردید که رقم‌های Delta X chef و Cormello T.M.V.F.N.S. X Tina از تیمار شاهد نیز جمعیت نماتود

جدول ۱- مقایسه ویژگیهای شاخص گال، جمعیت نematode فاکتور تولیدمثل *M. javanica*، root and stem weight of tomato in glasshouse condition.
 Table 1. Means of gall index, nematode population, reproduction factor of *M. javanica*, root and stem weight of tomato in glasshouse condition.

تیمار	شاخص گال	جمعیت نماتد در گرم ریشه	فاکتور تولیدمثل	وزن ساق (گرم)	وزن ریشه (گرم)	واکنش
Ricraude X SP-100	3.75abcde	234920c	46.98abc	43.75de	20bc	Susceptible
Delta X chief	4.75ab	246875c	49.37abc	49cde	19.5bc	Susceptible
Delta X chief	4.25ab	552257a	107.95a	46.75cde	22.25bc	Susceptible
Cornello T.M.V.F.N.S.X Tina	4.5abc	537960ba	107.59a	60abcde	31ab	Susceptible
SP-100 X Castled (1-13)	3.5abcd	127430d	25.48c	63.5abcde	14.5c	Susceptible
Delta X chief	3.75abcde	123951d	24.79c	64.5abcde	25.25abc	Susceptible
Dormus X New gaeker	3.5abcde	24826e	4.96c	42.75de	20.5bc	Susceptible
Dormus X New gaeker	2.5de	11257e	2.32c	43.25de	12.75c	Susceptible
Dormus X New gaeker	3bcde	72743de	14.45c	40.5c	23.5bc	Susceptible
20	2.75cde	67144de	12.93c	54.25bcde	18.25bc	Susceptible
26	3.5abcde	123181d	14.23c	79.5ab	26.75abc	Susceptible
66	3.75abcde	124168d	24.83c	63.75abcde	23.5abc	Susceptible
100	3.25abcde	4861e	0.97c	58.25abcde	2.3bc	Hyper sensible
136	2e	23409e	4.08c	75.5ab	25.75abc	Tolerant
140	4.25abcd	441927b	88.38ab	69abc	25.25abc	Susceptible
170	3bcde	93056de	18.61c	77ab	26abc	Susceptible
109	2.25e	142014d	28.4bc	71abc	22.5bc	Tolerant
178	2.75cde	57625de	15.12c	67abcd	17.5bc	Susceptible
182	3.5abcde	265503c	53.1abc	83a	31.25ab	Susceptible
Control	5a	326389e	65.28abc	67.25abcd	29a	Susceptible

¹ Data are mean of four replicates: کلیه اعداد میانگین چهار تکرار است.

² Initial population was 5000 eggs&second stage juveniles. حروف بزرگ و کوچک و لاتین در جمعیت نماتد بیانگر عدم اختلاف معنی دار در سطح 5% است.

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

بیشتری را تولید می‌کنند.

مقایسه میانگین‌های فاکتور تولید مثل نامتود وجود ۵ سطح آماری a,b,c,ab,abc را نشان می‌دهد و رقم‌های شماره ۱۰۰، Dornus X New gaeker، ۱۳۶، Dornus X New gaeker و به ترتیب دارای RF ۰/۹۷، ۲/۳۲، ۴/۶۸ و ۴/۹۶ می‌باشند و همانطوری که ملاحظه می‌گردد رقم ۱۰۰ دارای RF < ۱ است. این شاخص در رقم‌های Delta X chef، Cormello T.M.V.F.N.S. X Tina و ۱۴۰ از تیمار شاهد نیز بیشتر بود که نشان دهنده حساسیت بسیار بالای آنها به نامتود می‌باشد.

مقایسه میانگین‌های وزن ریشه رقم‌های گوجه‌فرنگی ۶ گروه متفاوت را نشان می‌دهد و رقم‌های شماره شاهد، ۱۸۲ و ۲۶ به ترتیب دارای بیشترین وزن ریشه هستند.

مقایسه میانگین‌های وزن ساقه رقم‌های گوجه‌فرنگی ۸ گروه متفاوت را نشان می‌دهد و رقم‌های شماره ۱۸۲، ۲۶ و ۱۳۶ به ترتیب دارای بیشترین وزن ساقه هستند (جدول ۱).

ارزیابی عکس‌العمل ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نامتود در شرایط مزرعه (ویلاشهر نجف‌آباد)

در جدول ۲ اطلاعات مربوط به شاخص گال، جمعیت نامتود در ریشه و خاک و فاکتور تولید مثل ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی به تفکیک تیمار و تکرار ارائه گردیده است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که ارقام گوجه‌فرنگی از نظر خصوصیات ذکر شده دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر در سطح ۵ درصد نمی‌باشند. ولی با این وجود تیمارها با یکدیگر و با تیمار شاهد دارای تفاوت‌هایی می‌باشند. مقایسه میانگین‌های شاخص گال، جمعیت نامتود در ریشه و خاک و فاکتور تولیدمثل نامتود بر روی ریشه ۲۰ رقم گوجه‌فرنگی و همچنین گروه‌بندی میانگین‌ها براساس آزمون دانکن نیز ارائه گردیده است.

مقایسه میانگین‌های شاخص گال، ۹ گروه متفاوت را نشان می‌دهد و دامنه تغییرات آن ۱/۶ (رقم شماره ۱۰۹) و ۴/۲۵ (شاهد) است. رقم‌های شماره ۱۰۹ و ۱۳۶ بترتیب دارای کمترین درجه گال به میزان ۱/۶ و ۱/۹ در مقایسه با شاهد، ۴/۲۵ می‌باشند (جدول ۲).

مقایسه فاکتور تولید مثل نامتود در ریشه و خاک ۴ گروه متفاوت را نشان می‌دهد و رقم‌های شماره ۱۳۶ و ۲۶ دارای کمترین و تیمار شاهد دارای بیشترین میزان فاکتور تولید مثل نامتود

می‌باشند (جدول ۲).

واکنش ارقام شماره‌های ۱۰۰، ۱۳۶ و ۱۰۹ در شرایط گلخانه و مزرعه نشان می‌دهد که رقم شماره ۱۰۰ در گلخانه فوق‌حساس و در مزرعه حساس، رقم شماره ۱۳۶ در گلخانه و مزرعه متحمل و رقم شماره ۱۰۹ در گلخانه حساس و در مزرعه متحمل می‌باشند (جدول ۱ و ۲).

جدول ۲- مقایسه میانگین شاخص گال، جمعیت نماتود و فاکتور تولیدمثل *M. javanica* در شرایط مزرعه

Table 2. Means of gall index, nematode population and reproduction factor of *M. javanica* in field condition

تیمار	شاخص گال	جمعیت نماتود در گرم ریشه و خاک	فاکتور تولید مثل	واکنش
Treatment	Gall index	Nematode population per gr. of soil & root	Reproduction factor	Reaction
Ricraude X SP-100	3.85ab	4902cd	163c	Suseptible
Delt X Chef	3.9ab	8669bcd	289bc	Suseptible
Delta X Chef	3.45ab	7669bcd	256bc	Suseptible
Cormello T.M.V.F.N.S. XTina	4.02ab	15458bcd	515bc	Suseptible
SP-100 X Castlerd (1-13)	4.02ab	21745b	724b	Suseptible
Delt X Chef	4.1ab	8943bcd	248bc	Suseptible
Dornus X New gaeker	3.92ab	12941bcd	431bc	Suseptible
Dornus X New gaeker	3.47abc	16110bcd	537bc	Suseptible
Dornus X New gaeker	3.7ab	7651bcd	255bc	Suseptible
20	4.07ab	8775bcd	293bc	Suseptible
2	2.93bcd	2362cd	79c	Suseptible
66	4ab	8061bcd	326bc	Suseptible
100	4.02ab	9626bcd	321bc	Suseptible
136	1.9de	1588d	53c	Tolerant
140	4.25a	23703bc	378bc	Suseptible
170	2.42cde	5088bcd	169c	Suseptible
109	1.6e	3162cd	105c	Tolerant
178	3.52abc	6171bcd	206c	Suseptible

Table 2. (continued)

جدول ۲ (ادامه)

182	3bc	6703bcd	223c	Suseptible
Control	4.25a	38583a	1286a	Suseptible

۱- کلیه اعداد میانگین چهار تکرار است.

1- Data are mean of four replicates.

۲- جمعیت اولیه نماتود، ۳۰ عدد تخم و لارو سن ۲ در گرم خاک بود.

2- Initial population was 30 eggs & larvae per gr. Of soil.

۳- حروف مشابه در مقابل میانگین‌ها در ستون بیانگر عدم اختلاف معنی‌دار در سطح ۰.۰۵٪ بین آنها است.

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

بحث

مقاومت گوجه‌فرنگی به نماتودهای مولد گره ریشه یک منشاء ژنتیکی داشته و توسط یک ژن غالب تکی بنام Mi موجود بر روی کروموزوم شماره ۶ گوجه‌فرنگی کنترل می‌گردد (Gilbert & McGurive, 1956). این ژن از یک نوع گوجه‌فرنگی وحشی (*L. peruvianum*) به تعدادی از ارقام تجارتي گوجه‌فرنگی منتقل گردیده و بر علیه گونه‌های *M. arenaria* *M. incognita* و *M. javanica* موثر است (Fassuliotis 1979). از زمان کشف ژن در سال ۱۹۵۰ تاکنون تحقیقات در زمینه‌های مختلف آن صورت گرفته و هنوز نیز ادامه دارد (Zabel et al. 1993, Harada et al. 1996, Liharska 1998). در این تحقیق صرف‌نظر از وجود ژن Mi، عکس‌العمل ۱۹ رقم انتخابی گوجه‌فرنگی نسبت به *M. javanica* مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت ارزیابی گونه‌های گیاهی نسبت به نماتودهای مولد گره ریشه از ویژگی‌های متفاوتی مانند ظرفیت تولید مثل نماتود (Oostenbrink, 1966)، مقایسه ظرفیت تولیدمثل نماتود در گیاهان آزمایشی به ظرفیت تولیدمثل نماتود در رقم حساس همان گونه گیاهی (Taylor 1967)، شاخص توده تخم (Egg mass index) و یا شاخص گال (Gall index) (Taylor & Sasser 1978) و تلفیقی از ظرفیت تولیدمثل نماتود و خسارت به گیاه (Canto-Saenz 1983) استفاده نموده‌اند که رابطه اخیر در

آزمایش‌های واکنش ارقام نسبت به نامتود بیشتر به کار رفته است. براساس رابطه اخیر در آزمایش‌های گلخانه‌ای حدود ۸۵ درصد ارقام بررسی شده با داشتن شاخص‌های $GI > 2$ و $R > 1$ نسبت به نامتود حساس بودند. رقم شماره ۱۳۶ با $GI=2$ و $R=4/78$ بعنوان رقم متحمل و رقم شماره ۱۰۰ با $GI=3/25$ و $R=0/97$ بعنوان رقم فوق‌حساس در نظر گرفته می‌شوند. در رقم اخیر ظرفیت تولیدمثل نامتود (RF) کمتر از یک است ولی شاخص گال آن (GI) بیشتر از ۲ است که این مورد نشانگر این است که نامتود وارد سیستم ریشه گوجه‌فرنگی شده و شروع به خسارت از طریق ایجاد گال نموده ولی بدلیل مقاومت میزبان، قادر به تکثیر و افزایش جمعیت نشده است. در رقم شمار ۱۰۹ (یک نوع گوجه‌فرنگی وحشی) میزان GI و R نسبتاً پایین بوده که می‌توان از آن بعنوان رقم نسبتاً متحمل نام برد (جدول ۱). در آزمایش مزرعه‌ای، رقم‌های شماره ۱۳۶ و ۱۰۹ بترتیب با شاخص گال ۱/۹ و ۱/۶ بعنوان ارقام متحمل معرفی می‌گردند (جدول ۲).

همانطوری که از جداول ۱ و ۲ نتیجه گرفته می‌شود حدود ۹۰-۸۵ درصد ارقام گوجه‌فرنگی آزمایش شده نسبت به *M. javanica* حساس بودند در صورتیکه در آزمایش‌های شادروان اخیانی از آنها بعنوان ارقام متحمل و مقاوم نام برده شده که بنظر می‌رسد عوامل مختلفی در این زمینه مطرح باشند. درجه حرارت یکی از مهمترین عوامل محیطی موثر در پاسخ ارقام گوجه‌فرنگی نسبت به نامتودهای مولد گره ریشه است. دما بر روی بقاء، پراکنش، تفریح تخم، مهاجرت و نفوذ نامتود در خاک و ریشه، مراحل تکاملی و بیان علائم در گیاه تاثیر دارد (Dropkin 1969) براساس درجه حرارت، گونه‌های جنس *Meloidogyne* به دو گروه گرما دوست و سرما دوست تقسیم می‌شوند که گونه‌های *M. arenaria* و *M. incognita* جزء گونه‌های گرمادوست می‌باشند (VanGundy 1985). درجه حرارت در طی آزمایش گلخانه بین ۳۵-۱۵ و در مواردی تا حدود ۴۰ و در شرایط مزرعه تا حدود ۴۸ درجه سانتیگراد نیز رسیده است. حد تحمل دما برای ارقام گوجه‌فرنگی مقاوم به نامتودهای مولد گره ریشه ۲۸-۲۷ درجه سانتیگراد است (Araujo et al. 1982). مقاومت گوجه‌فرنگی به نامتود در خاک با دمای بیشتر از ۲۸ درجه سانتیگراد کاهش یافته و شکسته می‌شود (Dropkin 1969). با افزایش دما مقاومت در اثر سه عامل شکسته

می‌شود. افزایش دما برای گونه‌های گرما دوستی مانند *M. javanica* مناسبتر است بطوریکه برای رشد و تولیدمثل این گونه ۲۵-۳۰ درجه سانتیگراد گزارش شده است. تنش حرارتی ایجاد شده، گیاهان را به حمله توسط نماتودها حساستر می‌سازد (Canto-Saenz 1985) و در دمای بالا، ترکیبات شیمیایی مسئول ایجاد نکروز سلولی (پدیده فوق حساسیت) مانند ترکیبات فنلی یا تولید نمی‌شوند و یا ممکن است به محض تولید، خنثی و بی‌اثر شوند بطوریکه در مورد رقم Nematex که به نماتودهای مولد گره ریشه در دمای ۲۷ درجه سانتیگراد مقاوم است میزان تولید فنیل آلانین آمینولیز در ریشه‌های آن نسبت به *M. incognita* بالا بوده در صورتیکه در دمای ۳۲ درجه سانتیگراد که مقاومت شکسته می‌شود میزان تولید آن بسیار کاهش یافت (Brueske 1980). بنظر می‌رسد در رقم شماره ۱۰۰، علت شکسته شدن مقاومت و تبدیل از حالت فوق حساسیت در گلخانه به حساسیت در مزرعه عامل اخیر باشد. همچنین ممکن است مقاومت توسط جمعیت‌های طبیعی بیماریزای گونه‌های *M. arenaria*، *M. incognita* و *M. javanica* شکسته شود

(Castagnon - Sereno et al. 1994). اطلاق جمعیت B (B population) و یا نژاد B برای جمعیت گونه‌های *M. javanica*، *M. incognita* و *M. arenaria* که قادر به تولیدمثل روی گوجه‌فرنگی دارای ژن Mi بودند، بکار رفت (Riggs & Winstead 1959, Netsche 1977) همچنین نژاد ۳ برای یک جمعیت بیماریزای گونه *M. chitwoodi* روی یک نوع سیب‌زمینی وحشی (*Solanum bulbocastanum*) گزارش گردیده است (Mojtahedi & Santo 1994).

از موارد دیگر در کاهش مقاومت ارقام گوجه‌فرنگی به نماتودهای مولد گره ریشه می‌توان به تراکم جمعیت نماتود اشاره کرد همانطوریکه در منابع ذکر شده آستانه خسارت اقتصادی برای نماتودهای مولد گره ریشه روی گوجه‌فرنگی بین ۲-۰۰۵٪ عدد تخم و لارو در گرم خاک است (Barker et al. 1976, Ferris 1978). در آزمایشات مزرعه‌ای انجام شده با توجه به محدودیت در انتخاب زمین آلوده به نماتود، جمعیت اولیه نماتود ۳۰ عدد تخم و لارو در گرم خاک بود و این میزان جمعیت تقریباً ۳۰ برابر آستانه خسارت نماتود بوده و جمعیت بسیار زیاد و دمای مناسب منجر به تکثیر بسیار زیاد نماتود و احتمالاً شکسته شدن مقاومت در بعضی از ارقام شده است. در

مورد حساس بودن رقم شماره ۱۰۹ در شرایط گلخانه و متحمل بودن آن در شرایط مزرعه بنظر می‌رسد وحشی بودن رقم که امکان رشد و گسترش بسیار فراوان ریشه را در مزرعه فراهم ساخته در تغییر واکنش بی‌تاثیر نبوده است.

رقم شماره ۱۳۶ که در شرایط گلخانه و مزرعه بعنوان رقم متحمل به *M. javanica* شناخته شده را می‌توان در مناطقی از کشورمانند هرمزگان و جیرفت و کهنوج که مناطق عمده کشت گوجه فرنگی در پائیز و زمستان می‌باشند و دما در آنها به بالاتر از ۲۸ درجه سانتیگراد نمی‌رسد و همچنین گونه *M. javanica* برای آنها یک عامل محدودکننده کشت است (اخیانی و همکاران ۱۹۹۲) بعنوان یک رقم گوجه‌فرنگی متحمل به نماتود توصیه نمود.

سپاسگزاری

نگارندگان از زحمات آقایان مهندس پاشنام در اجرای آزمایش مزرعه، آقایان حاتمی و الماسی تکنسین های آزمایشگاه نماتود شناسی در مراحل مختلف تحقیق و آقای مهندس لطیفیان در تجزیه و تحلیل آماری قدردانی می‌نمایند.

منابع

جهت ملاحظه به صفحات (179-182) متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: علیرضا احمدی، موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری صندوق پستی ۱۶- ۶۱۳۵۵ اهواز واحد مرتضوی بک، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان. صندوق پستی ۱۹۹-۸۱۷۸۵