دانش بیماری‌شناسی گیاهی (شاپای ا:۶۲۹۰-۲۵۸۸، شاپای چ: ۹۲۷۰-۲۲۵۱)
سال هشتم، جلد ۱، پاییز و زمستان ۱۳۹۷
Plant Pathology Science (eISSN:2588-6290, pISSN:2251-9270)
Vol. 8(1), 2019

Root Knot Disease of Pomegranate

MARYAM HATAMABADI-FARAHANI
Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Organization (AREEO), Arak, Iran **(**Maryamhatami2002@yahoo.com**)**
Received: 07.05.2018 Accepted: 18.11.2018
Hatamabadi-Farahani M. 2019. Root knot disease of pomegranate. *Plant Pathology Science* 8(1):38-49. DOI:10.2982/PPS.8.1.38.
Abstract: Pomegranate is an important fruit crop which is attacked by several pests and pathogens. Diseases caused by nematodes are of economic importance. The root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) causing considerable yield losses in pomegranate. Root knot nematodes are sedentary endoparasite that are basically parasites of the roots, produces knots on root which cause weak root function in the absorption and transfer of water and nutrient. Above ground symptoms include dwarfing the plants, yellowing and reduction of foliage, falling leaves and yield losses. Under favorable temperature and moisture, eggs are hatching and second stage pathogenic juveniles are released. The management strategies are including sanitation, construction of nursery in healthy areas, annual plowing of garden, drip irrigation, soil solarization, organic amendment of soil and strengthen the trees.
Key words: Endoparasite, Management, *Meloidogyne*

بیماری غده ریشه انار

مریم حاتم آبادی فراهانی✉
بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مرکزی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اراک، ایران
دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۷ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۸/۲۷
حاتم آبادی فراهانی م. ۱۳۹۷. بیماری غده ریشه انار. *دانش بیماری‌شناسی گیاهی* ۸(۱): ۴۹-۳۸. DOI: 10.2982/PPS.8.1.38.
چکیده : انار در بین محصولات باغی، از جایگاه خاصی برخوردار بوده و مبارزه با بیماری‌های آن در راستای افزایش عملکرد این محصول ضروری است. نماتدهای غده ریشه (*Meloidogyne* spp.) از عوامل خسارتزا در باغهای انار می‌باشند . انار یکی از گیاهان حساس نسبت به گونه‌های مختلف این نماتدها است. نماتدهای غده ریشه انگل داخلی ساکن ریشه هستند که پس از ورود به بافت ریشه با ایجاد غده‌هایی روی ریشه باعث ضعف عملکرد ریشه در جذب و انتقال آب و مواد غذایی شده، در

✉ : Maryamhatami2002@yahoo.com

نتیجه در قسمت‌های هوایی درخت نشانه‌های توقف رشد، ضعف عمومی، زردی و ریزش برگ‌ها و خشک شدن تدریجی سرشاخه‌ها همراه با کاهش عملکرد دیده می‌شود. در شرایط مناسب رطوبت و حرارت تخم‌های نماتد تفریخ و لارو سن دوم از آنها خارج می‌شود. لاروهای سن دوم موجود در خاک مرحله بیمارگر این نماتدها می‌باشند. مدیریت این بیماری به روش رعایت اصول بهداشتی، مراقبت از باغ‌های سالم، احداث نهالستان در مناطق سالم، شخم سالیانه باغ، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، آفتاب‌دهی خاک، بالا بردن میزان مواد آلی خاک و تقویت درختان می‌باشد.

واژه های کلیدی: انگل داخلی، مدیریت، *Meloidogyne*

مقدمه

انار با نام علمی (*Punica granatum* L.) درخت یا درختچه‌ای بزرگ، پرشاخ و برگ با پاجوش‌های زیاد از شاخه پیدازادان، رده نهاندانگان، دولپه‌ای و متعلق به تیره *Punicaceae* است. درخت انار اصولاً یک میوه گرمسیری تا نیمه گرمسیری است و در نواحی ساحلی و مرطوب به صورت درخت همیشه سبز می‌باشد ولی در نواحی خشک با زمستان‌های سخت به صورت درخت خزان‌دار است. مناطق حاشیه کویر، با تابستان‌های گرم و خشک و آب و خاک نسبتاً شور، مناطق اصلی کشت و کار و تولید اقتصادی انار کشور را تشکیل می‌دهند. از جمله ویژگی‌های با ارزش این گیاه، انعطاف‌پذیری آن نسبت به انواع خاک‌ها و تحمل کم آبی و شوری آب و خاک می‌باشد (شاکری ۱۳۸۲).

درختان انار نیز مانند دیگر درختان میوه از حمله آفات و امراض در امان نبوده و هر ساله خسارت هنگفتی ناشی از آن‌ها به باغ‌های انار وارد می‌شود. یکی از این عوامل خسارتزا نماتدهای بیماریزای گیاهی هستند، موجودات باریک و کشیده کرمی شکل که در خاک اطراف ریشه گیاه زندگی می‌کنند و در بین آن‌ها نماتد غده ریشه بیشترین خسارت را می‌زند. نماتدهای غده ریشه(*Meloidogyne* spp.) از عوامل مهم بیمارگر خاکزی هستند که به دلیل دامنه میزبانی وسیع و بسته به میزان جمعیت و درجه حساسیت میزبان می‌توانند در اکثر مزارع و باغ‌ها ایجاد خسارت اقتصادی نمایند (Perry *et al*. 2009). کاهش عملکرد محصول انار ناشی از نماتد غده ریشه(*M. incognita*) ۱۷/۳ درصد گزارش شده است (Jain *et al*. 2010). این نماتد به عنوان مشکل جدی انار در بیشتر کشورهایی که در آن کشت می‌شود گزارش شده است (Rich *et al*. 2006).

۱- موقعیت آرایه بندی و شکل‌شناسی نماتدهای غده ریشه

نماتدهای غده ریشه از نظر آرایه‌بندی به شاخه نماتدها (*Nematoda*)، رده *Chromadorea*،

راسته *Rhabditida*، زیرراسته *Tylenchina*، فوق بالا تیره *Tylenchomorpha*، بالا تیره *Tylenchoidea*، تیره *Meloidogynidae*، زیرتیره *Meloidogyninae* و جنس *Meloidogyne* متعلق می‌باشند (Perry and Moens 2013).

اولین نماتد غده ریشه در سال ۱۸۵۵ میلادی توسط برکلی در انگلستان از روی ریشه خیار گلخانه‌ای گزارش شد (Jepson 1987) و در ایران اولین بار در سال ۱۳۳۵ توسط قوام‌الدین شریف از روی ریشه گوجه‌فرنگی در قصر شیرین گزارش گردید (مهدیخانی و فلاحتی رستگار ۱۳۷۶). انار یکی از گیاهان حساس نسبت به گونه‌های مختلف نماتدهای غده ریشه می‌باشد. در ایران گونه *M. javanica* و نژاد دوم گونه *M. incognita* را از باغهای انار استان اصفهان و *M. javanica* و نژادهای دوم و چهارم *M. incognita* و *M. hapla* را از باغهای انار استان فارس و گونه *M. arenaria* را از روی انار در گیلان گزارش شده است. دو گونه *M. javanica* و نژاد دوم گونه *M. incognita* در باغهای انار استان یزد انتشار داشته و متاسفانه در اکثر حالات آلودگی به هر دو گونه در یک محل دیده شده است (اخیانی و همکاران ۱۳۶۳). گونه *M. javanica* از خاک اطراف ریشه درختان انار در شهرستان‌های تهران و شمیرانات، ساوه و قم و *M. incognita* از شهرستان‌های ساوه و قم گزارش شده است (خیری و باروتی ۱۳۶۶). نماتدهای خسارتزای انار در استان یزد گونه‌های *M. javanica* و *M. incognita* معرفی گردیده است (کارگر بیده ۱۳۶۸). دو گونه *M. incognita* و *M. javanica* در باغ‌های انار شهرستان ساوه معرفی شده‌اند و گونه *M. incognita* به عنوان گونه غالب این منطقه می‌باشد (حاتم‌آبادی فراهانی ۱۳۹۴).

نماتدهای غده ریشه دارای دو شکلی جنسی نر و ماده می‌باشند. نماتد ماده کیسه‌ای تا کروی شکل به طول ۱/۳-۰/۴ میلی‌متر، اغلب فرورفته در بافت ریشه که به صورت متورم یا غده است. بدن نرم، سفیدرنگ، گردن از سمت جلویی توسعه یافته و منفذ ترشحی در جلوی حباب میانی مری، اغلب نزدیک پایه تیغه، منفذ تناسلی ماده و مخرج، انتهایی بوده که هم سطح با بدن و یا مقداری از سطح بدن بالاتر است. کوتیکول قسمت انتهایی، تشکیل یک حالت تفکیکی به نام اثر انگشت (Perineal pattern) می‌دهد که در اثر توقف انتهای دم به وجود می‌آید. فاسمیدها، خطوط جانبی، منفذ تناسلی و مخرج توسط شیارهای کوتیکولی احاطه می‌شوند. اثر انگشت اغلب یک ویژگی تفکیکی برای گونه‌ها می‌باشد. سلول‌های جنسی جفت و دارای تخمدان‌های گسترده و پیچیده که اکثر حفره بدن را احاطه می‌کند. شش غده تک سلولی مخرجی بزرگ در انتهای بدن وجود دارد که یک توده ژلاتینی تولید می‌کنند. این غده‌ها از طریق راست روده، ترشح شده و تشکیل یک کیسه تخم را می‌دهد (نصراصفهانی و احمدی ۱۳۸۸). در شرایط مطلوب چند صد تخم درون کیسه تخم تشکیل می‌شود

(Anwar and McKenry 2007). نماتدهای نر کرمی شکل، اندازه آنها بین ۰/۷ تا ۱/۹ میلی‌متر متغیر است. شبکه کوتیکولی سر ضعیف‌تر از گونه‌های *Heterodera* است. لاروهای آلوده کننده سن دو، اغلب به صورت آزاد در خاک بوده و طول آنها ۰/۵-۰/۲ میکرون است. لاروها شبکه کوتیکولی سر ضعیفی دارند. حباب میانی مری به خوبی توسعه یافته، غدد مری گسترده و چند برابر عرض بدن و از سمت شکمی با روده همپوشانی دارد. دم مخروطی شکل و اغلب به یک انتهای باریک گرد ختم می‌شود. ولی طول دم متغیر بوده و بین گونه‌های متفاوت ۷-۱/۵ برابر عرض بدن در ناحیه مخرج، انتهای دم دارای یک بخش شفاف و روشن است که اندازه آن به تفکیک گونه‌ها کمک می‌نماید (نصراصفهانی و احمدی ۱۳۸۸). برای این جنس نماتد، بیش از ۱۰۰ گونه در سراسر دنیا گزارش شده است (Hunt and Handoo 2009, Onkendi *et al*. 2014) ولی مهم‌ترین گونه‌های آن عبارتند از *M. javanica*، *M. incognita*، *M. arenaria* و *M. hapla* که این گونه‌ها گسترش جهانی داشته و عامل بیش از ۹۵ درصد آلودگی‌های حاصل از نماتدهای غده ریشه در زمین‌های کشاورزی را شامل می‌شوند (Cenis 1993, Hunt and Handoo 2009).

۲- زیست شناسی نماتدهای غده ریشه

نماتدهای غده ریشه بیمارگر اجباری، انگل داخلی ریشه، غیر مهاجر یا ساکن می‌باشند. در شرایط مناسب رطوبت و حرارت (بالای ۲۲ درجه سانتی‌گراد) تخم‌های نماتد تفریخ و لارو سن دوم از آنها خارج شده (لارو سن یک در داخل تخم به وجود می‌آید اما از تخم خارج نمی‌شود) و وارد خاک می‌گردد. این لاروها بسیار ریز و متحرک بوده و در خاک مرطوب به صورت زندگی آزاد و غیر انگلی با جریان آب در داخل خلل و فرج ذرات خاک به دنبال میزبان حرکت می‌کنند. در صورت عدم دسترسی به میزبان این لاروها می‌توانند به حالت کمون بدون تغذیه در شرایط نامناسب بیش از یک سال به صورت زنده در داخل خاک دوام بیاورند؛ بنابراین لاروهای سن دوم موجود در خاک مرحله بیمارگر این نماتد می‌باشند. انتشار این نماتد به وسیله ریشه‌ها، آب، انتقال خاک و نهال آلوده و ادوات کشاورزی صورت می‌گیرد. لاروهای سن دوم به محض برخورد با ریشه‌های فرعی گیاه میزبان به داخل آنها نفوذ نموده پس از تغذیه و پوست اندازی تحرک خود را از دست داده، در نزدیکی استوانه مرکزی مستقر و متورم شده و در داخل به حالت سر به طرف مرکز و دم به طرف خارج ریشه ساکن گشته زندگی انگلی خود را آغاز می‌نمایند. این لاروها پس از گذرانیدن دو سن لاروی دیگر یعنی لارو سن ۳ و ۴، بالغ می‌شوند. نماتدهای نر که از سن سوم قابل تشخیص هستند پس از بلوغ کرمی شکل و متحرک شده، آنگاه از ریشه خارج و جهت جفتگیری در داخل خاک اطراف ماده‌های چسبیده به

ریشه به فعالیت می‌پردازند. نماتدهای ماده پس از جفتگیری اقدام به تخم ریزی می‌نمایند. این نماتدها با استفاده از خاصیت تولیدمثل دختری (Parthenogenesis) بدون جفتگیری با نماتد نر، قادر به تخم‌ریزی و تولید نماتدهای نر و ماده بوده و بدین ترتیب ادامه نسل می‌دهند. تشکیل یک نسل کامل انگل در حرارت ۲۷ درجه سانتی‌گراد حدود ۲۵ تا ۲۸ روز طول می‌کشد. در مناطق گرمسیری ایران این نماتد بیش از سه نسل در سال دارد (باروتی و علوی ۱۳۸۱).

۳- نشانه‌های بیماری

نماتدهای غده ریشه انگل داخلی ساکن ریشه هستند که پس از ورود به بافت ریشه باعث ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی در گیاه میزبان شده و در نتیجه باعث توقف رشد، ضعف عمومی، زردی برگ‌ها، ریزش برگ‌های فوقانی، لخت و خشک شدن تدریجی سرشاخه‌ها و بالاخره غده‌ای شدن توأم با پوسیدگی عمومی ریشه شده و موجبات مرگ تدریجی درختان را فراهم می‌آورد (اخیانی ۱۳۶۶) (شکل ۱).

این نماتدها با نفوذ به داخل ریشه و با ترشحات آنزیمی مخصوص خود از جمله پروتئاز، متابولیسم میزبان را به نفع خود تغییر می‌دهند. گیاه میزبان نیز با عکس العمل خود و ایجاد خاصیت بزرگ شدن سلول‌ها (Hypertrophy) و ازدیاد سلولی (Hyperplasia) در بافت ریشه با سنتز اکسین و سایر مواد

شکل ۱. غده‌های روی ریشه و خشکیدگی سرشاخه‌ها در درختان انار آلوده به نماتد غده ریشه(اصلی)

Figure 1. Knotted root and dieback in the pomegranate tree infested with root knot nematode (original)

یا هورمون‌های رشدی به مقابله برخاسته و در نتیجه از حالت طبیعی خارج می‌گردند. اطراف نماتدهای مهاجم را سلول‌های زیادی احاطه می‌نمایند که منجر به تشکیل غده روی ریشه می‌شود. ریشه گیاه میزبان نمی‌تواند وظایف اصلی خود یعنی رشد طبیعی و تامین مواد غذایی از طریق جذب مواد از خاک را به خوبی انجام دهد (باروتی و علوی ۱۳۸۱).

بافت سبک تا نیمه سبک خاک‌های اکثر باغ‌های انار نیز از عوامل تشدید کننده خسارت این نماتد می‌باشد. با آن‌که بیشتر باغ‌های انار کشور به این نماتد آلوده می‌باشند، اما قدرت ریشه‌زنی زیاد درختان انار و هرس ریشه که طی فرآیند شخم یا بیل داری و چال کود کردن انجام می‌شود از شدت خسارت کاسته و موجب بازسازی سیستم ریشه می‌شود. به همین جهت باغداران چندان شکایتی از خسارت این نماتد ندارند. علیرغم این مطلب آثار فعالیت این نماتد بصورت خشکیدگی سرشاخه‌ها در باغ‌هایی که جمعیت نماتد زیاد و مدیریت باغ ضعیف بوده قابل رویت می‌باشد (شاکری ۱۳۸۲).

۴- مدیریت بیماری

مدیریت بیماری اساساً مبتنی بر پیشگیری است. اقدامهای زیر جهت جلوگیری از گسترش نماتدهای غده ریشه در مناطق آلوده پیشنهاد شده‌اند (Guerena 2006).

۴-۱- رعایت اصول بهداشتی : پیشگیری از انتقال نماتد به داخل نهالستان و باغ با جریان آب، حیوانات، بقایای آلوده گیاهی، ادوات کشاورزی، نهال، خاک آلوده جهت خاکدهی پای ریشه و غیره (Guerena 2006, Mulrooney 2004). جداسازی و ریشه‌کنی نقاط آلوده به نماتدها، باید حتما نواحی آلوده به نماتد و درختان بیماری که به شدت آلوده شده‌اند را ایزوله یا جداسازی و درختان بشدت آلوده را معدوم کرد چون نماتدها بسهولت از طریق آب آبیاری از درختان آلوده به درختان سالم انتقال می‌یابند. پرهیز از کشت نهال آلوده با بررسی ریشه‌های آن (Guerena 2006). کنترل مسیر آبیاری به طوری‌که جریان آب از زمین‌های آلوده عبور نکند (Mulrooney 2004).

۴-۲- احداث نهالستان در مناطق سالم : نهال‌ها باید در بستر عاری از تخم و لارو نماتد غده ریشه تولید شوند (Perry *et al*. 2009).

۴-۳- بالا بردن میزان مواد آلی خاک و تقویت درختان: افزودن مواد آلی نظیر کود حیوانات اهلی و بقایای گیاهی به خاک پس از برداشت، جمعیت نماتد و لارو سن دوم آن را کاهش می‌دهد و همچنین جمعیت نماتدهای آزادزی و گونه‌های نماتدخوار افزایش می‌یابد و در نهایت سبب رشد و نمو گیاه می‌شود (Whitehead 1997, Walker 2004). طی یک آزمایش، اضافه کردن کمپوست به خاک

مزرعه کشت سیب زمینی باعث کاهش معنی دار جمعیت نماتد *M. hapla* نسبت به مزرعه سیب زمینی بدون افزودن کمپوست شد (Kimpinski *et al*. 2003).

۴-۴- استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای : نماتدها در شرایط تنش آبی بیشتر خسارت می‌زنند لذا آبیاری کافی و افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌تواند به کاهش خسارت ناشی از نماتد کمک کند (Perry and Ploeg 2010). با توجه به این‌که جریان آب هم می‌تواند عامل انتقال نماتد در سطح باغ باشد، تغییر سیستم آبیاری از غرقابی به قطره‌ای علاوه بر صرفه‌جویی در مصرف آب باعث کاهش انتقال نماتد نیز خواهد شد. در آزمایش بررسی تاثیر آبیاری قطره ای و نماتدکش، آبیاری قطره ای به تن‌هایی جمعیت نماتدهای Xiphinema و Pratylenchus را در ریشه های نهال‌های هلو کاهش داد (Funt *et al*. 1982).

۴-۵- آفتاب دهی خاک : استفاده از پلاستیک‌های شفاف در سطح خاک مرطوب در طول تابستان موجب افزایش دمای خاک به میزان ۵۵-۵۲ درجه سانتی‌گراد می‌شود که اگر در حدود ۴ الی ۵ هفته به اجرا درآید، تاثیر خوبی در کاهش جمعیت این نماتدها دارد. در بعضی کشورها، این روش به همراه کود حیوانی تازه در کنترل نماتدها مورد استفاده قرار گرفته است (Chen 2004,Whitehead 1997) .

۴-۶- اجتناب از کشت درختان اناردر خاک های خیلی سبک و ماسه‌ای : بر خلاف آن‌چه که مرسوم است، خاک‌های بسیار سبک گزینه مناسبی برای احداث باغ انار نبوده به این دلیل که فعالیت این عامل بیماری در خاک‌های سبک و ماسه‌ای بیشتر بوده و باعث ایجاد خسارت‌هایی بر ریشه درختان می‌شود. خاک‌های سبک و شنی به دلیل داشتن فضاهای خالی بیشتر و هوادهی کارآمدتر نسبت به خاک‌های رسی و سهولت حرکت نماتد در منطقه ریشه، جمعیت های بیشتری از این عامل بیماری را در خود جای می دهند (Guerena 2006).

۴-۷- مبارزه با علف‌های هرز در باغ های جدیدالاحداث : بسیاری از علف‌های‌هرز میزبان نماتدهای غده ریشههستند و باعث افزایش جمعیت آن در باغ می‌شوند. از بین بردن میزبان‌های علف‌هرز گسترش بیماری را کاهش خواهد داد (Yepsen 1984).

۴-۸- شخم سالیانه باغ‌ها : شخم سالیانه باعث می‌شود ریشه‌های سطحی درختان هرس شده وتوسعه ریشه‌های عمیق‌تر آسان شود. شخم عمیق ۱۰ تا ۲۰ سانتی‌متری خاک در سه نوبت، هر دو هفته یک بار و دو ماه قبل از کاشت، جمعیت نماتد *M. javanica* را به میزان ۹۲-۷۸ درصد کاهش داده است (Whitehead 1997).

۴-۹- مبارزه شیمیایی : با توجه به خصوصیات ارزشمند درختان انار از جمله قدرت ریشه‌زنی زیاد و وجود ذخائر غنی ژنتیکی انار در کشور و همچنین امکان به کارگیری تدابیر زراعی، به نظر نمی‌رسد که آلوده ساختن باغهای انار به سموم شیمیایی ضرورت داشته باشد. علاوه بر هزینه‌های گزاف مبارزه شیمیایی با نماتدها از طریق تیمار خاک آلوده، از نظر اثرات سوء زیست محیطی هم مضرات فراوانی برای اکوسیستم طبیعی باغهای دارد. با این حال در بلوچستان پاکستان دو ترکیب ارگانیک قرص روغن خردل و کرچک و سم کربوفوران باعث کاهش جمعیت نماتدهای مرتبط با انار شدند اما روی عملکرد تاثیری نداشتند (Khan *et al*. 2011). در یک بررسی در چین سم Miral 3% (ایسازوفوس) گرانوله باعث کاهش جمعیت *M. incognita* در باغهای انار شد (Yunzhong 2007).

امروزه به دلیل زیان‌های ناشی از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی، توجه به استفاده از مواد گیاهی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار گردیده است. نتایج پژوهش‌های انجام شده با کاربرد روغن، عصاره و پودر مغز بذر و کنجاله چریش، عصاره و پودر بذر کامل زیتون تلخ، عصاره و پودر قسمت‌های هوایی بومادران می‌توان به نحو موثری با نماتد *M. incognita* عامل بیماری غده ریشه گوجه فرنگی مبارزه کرد (صلاحی اردکانی و حسینی نژاد ۱۳۹۰). بر اساس نتایج برگرفته از تحقیقات، گیاه گل جعفری (*Tagetes* spp.) به دلیل داشتن خاصیت توکسینی، توانایی بسیاری در مهار نماتدهای غده ریشهو کاهش جمعیت آنها دارا می‌باشد. کشت گل جعفری طی چندین فصل متوالی باعث کاهش جمعیت نماتد و افزایش حدود ۵۰٪ محصول گوجه فرنگی شده است (ابوترابی ۱۳۹۵).

۴-۱۰- استفاده از ارقام مقاوم یا متحمل نسبت به نماتد: هم اکنون بکارگیری ارقام مقاوم بر علیه نماتدها کاملا رایج شده است. تجارب علمی نشان داده است که هرچه روابط نماتد و میزبان پیچیده‌تر باشد، تهیه ارقام مقاوم آن آسانتر و هرچه روابط آنها ساده‌تر و میزبان‌ها تنوع بیشتری داشته باشند، تهیه ارقام مقاوم سخت‌تر است (آهون منش ۱۳۷۸). یکی از روش ای کنترل نماتد غده ریشهانتخاب رقم مقاوم به این نماتد می‌باشد. در یک بررسی بر روی ۱۴۳ رقم یا توده اهلی و ۲۳ رقم یا توده وحشی انار در رابطه با عکس العمل آنها نسبت به گونه *M. javanica* (گونه غالب این نماتد در کشور) در شرایط مزرعه، ۱۷ رقم اهلی و ۶ توده وحشی به عنوان انواع متحمل انار نسبت به این گونه شناخته شده‌اند(اخیانی و مجتهدی ۱۳۶۵). نتیجه آزمایشی روی ارقام مختلف انار نسبت به نماتد *M. incognita* نشان داده که ارقام پوست سیاه، ملس ترش، بریت پوست قرمز، پوست سفید شیرین، بی هسته شمال، بی هسته راور و نادری حساس، ارقام گلنار، بهابادی و آلک ترش متحمل می‌باشند و

ارقام آقا محمدعلی، ملس شیرین، شهسوار یزدی، سوسکی تفت و تابستانی مقاوم شناخته شدند (محمودی سرابی ۱۳۹۶).

در مجموع مدیریت صحیح باغ و هر عملی که در جهت تقویت درختان صورت بگیرد شامل کود دادن به موقع، آبیاری صحیح، شخم زدن و کاهش تنش‌ها می‌تواند باعث کاهش خسارت این بیماری گردد (Mulrooney 2004). در مورد باغ‌های جدید الاحداث آلودگی نهال‌های جوان انار به نماتدهای ریشه گرهی، از توسعه و نفوذ ریشه درخت به عمق مناسب جلوگیری و با افزایش تدریجی جمعیت بیماری در خاک، باعث مرگ گیاه می‌شود. ولی چنانچه در سال‌های اولیه استقرار شرایطی فراهم باشد تا درخت بتواند به قدر کافی ریشه‌های خود را در خاک گسترش دهد یا به تعبیری ریشه از ناحیه فعالیت نماتدها فرار کرده و به اعماق بیشتر از ۵۰ سانتی‌متر نفوذ کند و پس از آن نیز وضعیت نگهداری باغ در جهت تقویت درخت باشد گیاه می‌تواند فشار ناشی از نماتد را تحمل و به مرز تولید اقتصادی برسد. این دوره استقرار برای درختان انار ۷-۵ سال خواهد بود. درختان انار پس از استقرار، در صورت آلودگی قادر به تحمل خسارت نماتد بوده به شرط آن‌که شرایط رسیدگی باغ خوب باشد (شاکری ۱۳۸۲).

نتیجه‌گیری

انار یکی از گیاهان حساس نسبت به نماتدهای غده ریشه (*Meloidogyne* spp.)است. نماتدهای غده ریشه اساساً انگل داخلی ریشه هستند که سبب ایجاد غده‌هایی روی ریشه شده که موجب اختلال در عملکرد ریشه و جذب آب و مواد غذایی می‌شوند که در قسمت‌های هوایی درخت به صورت زردی، خشک شدن و ریزش برگ‌ها، ضعف گیاه و کاهش عملکرد نمایان می‌گردد. بهترین روش مبارزه با بیماری غده ریشه انار ممانعت از ورود آن به باغ‌های سالم از طریق رعایت اصول بهداشتی و کاشت ارقام مقاوم می‌باشد و در باغ‌های آلوده، بالا بردن میزان مواد آلی خاک و تقویت درختان، استفاده از سیستم آبیاری قطره‌ای، آفتابدهی خاک، شخم سالیانه باغ و مبارزه شیمیایی با استفاده از سموم شیمیایی یا گیاهی باعث کاهش عوارض ناشی از حمله نماتد می‌گردد. از آنجایی‌که نماتدها در شرایط تنش آبی و ضعف درخت بیشتر خسارت می‌زنند بنابراین مدیریت صحیح باغ و تقویت درختان در جهت کاهش خسارت این بیماری پیشنهاد می‌گردد.

منابع References

۱. آهون‌منش ع. ۱۳۷۸. اصول مبارزه با بیماری های گیاهی. دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۲۴ ص.

۲. ابوترابی ا. ۱۳۹۵. معرفی چهار گونه گل جعفری مهارکننده نماتدهای غده ریشه. *دانش بیماری شناسی گیاهی* ۶(۱): ۷۹-۶۸.

۳. اخیانی ا.، مجتهدی ح. و نادری ا. ۱۳۶۳. گونه ها و نژادهای فیزیولوژیک نماتدهای مولد غده ریشه در ایران. *بیماری‌های گیاهی* ۲۰: ۷۵-۷۰.

۴. اخیانی ا. و مجتهدی ح. ۱۳۶۵. برتری مقاومت انار نسبت به نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne javanica*). خلاصه مقالات هشتمین کنگره گیاهپزشکی ایران، دانشکده کشاورزی دانشگاه صنعتی اصفهان، ایران، ص ۱۳۵.

۵. اخیانی ا. ۱۳۶۶. آفات و بیماری‌های مهم انار در استان های یزد و اصفهان. معرفی مقالات اولین سمینار بررسی مسائل انار در ایران، جهاد دانشگاهی دانشکده های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج.

۶. باروتی ش. و علوی ا. ۱۳۸۱. نماتد شناسی گیاهی اصول و نماتدهای انگل و قرنطینه ایران. نشر علوم کشاورزی کاربرد، ۳۰۴ ص.

۷. حاتم آبادی فراهانی م.، قلندر م. و حسینی نژاد ع. ۱۳۹۷. بررسی پراکنش نماتدهای ریشه گرهی در باغات انار شهرستان ساوه. خلاصه مقالات بیست و سومین کنگره گیاهپزشکی ایران، گرگان. ص ۷۲۵.

۸. خیری ا. و باروتی ش. ۱۳۶۶. معرفی نماتدهای پارازیت گیاهی جمع آوری شده از خاک‌های اطراف ریشه درختان انار. معرفی مقالات اولین سمینار بررسی مسائل انار در ایران، جهاد دانشگاهی دانشکده های کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج، ص ۱۹.

۹. شاکری م. ۱۳۸۲. آفات و بیماری‌های انار. انتشارات تسبیح، ۱۲۶ ص.

۱. صلاحی اردکانی ع. و حسینی نژاد س.ع. ۱۳۹۰. کاربرد بومادران، زیتون تلخ و چریش در مبارزه با نماتد غده ریشه *Meloidogyne incognita*. *دانش بیماری شناسی گیاهی* ۱(۱): ۲۶-۱۴.

۱۰.کارگر بیده ا. ۱۳۶۸. بررسی فون نماتدهای زیان آور درختان میوه (انار، پسته و بادام) در استان یزد. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۴۰ ص.

۱۱.محمودی سرابی م. ۱۳۹۶. واکنش ارقام مختلف انار نسبت به نماتد ریشه گرهی. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد، ۷۵ ص.

۱۲.مهدیخانی ع. و فلاحتی رستگار م. ۱۳۷۶. مقدمه ای بر نماتد شناسی گیاهی. انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۳۵ ص.

۱۳.نصراصفهانی م. و احمدی ع. ۱۳۸۸. اصول و مبانی نماتدشناسی گیاهی. انتشارات آوای مسیح، ۳۳۶ ص.

14. Anwar S. A. and McKenry M. V. 2007. Variability in reproduction of four populations of *Meloidogyne incognita* on six cultivars of cotton. *Journal of Nematology* 39:105–110.
15. Cenis J. L. 1993. Identification of four major *Meloidogyne* spp. by random amplified polymorphic DNA (RAPD-PCR). *Phytopathology* 83:76.
16. Chen Z. X., Chen S. Y. and Dikson D. W. 2004. Plant nematology biology, morphology (vol.1) and nematode management and utilization (Vol.2). CABI Publishing, 2000p.
17. Funt R. C., Krusberg L. R., Ross D. S. and Goulart B. L. 1982. Effect of post-plant nematicides and trickle irrigation on newly planted peach trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 107:891-895.
18. Guerena M. 2006. Nematodes: alternative controls. http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/nematode.pdf. Accessed 15 April 2008.
19. Hunt D. J. and Hundoo Z. A. 2009. Taxonomy, identification and principal species. Pp:55-97. *In*: R. N. Perry, M. Moens and J. L. Starr. Root-knot nematodes (ed.). CABI, Wallingford, UK.
20. Jain R. K., Mathur K. N. and Singh R. V. 2010. Estimation of losses due to plant parasitic nematodes on different crops in India. *Indian Journal of Nematology* 37:219-221.
21. Jepson S. B. 1987. Identification of root-knot nematodes *Meloidogyne species*. CABI Publishing, 265p.
22. Khan A., Shaukat S. S. and Sayed M. 2011. Management of plant nematodes associated with pomegranate using oil-cakes in Balochistan, Pakistan. Indian Journal of Nematology 41:1-3.
23. Kimpinski J., Gallant C. F., Henry R., Macleod J. A., Sanderson J. B. and Sturz. A. V. 2003. Effect of compost and manure soil amendments on nematodes and on yields of potato and barley. *Journal of Nematology* 35:289-293.
24. Mulrooney R. P. 2004. Nematode control suggestions for vegetables. University of Delaware, College of Agriculture & Natural Resources.
25. Onkendi E. M., Kariuki G. M., Marais M. and Moleleki L. N. 2014. The threat of root -knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) in Africa: a review. *Plant Pathology* 63:727-737.
26. Perry R. N. and Moens M. 2013. Plant nematology 2nd edition. CABI, Wallingford, UK.
27. Perry R. N., Moens M. and Starr J. L. 2009. Root-knot nematodes (ed.). CABI, Wallingford, UK.
28. Perry E. J. and Ploeg A. T. 2010. How to Manage Pests: Pests in Gardens and Landscapes (Nematodes). Statewide IPM program, Agriculture and Natural Resources, University of California. 5p.

29. Rich J. R., Andersen P. C. and Dunn R. A. 2006. Nematodes of backyard deciduous fruit crops in Florida. EDIS Electronic Data Information Source of UF/IFAS Extension, ENY-055.
30. Walker G. E. 2004. Effects of *Meloidogyne javanica* and organic amendments, inorganic fertilisers and nematicides on carrot growth and nematode abundance. *Nematologia Mediterranea* 32:181-188.
31. Whitehead A. G. 1997. Plant nematode control. Rhone-poulenc publishing, 380p.
32. Yepsen R. B. Jr. (ed.) 1984. The encyclopedia of natural insect & disease control. Rodale Press, Emmaus, PA. 267–271.
33. Yunzhong L. 2007. Experiment on prevention and control of pomegranate root-knot nematodes disease. *Journal of South China Fruits* 36:80-94.