نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵، ص. ۵۵۲-۵۴۷

Journal of Plant Protection
Vol. 30, No. 4, Winter 2017, P. 547-552

بررسی تأثیر سه گونه گیاه دارویی خانواده نعناع بر بیماریزایی و خسارت نماتد ریشه‌گرهی *Meloidogyne javanica* در گوجه‌فرنگی

مریم فیاض[1*]- علی اکبر فدایی تهرانی[2]- عبدالرحمن محمدخانی[3]- محمودرضا تدین[4]

تاریخ دریافت:۱۳۹۳/۰۶/۰۹
تاریخ پذیرش:۱۳۹۵/۵/۱۱

چکیده

نماتدهای ریشه‌گرهی (*Meloidogyne* spp) از جمله عوامل بیماریزای بسیار مهمی هستند که خسارت زیادی به محصولات کشاورزی وارد می‌سازند. روش‌های متعددی (تناوب زراعی، ارقام مقاوم و ترکیبات شیمیایی) برای کنترل آنها به کار گرفته شده است. هزینه بالا و مشکلات زیست‌محیطی (ترکیبات شیمیایی)، توجه محققان را به استفاده از روش‌های غیرشیمیایی همچون استفاده از گیاهان و فرآورده‌های گیاهی برای مدیریت این نماتدها معطوف کرده است. جهت بررسی تأثیر حضور تعدادی از گیاهان خانواده نعناع روی نماتد ریشه‌گرهی، از سه گیاه دارویی آویشن باغی (*Thymus vulgaris*)، مرزه (*Saturea hortensis*) و زوفا (*Hyssopus officinalis*) استفاده شد. این آزمایش در گلخانه‌ای بصورت فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار با کشت تنها و مخلوط گوجه‌فرنگی با گیاهان دارویی زوفا، آویشن و مرزه، در حضور و بدون حضور نماتد انجام شد. ارزیابی نتایج سه ماه بعد از تلقیح نماتد و بر اساس شاخص‌های رشدی گوجه فرنگی و پارامترهای بیماری‌زایی نماتد صورت گرفت. تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل نشان‌دهنده اثر معنی‌دار حضور سه گیاه دارویی مذکور روی کاهش خسارت نماتد بود. مؤثرترین گیاه در کاهش خسارت و بیماری‌زایی نماتد مرزه بود و آویشن باغی، و زوفا در درجات بعدی قرار گرفتند. در مجموع بررسی‌های گلخانه‌ای گیاهان دارویی مورد آزمایش، اثرات کنترلی مطلوبی علیه نماتد ریشه‌گرهی از خود نشان دادند و می‌توان استفاده از آنها را در برنامه‌های مدیریت نماتد ریشه‌گرهی مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: آویشن باغی، زوفا، مرزه، نماتد ریشه‌گرهی

مقدمه

نماتدهای ریشه‌گرهی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین عوامل خسارت‌زای محصولات زراعی و باغی محسوب می‌شوند. گسترش جهانی، وسعت دامنه‌ی میزبانی و تعامل با سایر انگل‌های گیاهی، آنها را در رده‌ی مهم‌ترین بیمارگرهای گیاهی که تأمین منابع غذایی جهان را تهدید می‌کنند، قرار داده است (۷). نتیجه فعالیت نماتد مولد گره ریشه و عکس‌العمل گیاه میزبان باعث ایجاد گره یا غده‌هایی روی ریشه است. که موجب اختلال در سیستم جذب آب و مواد غذایی گیاه می‌شود (۱۶). روش‌های فیزیکی (شامل آفتاب‌دهی خاک و غرقاب کردن خاک)، روش‌های زراعی (شامل تناوب و حذف علف‌های هرز و از بین بردن ریشه‌های آلوده، کوددهی و تقویت خاک، تنظیم تاریخ کاشت و استفاده از ارقام مقاوم) و روش‌های کنترل شیمیایی (شامل ضدعفونی با سموم تدخینی، محلول پاشی روی گیاه) از روش‌های معمول مدیریت این گروه از نماتدها به شمار می‌روند (۳). علی‌رغم تنوع روش‌های مبارزه با نماتدهای ریشه‌گرهی، به دلیل وجود محدودیت‌های مختلف در هر یک از روش‌های مذکور، هیچ یک از آنها روش قاطع و مؤثری برای مبارزه محسوب نمی‌شوند (۱۰). بازنگری‌های بسیاری در روش‌های مبارزه با نماتدها به ویژه روش‌های شیمیایی صورت گرفته است، تا آن‌ها را برای کنترل کارآمدتر سازند (۶). هر چند مهم‌ترین روش کنترل این نماتدها استفاده از سموم نماتدکش می‌باشد، لیکن در سال‌های اخیر به دلیل بروز مشکلات و خطرات ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی، گرایش زیادی به مطالعه پتانسیل بالقوه مواد طبیعی در کنترل عوامل بیماری‌زای گیاهی ایجاد شده است که در این میان استفاده از ترکیبات موجود در گیاهان دارویی توجه زیادی به خود معطوف کرده است (14). گیاهان دارویی در طول تاریخ همیشه با انسان در ارتباط

۱ و ۲- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
(*- نویسنده مسئول: Email: fayaz1387@yahoo.com)
۳- دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
۴- دانشیار گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد
DOI: 10.22067/jpp.v30i4.36193

نزدیک بوده‌اند (۱۸). و به طور مستقیم و غیر مستقیم مورد استفاده قرار گرفته‌اند. امروزه داروهای گیاهی سهم بزرگی از فرآورده‌های دارویی تجارتی ساخته شده را به خود اختصاص داده‌اند (۱۱). و اثر نماتدکشی بسیاری از این گیاهان به اثبات رسیده است. استفاده از گیاهان و فرآورده‌های گیاهی یکی از روش‌های ایمن برای مهار نماتد ریشه‌گرهی می‌باشد. این روش ارزان و با کاربرد آسان، بدون خطرات آلودگی محیط زیست و با توانایی اصلاح خاک از لحاظ ساختاری و تغذیه‌ای می‌باشد (۱۷). گیاهان عالی، حاوی طیف وسیعی از متابولیت‌های ثانویه از جمله فنل‌ها، فلاونوئیدها، کینون‌ها، تانن‌ها، اسانس‌ها، آلکالوئیدها، ساپونین‌ها و استرول‌ها می‌باشند. این مواد به دلیل منشأ طبیعی‌شان قابل تجزیه‌زیستی بوده و بقایای سمی یا فراورده‌های جانبی برای آلوده کردن محیط زیست بر جا نمی‌گذارند (۱۹). بسیاری از متابولیت‌های موجود در گیاهان، در دفاع گیاه در مقابل آفات و امراض مؤثر می‌باشند. مطالعات زیادی روی خواص ضدمیکروبی گیاهان دارویی و معطر صورت گرفته است (۲). ترکیبات فعال از منشأ گیاهی در محیط پایداری کمتری دارند و روی پستانداران و ارگانیزم‌های غیر هدف اثر سوء ندارند و بنابراین امروزه از توجه ویژه‌ای برخوردارند (۲۰). با افزایش تولید و مصرف محصولات ارگانیک و مشاهده‌ی نتایج جالب و اغوا کننده‌ی داروهای گیاهی در علم پزشکی و سموم غیر شیمیایی (روغن‌های فرار، عصاره‌های گیاهی، متابولیت‌های ثانویه و غیره) در بخش کشاورزی و صنایع غذایی و نیز فشار سازمان‌ها و آژانس‌های ناظر بر حفظ کیفی غذا، محصولات کشاورزی و محیط‌زیست، موضوع جایگزینی سموم شیمیایی با نگاه و رویکرد جدید در مجامع علمی دنیا مطرح می‌باشد (۵). مطالعات صورت گرفته حاکی از آن است که عصاره اندام‌های هوایی، گل جعفری (*Tagetes* sp)، برگ‌ها، ریشه و دانه چریش (*Azadirachta indica* L) و برگ‌ها و دانه زیتون تلخ (*Melia azedarach* L.) از جمله گیاهانی هستند که فعالیت ضد نماتدی دارند. هم چنین اثرات ضدنماتدی اسانس گیاهان *Artemisia obsinthium*)، آویشن (*Thymus vulgaris*)، سیر (*Allium sativum*) و اکالیپتوس *Eucalyptus* به اثبات رسیده است (۱). آزمایشات نشان داده است بعضی از گیاهان دارویی از جمله: زیره، رازیانه، نعناع و سیر فعالیت ضدنماتدی دارند و در برابر آلودگی به نماتدهای ریشه‌گرهی مقاومت نشان می‌دهند (۱۲). همچنین خواص ضدنماتدی گیاه (*Ochradenus baccatus*) ثابت شده است. کاشت گیاه مذکور در کنار گوجه‌فرنگی و هم‌چنین استفاده از عصاره آبی آن، مانع از تولیدمثل و تکمیل چرخه زندگی نماتد (۱۳). نتایج آزمایش دیگری نشان می‌دهد که حضور گیاه کنف هندی *Crotalaria* sp موجب کنترل بهتر نماتدهای *M.incognnita* و *M. javanica* در خاک می‌شود (۲۲). بنابراین با توجه به تأثیر مطلوب گیاهان و فرآورده‌های گیاهی در مهار نماتدهای ریشه‌گرهی، در این پژوهش تأثیر حضور چند گیاه دارویی (آویشن باغی، زوفا و مرزه) بر بیماریزایی و خسارت نماتد، روی گوجه‌فرنگی مورد بررسی قرار داده شد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی تأثیر گیاهان خانواده نعناع روی خسارت نماتد در گیاه گوجه‌فرنگی، از سه گیاه (آویشن‌باغی، زوفا و مرزه) استفاده شد. آزمایش، در گلخانه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد انجام گرفت. جهت انجام آزمایش ابتدا به گلدان‌های سه کیلوگرمی، حاوی مخلوط خاک مزرعه و پرلایت، یک نشای چهار برگی گوجه‌فرنگی و دو بوته از گیاهان دارویی (بسته به تیمار) مذکور منتقل گردیدند. به منظور تهیه مایه تلقیح کافی برای انجام آزمایش ابتدا نمونه‌های گوجه فرنگی آلوده به نماتد ریشه‌گرهی از گلخانه‌های استان چهارمحال و بختیاری واصفهان جمع‌آوری شد. برای استخراج و جدا کردن تخم و لارو، ریشه‌های آلوده به قطعات یک تا دو سانتی‌متر خرد شده و مدت یک دقیقه در محلول هیپوکلریت سدیم ۱۰٪ در مخلوط‌کن، مخلوط گردید. سپس مخلوط جهت حذف هیپوکلریت سدیم در زیر جریان آب به روی الک ۴۰۰ مش منتقل و در نهایت تخم‌ها و لاروها در آب مقطر در بشر جمع‌آوری گردید (۷) که از آن‌ها برای انجام آزمایش استفاده شد. مایه‌زنی نماتد یک هفته، پس از استقرار نشاهای گوجه‌فرنگی در گلدان‌های تیمار صورت گرفت. گیاهان مذکور مدت سه ماه در شرایط گلخانه (دمای ۳±۲۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۵۰ تا ۶۰٪ و ۱۴ ساعت روشنایی) با آبیاری مناسب نگهداری شدند. آزمایش با دو فاکتور، نوع گیاه با چهار سطح (بدون گیاه دارویی، زوفا، آویشن و مرزه) و نماتد با دو سطح (بدون نماتد و مایه‌زنی با جمعیت ثابت ۲۵۰۰ لارو و تخم بر کیلوگرم) به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با چهار تکرار انجام شد. ارزیابی نتایج براساس شاخص‌های رشدی گوجه فرنگی (وزن خشک و تر ریشه، ساقه و برگ، طول ریشه، ارتفاع ساقه) و پارامترهای بیماری‌زایی نماتد (تعداد گال، تعداد توده تخم در یک گرم ریشه، تعداد تخم در هر توده تخم، جمعیت لارو سن دوم در۱۰۰ گرم خاک و فاکتور تولیدمثل) صورت گرفت. به منظور شمارش تعداد تخم در توده تخم، پس از تعیین تعداد گال و کیسه تخم در یک گرم ریشه، توده‌های تخم به کمک سوزن از گال‌های ریشه جدا و جهت حذف ماده ژلاتینی اطراف تخم‌ها به مدت ۳۰ ثانیه به ظروف شمارش حاوی محلول هیپوکلریت سدیم ۵٪ منتقل و زیر میکروسکوپ تشریح شمارش گردیدند. تعداد لارو نیز در ۱۰۰ گرم خاک گلدان شمارش و مورد مقایسه قرار گرفت. استخراج لارو سن دوم از خاک با استفاده از روش جنکینز، ۱۹۶۴ انجام شد (۹). پس از استخراج و شمارش لارو و تخم، فاکتور تولیدمثل (R) محاسبه شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها به کمک نرم‌افزار آماری SAS و مقایسه

میانگین با نرم‌افزار MSTATC و با آزمون LSD صورت گرفت.

نتایج و بحث

ارزیابی خسارت

الف- شاخص‌های رشدی گیاه

نتایج مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و نموی گیاه (شامل طول ساقه، طول ریشه، وزن تر و خشک ریشه و اندام‌هوایی) در جدول ۱ درج گردیده است.

طول ساقه و ریشه: نتایج حاصل از مقایسه میانگین (جدول ۱) نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار در تیمارهای مختلف بود. به عبارت دیگر حضور نماتد در تمام تیمارها باعث درجاتی از کاهش رشد نسبت به شاهد شد، به طوری‌که بیشترین رشد اندام‌های هوایی در تیمار گوجه‌فرنگی شاهد (غیرآلوده) و کمترین رشد در تیمار گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد مشاهده گردید. اختلال در تغذیه گیاه یکی از اثرات عمومی عوامل بیماری‌زا از جمله نماتدها می‌باشد. نماتدها علاوه بر مصرف مواد غذایی سنتز شده برای رشد گیاه، با ایجاد تغییرات نامطلوب در ریشه، باعث اختلال در جذب آب و مواد معدنی و انتقال آن به نقاط مصرف می‌شوند. یکی از اثرات اصلی نماتد روی ریشه تحریک ساختارهایی موسوم به سلول‌های غول‌آسا است که وظیفه آنها تغذیه نماتد است. بنابراین بخش قابل توجهی از مواد غذایی تولید شده توسط گیاه در اختیار نماتد قرار می‌گیرد و سیستم ریشه با کمبود مواد غذایی مواجه می‌شود که حاصل آن کاهش رشد طولی ریشه در تیمارهای آلوده به نماتد است (۲۱). نتیجه این اختلال کمبود مواد معدنی در بخش‌های ضروری برای گیاه یا تجمع نامطلوب در اطراف محل آلودگی می‌باشد (۸). کشت توأم گیاهان بسته به نوع گیاهان مورد استفاده می‌تواند منجر به اثرات تقویتی یا رقابتی هر یک روی دیگری شوند. بین میانگین طول ساقه و ریشه در تیمارهای غیرآلوده به نماتد تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد. به عبارت دیگر گیاهان مورد بررسی روی گوجه فرنگی اثرات رقابتی نداشتند. حتی در مواردی (همچون مرزه) به دلیل رشد محدودتر سیستم ریشه فضای بیشتری برای رشد ریشه گوجه‌فرنگی فراهم شده و نسبت به گوجه فرنگی تنها، افزایش رشد مشاهده گردید. با این‌حال وضعیت در تیمارهای آلوده به نماتد تا حدودی متفاوت بود. به نحوی که میانگین شاخص‌های مذکور در تیمار گوجه‌فرنگی و مرزه با گوجه فرنگی تنها تفاوت معنی‌دار نشان داد. به عبارت دیگر مرزه روی رشد ریشه گوجه فرنگی اثر مثبت داشته است.

جدول ۱- مقایسه میانگین شاخص‌های رشدی گوجه‌فرنگی در حضور سه گیاه دارویی تیره نعناع

Table 1- ANOVA of tomato Growth parameters in presence of three species of medicinal plants of the mint family

تیمار Treatments		طول ریشه Root length (cm)	طول ساقه Stem length (cm)	وزن تر ریشه Root fresh weight (gr)	خشک وزن اندام هوایی Shoot dry weight (gr)	وزن تر اندام هوایی Shoot Fresh weight (gr)	خشک وزن ریشه Root dry weight (gr)
غیر آلوده Untreated non inoculated	گوجه Tomato	29.5^{ab}	57^{a}	15^{d}	58^{ab}	362.5^{a}	3.1^{cd}
	گوجه+مرزه Tomato+Savory	33.75^{a}	51^{ab}	20^{c}	65^{a}	362.5^{a}	5.3^{ab}
	گوجه+زوفا Tomato+hyssop	23^{c}	45.5^{b}	12.75^{d}	50^{bc}	272.5^{b}	2.5^{d}
	گوجه+آویشن Tomato+thyme	26.25^{bc}	42.25^{b}	16^{d}	60^{a}	320.8^{a}	4^{bc}
آلوده به نماتد Treatment of infectednematodes	گوجه Tomato	24.25^{c}	32^{d}	28.5^{a}	42^{c}	180^{d}	6.5^{a}
	گوجه+مرزه Tomato+Savory	25.25^{bc}	42.25^{b}	22^{bc}	57.5^{ab}	271^{b}	4.6^{b}
	گوجه+زوفا Tomato+hyssop	21.75^{c}	34.25^{cd}	22.25^{ab}	44.5^{c}	238^{b}	5.3^{ab}
	گوجه+آویشن Tomato+thyme	22.25^{c}	42.25^{bc}	23.75^{b}	47.5^{c}	239.2^{b}	5.1^{ab}

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، با استفاده از آزمون LSD در سطح یک درصد تفاوت معنی‌داری ندارند

یکی از دلایل احتمالی این موضوع می‌تواند اثرات ضد نماتدی ترشحات ریشه مرزه و در نتیجه کاهش خسارت نماتد به ریشه گوجه‌فرنگی باشد. تفاوت سیستم رشد ریشه در گیاهان مورد بررسی نیز می‌توان از دلایل ظاهر نشدن چنین اثری در مورد دو گیاه دیگر باشد.

وزن تر ریشه و اندام هوایی: مقایسه میانگین وزن تر ریشه و اندام هوایی در جدول ۱ ذکر شده است. نتایج حاصل، مؤید افزایش وزن تر ریشه و کاهش وزن اندام‌هوایی در تیمارهای آلوده به نماتد بود. ترشحات غدد مری لاروهای سن دوم نماتد حاوی پروتئاز می‌باشد که باعث شکستن پروتئین‌های گیاه میزبان به اسیدهای آمینه می‌شود. تجمع اسیدهای آمینه مخصوصا تریپتوفان که پیش نیاز تولید ایندول استیک اسید است، موجب افزایش تولید اکسین و عدم تعادل هورمونی در محل تغذیه نماتد و ایجاد گال می‌گردد. تولید گال و افزایش ریشه‌های فرعی در واکنش به حمله‌ی نماتدهای ریشه‌گرهی منجر به افزایش وزن تر ریشه در تیمارهای آلوده به نماتد می‌گردد (۱۵). در میان تیمارهای آلوده به نماتد، کمترین میزان وزن تر ریشه در تیمار گوجه‌فرنگی و مرزه مشاهده شد که با وجود تعداد گال محدود و بسیار ریز روی ریشه، قابل توجیه بود. در حالی‌که بیشترین میزان وزن تر ریشه در تیمار گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد مشاهده شد. اثر غیر رقابتی حضور گیاه دارویی مرزه در کنار گوجه‌فرنگی، در تیمار غیرآلوده نیز مشاهده گردید به نحوی‌که وزن تر ریشه در تیمار مذکور بیشتر از گوجه‌فرنگی تنها بود. یکی از علایم بارز آلودگی گیاه به نماتد ریشه‌گرهی، کاهش تعداد برگ‌ها می‌باشد. کمترین میزان وزن تر اندام هوایی نیز در تیمار گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد مشاهده شد. که بخش عمده این کاهش ناشی از مصرف مواد غذایی توسط نماتد در ریشه و بخشی نیز ناشی از ریزش و یا کاهش تعداد برگ‌ها بوده است. در میان تیمارهای مورد بررسی، تیمار گوجه‌فرنگی و مرزه و گوجه‌فرنگی تنها، بیشترین وزن تر اندام هوایی را داشتند. و حضور گیاه مرزه در کنار گوجه‌فرنگی در سطح آلوده به نماتد، همچنان بیشترین وزن تر اندام هوایی را به خود اختصاص داده بود. دو گیاه آویشن‌باغی و زوفا در درجات بعدی قرار گرفتند.

وزن خشک ریشه و اندام هوایی: مقایسه میانگین وزن خشک ریشه و ساقه (جدول ۲) نیز نشان دهنده نتایج مشابه وزن تر اندام‌های مذکور بود.

ب- شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد نیز مؤید وجود اختلاف معنی‌دار در بسیاری از شاخص‌های مذکور در تیمارهای مختلف بود (جداول ۲ و ۳). این شاخص‌ها شامل تعداد گال ناشی از فعالیت نماتد، تعداد توده‌ی تخم، تعداد تخم، و تعداد لارو در خاک است.

جدول ۲- تجزیه واریانس تأثیر نماتد ریشه‌گرهی *M. javanica* و گیاهان تیره نعناع بر شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد

Table 2- ANOVA of the effect of nematode M.javania and three species of medicinal plants of the mint family on nematode pathogenicity

		میانگین مربعات Mean of square				
منابع تغییرات S.O.V	درجه آزادی DF	تعداد توده تخم NO. of egg mass root system	لارو ۱۰۰ گرم NO. of J_2/100g soil	تعداد تخم نماتد NO. of egg	تعداد گال NO. of galls	شاخص R R index
گیاه Plant	3	205.2**	10453.3**	22798.1**	486.5**	244.3*
نماتد Nematode	1	528.1**	29221.5**	71064.5**	1458**	237.4**
گیاه* نماتد Plant*Nematode	3	205.2**	10453.3**	22798.1**	486.5**	244.3*
خطا Error	24	0.7	5.1	30.3	0.8	1.2
ضریب تغییرات Coefficient variable		20.4	7.5	36.7	13	34.6

** اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۱ ٪

جدول ۳- مقایسه میانگین شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد در حضور سه گیاه دارویی تیره نعناع

Table 3- Comparison of average nematode parameters pathogenecityin the presence of three species of medicinal plants of the mint family

گیاه Plant	تعداد گال NO. of galls/1gr	لارو ۱۰۰ گرم NO. of J_2/100g soil	تعداد توده تخم NO. of egg mass root system/1gr	تعداد تخم نماتد NO. of egg/1gr	شاخص R R index
گوجه+آویشن Tomato+Thyme	4^{c}	23.5^{c}	2.25^{c}	27.5^{c}	0.29^{c}
گوجه+زوفا Tomato+Hyssop	12.75^{b}	34.5^{b}	7^{b}	100^{b}	2.6^{b}
گوجه+مرزه Tomato+Savory	1.5^{d}	15.5^{d}	0.5^{d}	6.75^{c}	0.07^{c}
گوجه Tomato	37.75^{a}	168.25^{a}	22.75^{a}	242.75^{a}	22^{a}

یکی از شاخص‌های اصلی بیماری‌زایی نماتد ریشه‌گرهی ایجاد گال روی ریشه است. میانگین تعداد گال در واحد وزن ریشه در تیمارهای مختلف این بررسی تفاوت معنی‌دار داشتند. به نحوی‌که بیشترین تعداد گال در تیمار گوجه‌فرنگی تنها (۳۷/۸ گال) و کمترین آن در تیمار گوجه‌فرنگی و مرزه (۱/۵ گال) مشاهده شد. به عبارت دیگر حضور گیاه مرزه، تشکیل گال توسط نماتد را به شدت کاهش داده بود. بعد از مرزه، آویشن و زوفا به ترتیب بیشترین ممانعت از تشکیل گال روی گوجه‌فرنگی را باعث شدند. این ممانعت می‌تواند ناشی از تأثیر مستقیم ترشحات ریشه روی لارو و تخم نماتد و یا بطور غیر مستقیم از طریق فراهم نمودن شرایط مناسب برای رشد گوجه‌فرنگی و دفاع در مقابله حمله نماتد باشد. بیشترین و کمترین شاخص R محاسبه شده، به ترتیب مربوط به گوجه‌فرنگی آلوده به نماتد و گوجه‌فرنگی و مرزه است. علت پایین بودن شاخص مذکور در تیمار گوجه‌فرنگی و مرزه را می‌توان دلیلی بر ممانعت از نفوذ نماتد به داخل ریشه عنوان کرد. داده‌های حاصل از اندازه‌گیری شاخص‌های بیماری‌زایی نماتد نشان می‌دهد که مرزه بیشترین تأثیر مثبت را بر کنترل نماتد ریشه‌گرهی داشته است. و به ترتیب تیمار گوجه‌فرنگی و آویشن‌باغی و گوجه‌فرنگی و زوفا در درجات بعدی قرار گرفتند. در مجموع گیاهان مورد بررسی در شرایط انجام این تحقیق، اثرات کنترلی مطلوبی علیه نماتد ریشه‌گرهی نشان دادند. و این گیاهان می‌توانند به عنوان عوامل طبیعی نماتدکش مورد توجه قرار گیرند.

منابع

1- Azhar R.M., and Seddiqu M. 2007. Nematicidal effect of some botanical against root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on tomato. International Journal of Plant Sciences 2 : 49-52.
2- Cowan M.M. 1999. Plant products as antimicrobial agents, Clinical Micribiology, 18:59-62.
3- Elahinia A. 2008. Plant Pathology and Identification of Fungi and other Pathogens in Plants, Gilan .
4- Fathi Z., Hasani A., and Ghusta Y. 2008. The impact of fungal diseases Essence control after cherry harvest in the morgue.p.341-345.Tente Conferenceo Research-Agriculture, Natural Resources of the University of West Kurdistan.
5- Hassanzadeh H. 2005. The use of natural material splant technology with special emphasis on the management of fire blight, Journal of Agricultural Science, 1: 67-53.
6- Heald C.M .1987. Classical nematode management practices.p.100-105. .Hayatt sville, In Veech, I.A., Dickson, D.W.(eds.) Vistas on Nematol Society of Nematologists.
7- Hussey R. S., and Jansen G.S. 2002. Root-knot nematodes: *Meloidogyne* species. Plant resistance to parasitic nematodes. CAB international.69-76.
8- James G.H., and Ellis B.C. 1978. Plant disease an advanced treaties. How plants suffer from disease, Acdemic press, 3:166-170.
9- Jenkins W.R. 1964. Arapid centrifugal-floatation technique for separating nematode from soil. Plant Disease Reporter, 48-692.
10- Linford M.B., and F Oliveira J.M.1938. Reduction of soil population of root- knot nematodes decomposition of organic matter, Soil Science, 45:127-140.
11- Majnoon Hosseini N., and Davazdah Emami S. 2008. Cultivation and Production of Some Medicinal and Spice Plants, Tehran.
12- Oka Y.N., S Putievsky E., Ravid U., Yaniv Z., and Speigel Y. 2000. Nematicidal actinity of essential oils and their components against the root-knot nematode, Phytophatology, 90:710-715.

13- Oka Y., Shuker S., Tkachi N., Trabelcy B., and Gerchman Y. 2014. Nematicidal activity of *Ochradenus baccatus* against the root-knot nematode *Meloidogyne javanica,* Plant Pathology, 63: 221–231.
14- Panjekeh N., Mehdikhani Moghaddam E., and Hatami A. 2010. Evaluation of the Effect of Powder of Several Medicinal Plants on Controlling Root-Knot Nematode "*Meloidogyne Javanica*" in Tomato. p. 558. Proceedings of 19th Congress on Plant Medicine of Iran. State Plant Medicine Research Institute. July 31- August 3.2010.
15- Perry R.N., Mones M., and Starr J.L. 2009. Root-knot namatodes. CABI, North American office.
16- Razaz Hashemi R., and Akbarinia A. 2008. Study on Reaction of Several Medicinal Plants against Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica*. P. 561. Proceedings of 18th Congress on Plant Medicine of Iran, 25-28 August, Hamedan University, Iran.
17- Sadeghi Z., Mahdikhani Moghadam E., and Azizi M. 2010. Study on Nematicidal Effect of a Number of Medicinal Plants from the family of Apiaceae on Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* under Laboratory Conditions, plant protection, 31: 62 -68.
18- Samsam shariat H. 2004. Selection of medicinal plants, Eafahan'Mani Pub.
19- Tripathi P. 2005. Botanical Pesticide in Management of Post Harvest Fruit Disease., Dehli. 33-34.
20- Trivedi P C. 2003. Plant Protection a biocontrol Approach, Avishkar; Publishers, Distributors, India.13-20.
21- Vovlas N., Mifsud D., Landa B., and Castillo P. 2005. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on potato, Plant Pathology, 54: 657-664.
22- Wang K. H. B. S., Sipes D. P., and Schmitt. 2002a. Suppression of *Rotylenchulus reniformis* by *Crotalaria juncea*, *Brassica napus*, and *Tagetes erecta*, Nematropica U.S.A, 31:237-251.