

مروری بر آلودگی نماتد مولد گره ریشه در باغ‌های پسته‌ی رفسنجان

زینب خاتمی‌دوست^۱، سالار جمالی^{۲*}، حسین فریور مهین^۳ و محمد مرادی^۴

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۲- استادیار بیماری‌شناسی گیاهی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان.

۳- مربی پژوهش، مؤسسه تحقیقات پسته‌ی کشور.

۴- استادیار پژوهش، بخش گیاهپزشکی، مؤسسه تحقیقات پسته‌ی کشور.

*مسئول مکاتبه E-mail: jamali@guilan.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۳/۷/۱۲ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۶

چکیده

به منظور بررسی وضعیت آلودگی باغ‌های پسته (*Pistacia vera* L.) به نماتد مولد گره ریشه (*M. incognita*)، نمونه‌های خاک و ریشه‌ی درختان و علف‌های هرز از مناطق پسته‌کاری شهرستان رفسنجان طی ماه‌های مختلف در سال‌های ۹۲-۱۳۹۱ جمع‌آوری شد. با استفاده از خصوصیات ریخت‌شناسی ماده‌های بالغ و لاروهای سن دوم نماتد، گونه‌ی غالب *M. incognita* تشخیص داده شد. بررسی پویایی جمعیت لارو سن دوم نماتد در خاک نشان داد که کمترین دامنه‌ی جمعیتی به ترتیب در ماه‌های خرداد، مهر، آبان و اسفند با تعداد پنج تا هفت و حداکثر آن با تعداد ۵۰ تا ۲۱۰ نماتد در ۱۰۰ گرم خاک در مرداد ماه متغیر بود. بالاترین تراکم جمعیت با تعداد ۹۸ گال و ۵۳ نماتد ماده در هر گرم ریشه در ماه مرداد مشاهده شد. جمعیت نماتد گره ریشه از پنج تا ۳۰۰ لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک به ترتیب در ماه‌های خرداد و مرداد متغیر بود. ۱۸ گونه گیاهی به عنوان میزبان گونه‌ی *M. incognita* به ثبت رسیدند در حالی که گونه‌ی *M. javanica* تنها روی پنج گونه گیاهی مشاهده شد. نتایج این تحقیق می‌تواند در تعیین زمان مبارزه با نماتد ریشه‌گرهی و مدیریت علف‌های هرز در باغ‌های پسته مفید واقع گردد.

واژه‌های کلیدی: پسته، زیست‌شناسی، *Meloidogyne incognita*

مقدمه^۱

حداقل ۳۰ بیماری مهم از درختان پسته در جهان گزارش گردیده است که پوسیدگی طوقه و ریشه ناشی از گونه‌های *Phytophthora* spp. پژمردگی ورتیسیلیومی (*Verticillium dahliae*) و نماتد مولد گره (*M. incognita*) از مهم‌ترین آنها محسوب می‌شوند (اگاوا و اینگلیش ۱۹۹۱). آلودگی به نماتد مولد گره ریشه (*Meloidogyne javanica*) باعث تجمع عناصر غذایی مثل پتاسیم و روی در ریشه و کاهش این عناصر غذایی در شاخه و برگ می‌شود و این اثر در مورد پتاسیم به خوبی قابل مشاهده است به نحوی که گیاه علائم کمبود و سوختگی حاشیه‌ی برگ‌ها را نشان می‌دهد. نیتروژن، فسفر، منیزیم و آهن در شاخه، برگ و ریشه‌ی درختان پسته چندان تحت تأثیر

پسته (*Pistacia vera*) میوه‌ای خشکباری است که در اقتصاد ایران جایگاه ویژه‌ای دارد. ایران با تولید حدود ۲۶۰ هزار تن پسته در سال ۲۰۱۵، یکی از مهمترین تولیدکنندگان پسته در دنیا می‌باشد. براساس گزارش سازمان خواروبار و کشاورزی جهانی^۱، سطح زیر کشت این محصول در ایران بیش از ۳۳۵۲۹۴/۳ هکتار گزارش گردیده است (آمارنامه کشاورزی محصولات باغی، ۱۳۹۴).

¹Food and Agricultural Organization of the United Nations

گونه‌های غالب در باغ‌های پسته معرفی شده است (حسینی‌پور ۱۳۷۰). بررسی وضعیت آلودگی در نواحی مختلف پسته‌کاری رفسنجان حکایت از خسارت قابل توجه نماتد در باغات و نهالستان‌های جوان پسته دارد (حقلد ۱۳۸۴). البته میزان دقیق این خسارت برآورد نشده است. در بررسی فون نماتدهای انگل درختان پسته منطقه‌ی سیرجان نیز نماتد مولد گره با حضور ۴۰ درصدی خود نسبت به سایر نماتدها (*Geocenamus* با ۳۳، *Pratylenchus* با ۳۱ و *Longidorus* با ۲۰ درصد) از فراوانی بالایی برخوردار بوده است (نشاط و همکاران ۲۰۱۱).

تحقیقات انجام شده نشان داده است که عوامل مختلفی از جمله دما، رطوبت نسبی خاک، نور، تهویه‌ی خاک، میزبان و شرایط تغذیه‌ای در نوسان فصلی جمعیت نماتدها مؤثر می‌باشد (کیکورویوس ۱۹۶۰). تغییرات جمعیت نماتد در فصول مختلف سال، بیشتر در ارتباط با محصولات زراعی مورد بررسی قرار گرفته است (فریس و برنارد ۱۹۶۱؛ بارکر و اولتف ۱۹۷۶). دمای هوا و خاک در تکمیل چرخه‌ی زندگی نماتد مولد گره تأثیر گذار بوده است (دی گویران و ریته ۱۹۷۹). طی مطالعات انجام شده روی خرما مشخص شد که همبستگی منفی بین دما و تراکم جمعیت نماتدهای بیمارگر گیاهی در خاک وجود دارد (عیسی و همکاران ۲۰۰۹). گیاهان میزبان می‌توانند به عنوان منبع تشدید آلودگی عمل کرده و سبب افزایش جمعیت نماتد در فصول بعد شوند. این نکته در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری به دلیل در اختیار قرار گرفتن طولانی مدت دمای لازم برای تکمیل سیکل زندگی بیمارگر، از اهمیت خاصی برخوردار است. همچنین شرایط محیطی مطلوب برای توسعه و تکثیر نماتد فراهم است. علاوه بر آن، شدت آسیب ناشی از *Meloidogyne* می‌تواند بسته به گونه‌ی نماتد، میزبان، تناوب زراعی، فصل و نوع خاک متفاوت باشد (دی واله و السن ۲۰۰۷).

کسب اطلاعات کافی از زیست‌شناسی، نوسانات جمعیتی و دامنه‌ی میزبانی نماتد در مراحل مختلف رشد محصول می‌تواند در اتخاذ تصمیمات مدیریتی و استفاده

آلودگی قرار نگرفته ولی میزان کلسیم در اندام‌های درختان آلوده در مقایسه با درختان سالم کاهش نشان داده است (فاضلی سلمانی و همکاران ۲۰۱۲).

علائم ناشی از خسارت نماتد روی قسمت‌های هوایی ممکن است با علائم استرس‌های زنده و غیر زنده اشتباه گرفته شود. عموماً در باغ علائم به صورت لکه‌ای و به صورت کاهش رشد و کوتاه ماندن گیاه، کاهش پوشش برگ‌ی و سطح برگ، زردی و ریزش میوه‌ها، خزان زودرس، پژمردگی در ساعات گرم روز، سوختگی حاشیه برگ‌ها، پیری زودرس و کاهش تولید محصول نمایان می‌شود (شکل ۱- الف). علائم مشخصه‌ی بیماری درخاک، تولید گال و تغییر شکل ریشه می‌باشد (شکل ۱- ب) و ممکن است بر اساس گونه‌ی نماتد و گیاه میزبان تغییر یابد. این تغییرات شامل گستردگی و نوع گال‌زایی و در موارد خاص، جلوگیری از توسعه‌ی ریشه‌های ثانویه و ریشه‌های جانبی در اطراف محل آلودگی می‌باشد (پری و همکاران ۲۰۱۰).

با توجه به پراکنش گسترده‌ی این نماتد در باغ‌های پسته و خسارت شدید آن در خاک‌های شنی و همچنین فعالیت روی سایر میزبانان (لوکاس ۱۹۷۵؛ تیلور و ساسر ۱۹۷۸)، بخشی از کاهش عملکرد به این عامل نسبت داده می‌شود. به نحوی که شاخص‌های رشدی گیاه خصوصاً میزان عملکرد در ارقام حساس بادامی و اوحدی به طور معنی‌داری کاهش می‌یابد (فاضلی سلمانی و همکاران ۱۳۹۱). بررسی حساسیت نسبی پایه‌های اهلی و وحشی پسته نسبت به نماتد ریشه‌گرهی نشان داد که رقم بادامی ریز زرد حساس‌ترین رقم می‌باشد (مدنی ۱۳۷۴). نماتد مولد غده برای اولین بار در سال ۱۳۴۵ از باغ‌های پسته‌ی رفسنجان گزارش گردید (فریور مهین ۱۳۶۵). میزان آلودگی درختان پسته منطقه کرمان به *Meloidogyne javanica* و نژادهای اول و دوم گونه‌ی *Meloidogyne incognita* ۱۵-۱۰ درصد بوده است (اخیانی و همکاران ۱۳۶۳). در بررسی فون نماتدهای انگل پسته‌ی رفسنجان، دو گونه‌ی *M. javanica* و *M. incognita* با توجه به فراوانی آن‌ها در نمونه‌های جمع‌آوری شده، به عنوان

گردید از تمامی گیاهان باغی و زراعی داخل و اطراف باغ-های پسته نمونه‌برداری صورت پذیرد.

تراکم جمعیت لارو سن دوم در خاک و نماتد ماده در ریشه

برای تعیین جمعیت لارو سن دوم نماتد ریشه گرهی در خاک، نمونه‌های جمع‌آوری شده از یک باغ با هم مخلوط و ۲۰۰ گرم آن وزن گردید. استخراج نماتدها از خاک با استفاده از روش سینی وایت هد انجام گرفت (وایت هد و همینگ ۱۹۶۵). لاروهای استخراج‌شده با استفاده از پتری دیش مدرج شمارش گردید. بدین صورت که زیر پتری کوچک شیشه‌ای با قطر پنج سانتی متر با کمک ماژیک روغنی نوک باریک به قطر ۰/۱ میلی‌متر، به بیست مربع تقسیم گردید (هر کناره پتری یک مربع در نظر گرفته شد). سپس سه میلی‌لیتر از سوسپانسیون لارو در پتری ریخته و به آرامی حرکت داده شد، به طوری که لایه نازکی از آب روی تمام سطح پتری قرار گیرد. در زیر بینوکلر با بزرگنمایی ۶۰X لاروهای موجود در ده قسمت شمارش و میانگین گرفته شد. نهایتاً تعداد نماتدهای موجود در سه میلی‌لیتر محاسبه گردید.

به منظور تعیین جمعیت نماتدهای ماده در هر گرم ریشه، ابتدا ریشه‌ها به آرامی شسته‌شده و به قطعات کوچک خرد و یک گرم از آن‌ها با استفاده از اسید فوشین و گلیسرول رنگ‌آمیزی گردید (بریج و همکاران ۱۹۸۲). تعداد نماتدهای ماده در ریشه‌های رنگ‌آمیزی شده با استفاده از استریومیکروسکوپ شمارش گردید.

شناسایی گونه بر اساس خصوصیات ریخت‌شناسی شبکه کوتیکولی انتهای بدن ماده‌ها، لاروهای سن دوم و نرها انجام شد (چپسون ۱۹۸۷؛ صدیقی و همکاران ۲۰۰۱). پس از جداسازی ماده‌های بالغ برای تهیه برش از انتهای بدن، کیسه تخم مربوطه نیز در آب مقطر قرار داده شد. بعد از تفریح، کشتن و ثابت‌کردن لاروهای سن دوم با استفاده از روش تکمیل شده دی گریسه ۱۹۶۹ کار شناسایی انجام گرفت.

از راهکارهای کنترل مؤثر باشد. چنین اطلاعاتی برای برنامه‌ریزی سامانه‌های کشت و به حداقل رساندن خسارت نماتد مفید خواهد بود. تحقیق حاضر در جهت نیل به این اهداف انجام گرفته است.



شکل ۱- الف: علائم نماتد مولد گره ریشه روی درختان آلوده پسته
ب: ریشه‌های آلوده به نماتد.

مواد و روش‌ها نمونه‌برداری

تعداد ۱۷ باغ در منطقه‌ی شمال شرقی شهرستان رفسنجان با سابقه‌ی آلودگی به نماتد ریشه‌گره‌ی پسته (در اکثر موارد پایه از رقم بادامی زرند) انتخاب گردید. در طی نمونه‌برداری سال ۹۱، هر ماه به طور میانگین ۱۲ نمونه با انتخاب ۵ درخت برای هر باغ و از هر درخت ۳ نمونه (در کل بیش از هزار نمونه) شامل ریشه‌های تغذیه‌ای و خاک اطراف آن، از عمق ۳۰ سانتیمتری (در سه نوبت ۶ صبح، ۱۲ ظهر و ۶ عصر) نمونه‌برداری صورت گرفت. پس از ثبت مشخصات، نمونه‌ها جهت بررسی به آزمایشگاه منتقل شدند. به منظور تعیین دامنه‌ی میزبانی نماتد، با توجه به بروز علائم مشخص بیماری از خاک و ریشه‌گونه‌های گیاهی و علف‌های هرز موجود در باغ یا واقع در مجاورت درختان پسته نمونه‌برداری شد (جدول ۱ و ۲). در طول دوره‌ی نمونه‌برداری، درجه‌ی حرارت خاک در عمق ۲۵ تا ۳۰ سانتیمتری با استفاده از دستگاه تانسیومتر و دمای هوا براساس آمار ثبت شده در ایستگاه هواشناسی منطقه رفسنجان در سه نوبت ۶/۵ صبح، ۱۲/۵ ظهر و ۶/۵ عصر مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به این‌که گاهی در بعضی از باغ‌های پسته یا اطراف آن گیاهان دیگری نیز کشت می‌شوند که میزبان‌های نماتد مولد گره هستند، سعی

نتایج و بحث

مشاهدات میدانی منطقه‌ای و شدت آلودگی در نواحی مختلف پسته‌کاری رفسنجان گویای آن است که نماتد در باغ‌های آلوده، خسارت قابل توجهی به درختان پسته و نهال‌های جوان (به ویژه رقم بادامی ریز) در خاک‌های سبک

و شنی وارد می‌سازد. نتایج حاصل از شناسایی گونه‌ی غالب منطقه (*M. incognita* race 2)، تأییدکننده‌ی بررسی‌های قبلی در این خصوص است (فریور مهین ۱۹۸۴). اطلاعات مربوط به نمونه برداری در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- اطلاعات نمونه برداری نماتد مولد غده‌ی ریشه‌ی پسته در چهار فصل سال.

فصول سالهای ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲	تعداد کل دفعات نمونه برداری	زمان‌های مشاهده لارو سن دوم			زمان‌های مشاهده ماده جوان و کامل		
		جمع دفعات	اولین تاریخ	آخرین تاریخ	جمع دفعات	اولین تاریخ	آخرین تاریخ
بهار	۱۴	۳	۱۰ اردیبهشت	۲۴ خرداد	۴	۱۳ اردیبهشت	۲۴ خرداد
تابستان	۲۳	۴	۷ تیر	۳۱ شهریور	۱۳	۷ تیر	۳۱ شهریور
پاییز	۲۶	۱۲	۲۳ مهر	۲۹ آذر	۲۲	۲ مهر	۲۹ آذر
زمستان	۲۴	۵	۴ دی	۲۱ اسفند	۲۴	۴ دی	۲۶ اسفند

نتایج بدست آمده نشان دهنده‌ی نوسان تراکم جمعیت سنین مختلف لاروی در خاک (لارو سن دوم) و ریشه‌ی (نماتد ماده) درختان پسته در ماه‌های مختلف سال می‌باشد (شکل ۲). میزان تراکم جمعیت لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک از پنج تا ۱۱۰ عدد به ترتیب برای ماه‌های خرداد و مرداد متغیر بود. بیشترین افزایش جمعیت لارو سن دوم در مرداد (۱۱۰ عدد لارو سن دوم) و آذرماه (۴۰ عدد لارو سن دوم) یعنی دو فصل تابستان و پاییز مشاهده گردید. در بقیه‌ی ماه‌های سال، تغییرات جمعیت نماتد از هفت تا ۲۵ لارو سن دوم برای ۱۰۰ گرم خاک متغیر بود. در خصوص نماتد ماده و تعداد گال روی ریشه‌ها، میزان تغییرات به ترتیب از چهار تا ۲۷ و چهار تا ۱۸ عدد در هر گرم ریشه متغیر بود. اولین مشاهده لارو سن دوم (مرحله‌ی بیماری-زای نماتد) در تاریخ ۱۰ اردیبهشت ماه در خاک و آخرین زمان مشاهده ماده بالغ روی ریشه‌های آلوده، ۲۶ اسفندماه بود.

نمونه‌های ریشه، از ۵۳/۸ درصد نمونه‌ها در فصل پاییز و ۸۳/۳ درصد نمونه‌ها در فصل زمستان نماتد ماده بالغ جداسازی شد. با نزدیک شدن فصل بهار و مساعد شدن شرایط آب و هوایی، نماتد سیکل خود را کامل نموده و نسل بعدی را آغاز می‌کند. در فصل بهار و تابستان، به ترتیب ۵۰ و ۷۳/۹ درصد از نمونه‌های مورد بررسی حاوی لارو سن دوم بودند و با گذشت زمان نسبت نماتدهای بالغ به لاروهای سن دوم افزایش یافت. حداکثر آلودگی با جمعیت ۹۸ عدد گال در اردیبهشت ماه و ۵۳ نماتد ماده در مرداد ماه در یک گرم ریشه مشاهده شد.

بررسی ارتباط بین دمای خاک و حضور لارو سن دوم نماتد مولد گره نشان داد که با افزایش دما در نیمه اول سال، ابتدا جمعیت کاهش و سپس افزایش می‌یابد. در سه ماهه سوم سال این روند ابتدا افزایشی و در سه ماه پایانی کاهش یافته است (شکل ۳).

به‌طور کلی داده‌های بدست آمده حاکی از نوسان جمعیت لارو سن دوم *M. incognita* در خاک می‌باشد به طوری که از ابتدای فصل با مساعد شدن شرایط آب و هوایی و فعال سازی نماتد تا اردیبهشت ماه یک پیک

از کل نمونه‌برداری‌های انجام شده، از ۴۶/۲ درصد نمونه‌ها در فصل پاییز و ۲۰/۸ درصد نمونه‌ها در فصل زمستان، لارو سن دوم از خاک جداسازی گردید. از کل

بهمن می‌باشد به گونه‌ای که تأثیر منفی این عامل روی جمعیت لارو سن دوم نماتد در خاک به وضوح قابل مشاهده است (شکل ۳). به طریق مشابه روند صعودی افزایش دما از خرداد ماه به بعد مصادف خواهد بود با تقویت جمعیت و ظهور پیک جمعیتی نماتد در مرداد ماه. البته همانطور که در شکل ۳ ملاحظه می‌شود، نقش متوسط دمای خاک به مراتب پررنگ‌تر از متوسط دمای هوا بوده و این انطباق در نمودارهای مربوطه قابل تأمل خواهد بود چرا که نماتد بیشترین تأثیر پذیری را از محل فعالیت خود یعنی محیط خاک خواهد داشت.

نتایج حاصل از این تحقیق حاکی از تأثیر دما بر جمعیت و فعالیت نماتدها در فصول مختلف سال نیز می‌باشد به طوری که قادر است جمعیت را محدود ساخته و یا تقویت نماید. حضور لارو سن دوم در فصل زمستان می‌تواند نشانگر قدرت بقاء و دوام نماتد در دمای پایین باشد (رودز و لینفورد ۱۹۶۱؛ برنز ۱۹۶۴؛ سایر ۱۹۶۹؛ هوانگ ۱۹۷۰). در تحقیق حاضر نیز مشاهده لارو سن دوم نماتد به میزان کم در دمای پایین، بیانگر حفظ بقاء و فعالیت نماتد در تمام طول سال است.

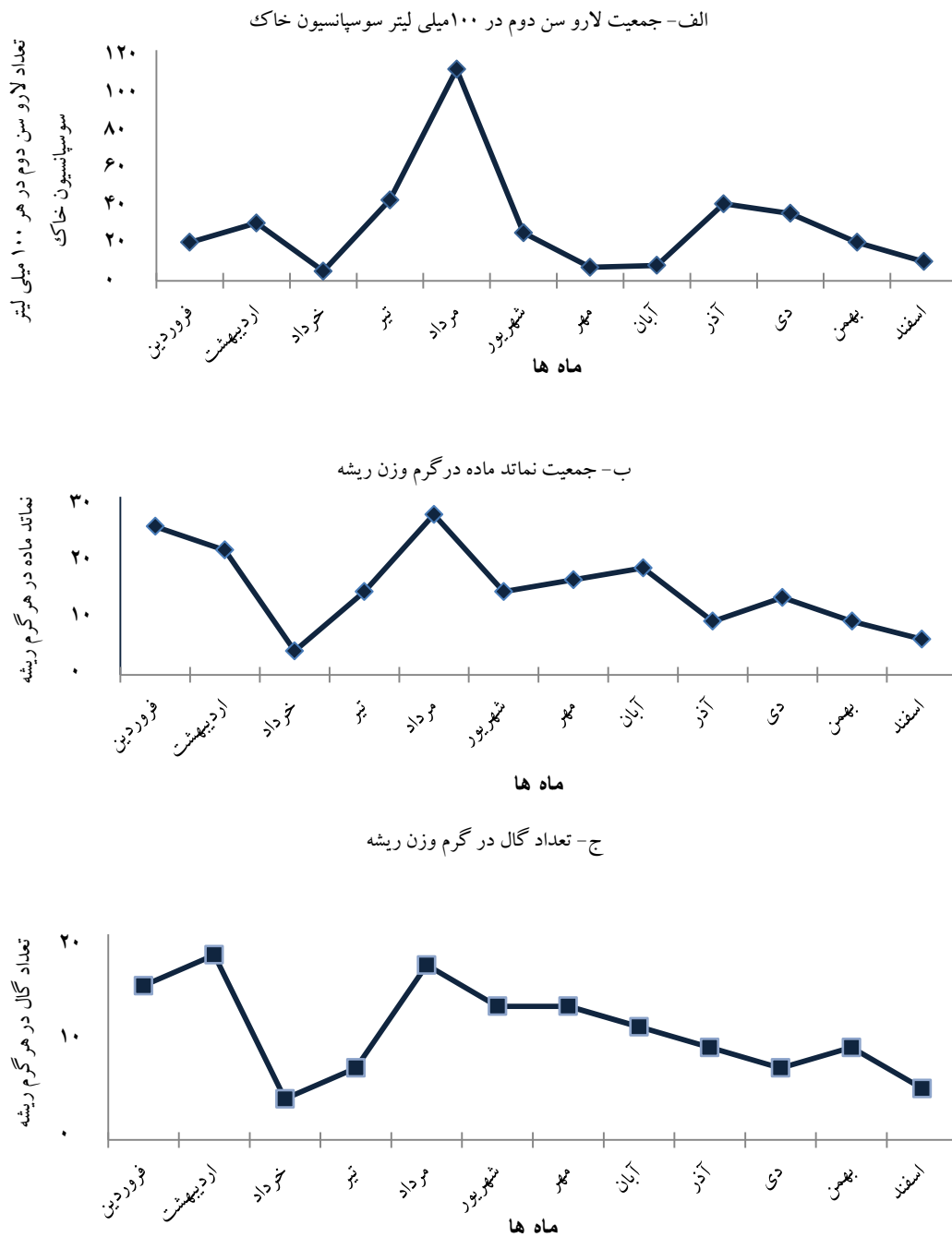
راه‌های متعددی برای زنده ماندن نماتد در خاک وجود دارد و نمادهایی که این مرحله را با موفقیت پشت‌سر گذارنده‌اند، مقاوم‌تر خواهند بود (سایر ۱۹۶۴). بر اساس تحقیقات انجام شده، لاروهای تفریخ شده و زمستان‌گذران هر دو مسؤل ایجاد آلودگی جدید می‌باشند. افزایش نسبی جمعیت لارو سن دوم در خاک (۲۰ لارو) می‌تواند به علت نفوذ و ایجاد آلودگی جدید در ریشه‌ها باشد (فریس و مک کنری ۱۹۷۴). افزایش تعداد گال در فصول بهار و تابستان نیز مؤید این مطلب است.

در بین گونه‌های گیاهی میزبان مورد مطالعه، ۱۹ گونه از ۱۷ تیره نسبت به دو گونه‌ی *M. incognita* و *M. javanica* آلودگی نشان دادند (جدول ۲).

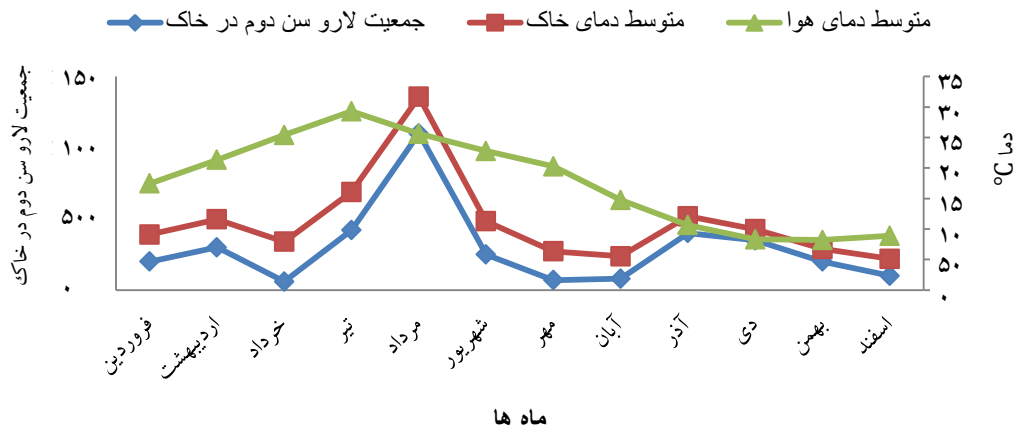
جمعیتی مشاهده می‌شود. مجدداً در مردادماه این افزایش به اوج خود رسیده و در آذرماه نیز از افزایش نسبی برخوردار است. از اوایل زمستان این جمعیت سیر نزولی یافته و در اواخر سال به حداقل خود می‌رسد. در نتیجه برای این نماتد و تحت شرایط مذکور حداقل سه نسل می‌توان متصور شد. با توجه به این‌که سیکل زندگی نماتد در شرایط مساعد ۲۷ الی ۳۰ روز به طول می‌انجامد، تعداد نسل مورد انتظار بیشتر است. اما در عمل، نماتد اجازه تکثیر بیشتری نمی‌یابد. در مورد نماتد ماده بالغ و گال تشکیل شده روی ریشه‌ها نیز نتایج مشابهی به دست آمد. تراکم بالا در فصل تابستان به دلیل ازدیاد جمعیت و حساس بودن میزبان نسبت به نماتد می‌باشد. مطالعات مشابه انجام شده در خصوص بررسی روند جمعیت نماتد، مؤید این مطلب است (کریستی ۱۹۵۹؛ بالدوین و بارکر ۱۹۷۰). مشاهده‌ی فاز تأخیری عدم انطباق کامل بین نمودار لارو سن دوم و نماتد ماده بالغ، به تقدم و تأخر این مراحل در چرخه‌ی زندگی نسبت داده می‌شود.

نتایج حاصل از بررسی تغییرات جمعیتی نماتد در فصول مختلف در این تحقیق، با گزارش ایتس (۱۹۶۸) در نیوزیلند مشابهت نشان می‌دهد. این نتایج، با تغییرات فصلی جمعیت نماتد مولد گره ریشه گزارش شده توسط وینسلو و همچنین باناژ که در ارتباط با نوسان جمعیت نماتدهای قارچ‌خوار در خاک می‌باشد، مغایرت دارد. ایشان کمترین تعداد نماتد را از اواسط تا اواخر تابستان و بیشترین جمعیت را در فصل پاییز ثبت کرده‌اند (وینسلو ۱۹۶۴؛ باناژ ۱۹۶۶). در پژوهش انجام گرفته روی ذرت، بادام زمینی، سورگوم، هندوانه و توتون، ارتباط بین افزایش جمعیت نماتد با مناسب بودن دما و رطوبت نسبی خاک برای تفریخ تخم در ماه‌های دی و بهمن، مشخص شده است (بارکر و اولتف ۱۹۷۶).

این امر بیانگر اهمیت تأثیر دما بر سیکل زندگی و جمعیت نماتد در خاک و ریشه گیاهان میزبان می‌باشد. اندازه‌گیری دما در رفسنجان حاکی از به حداقل رسیدن آن با میانگین هشت درجه‌ی سانتی‌گراد برای ماه‌های دی و



شکل ۲- الف: نوسان تراکم جمعیت لاروسن دوم در خاک. ب: نماتد ماده ج: تعداد گال روی ریشه در ماه‌های مختلف سال.



شکل ۳- تغییرات دمای خاک (عمق ۳۰-۲۵ سانتیمتری) و هوا در ماه‌های مختلف سال و حضور لارو سن دوم.

جدول ۲- مشاهده آلودگی به نماتد مولد غده‌ی ریشه روی میزبان‌های مختلف در مجاورت باغ‌های پسته.

گونه‌ی جداسازی شده **	تیره گیاهی	گیاه میزبان (نام علمی)
<i>M. incognita</i>	Moraceae	توت (<i>Morus alba</i>)
<i>M. javanica</i>	Solanaceae	تاج‌ریزی (<i>Solanum nigrum</i>)
<i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i>	Compositae	آفتابگردان (<i>Helianthus annuus</i>)
<i>M. incognita</i>	Cucurbitaceae	خربزه (<i>Cucumis melo</i>)
<i>M. incognita</i>	Chenopodiaceae	چغندرلبویی (<i>Beta vulgaris</i>)
<i>M. incognita</i>	Apiaceae	هویج (<i>daucus carota</i>)
<i>M. incognita</i>	Rosaceae	گل رز (<i>Rosa damascena</i>)
<i>M. incognita</i>	Fabaceae	یونجه (<i>Medicago sativa</i>)
<i>M. incognita</i>	Vitaceae	مو (<i>Vitis vinifera</i>)
<i>M. incognita</i>	Rosaceae	سیب (<i>Malus domestica</i>)
<i>M. incognita</i>	Rosacea	بادام (<i>Amygdalus communis</i>)
<i>M. incognita</i>	Salicaceae	بید (<i>Salix alba</i>)
<i>M. incognita</i>	Punicaceae	انار (<i>Punica granatum</i>)
<i>M. incognita</i>	Labiatae	حسن یوسف (<i>Coleus blumei</i>)
<i>M. incognita</i>	Amaranthaceae	تاج خروس (<i>Amaranthus retroflexus</i>)
<i>M. incognita</i>	Anacardiaceae	بنه باغی* (<i>Pistacia terebinthus</i>)
-	Anacardiaceae	بنه کوهی* (<i>Pistacia atlantica var. kurdica</i>)
-	Anacardiaceae	کسور* (<i>Pistacia khinjuk</i>)
<i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i>	Labiatae	ریحان (<i>Ocimum basilicum</i>)
<i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i>	Solanaceae	بادمجان (<i>Solanum melongena</i>)
<i>M. incognita</i> , <i>M. javanica</i>	Solanaceae	گوجه فرنگی (<i>Lycopersicon esculentum</i>)

* نتایج از منبع مدنی ۱۳۷۴ استخراج گردیده است.

** با توجه به دامنه میزبانی پراکنده و وسیع نماتد مولد گره ریشه پسته، فقط حضور یا عدم حضور نماتد در گیاهان مجاور باغ بررسی گردید که برای حصول اطمینان مشاهده گال یا لارو کفایت می‌کرد. شناسایی گونه بر اساس شکافتن گال و بررسی نماتد ماده صورت گرفت.

فعال و تکمیل چرخه زندگی، زمینه‌ساز آلودگی‌های جدید خواهد بود. این مسأله در میزان استفاده از سموم و تبعات زیان‌بار آن نیز تأثیرگذار خواهد بود. با عنایت به اطلاعات کسب شده در خصوص پویایی جمعیت *M. incognita*، ارائه نکاتی در خصوص مدیریت نماتد لازم به نظر می‌رسد. از آنجائی‌که تعداد ۲-۵/۰ لارو سن دوم به ازای یک گرم خاک آستانه خسارت اقتصادی برای این نماتد در نظر گرفته شده است (دی واله و السن، ۲۰۰۷)، بنابراین جمعیت بالاتر از این میزان می‌تواند خسارت‌زا باشد و باید تحت کنترل قرار گیرد. کنترل در باغ (بلافاصله بعد از برداشت محصول) و خزانه در اوایل بهار صورت می‌گیرد. این اقدام سبب کاهش جمعیت لاروهای تازه تفریخ‌شده و زمستان‌گذران خواهد شد. از سوی دیگر، رشد ریشه‌های جدید در این بازه زمانی شروع شده و بافت‌های جدید باید از هجوم لاروهای سن دوم نماتد در امان بمانند. با توجه به بالا بودن جمعیت لارو سن دوم در مرداد ماه و احتمال استفاده احشام از گیاهان، کاربرد ترکیبات شیمیایی، مناسب به نظر نمی‌رسد (در این فصل، گیاه تازه بوده و مورد استفاده احشام می‌باشد). بنابراین در صورت لزوم، اجرای کنترل شیمیایی در آبان ماه و با رعایت نکات ایمنی قابل توصیه خواهد بود.

سپاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان مراتب تقدیر و تشکر خود را از مؤسسه تحقیقات پسته کشور به سبب فراهم نمودن امکانات لازم جهت اجرای این تحقیق ابراز می‌دارند.

در این رابطه، گونه‌ی غالب *M. incognita* تشخیص داده شد (با فراوانی ۹۰ درصد از کل نمونه‌های آلوده). فقط در مورد آفتابگردان، ریحان، بادمجان و گوجه فرنگی آلودگی توأم با *M. javanica* مشاهده گردید. در نمونه‌های مورد بررسی، تمامی مراحل زندگی قابل مشاهده بودند. دو گونه کسور و بنه کوهی گزارش شده از بررسی پایه‌های وحشی و اهلی پسته فاقد هر گونه آلودگی بودند. پائین‌ترین میزان گال ایجاد شده با تعداد ۴ عدد به آفتابگردان تعلق داشت. بیشترین میزان آلودگی نسبت به نماتد به ترتیب در گونه‌های گیاهی متعلق به تیره‌های Solanaceae و Rosaceae مشاهده گردید این نکته حمایت از تکثیر جمعیت نماتد در حضور میزبانان واسط و لزوم توجه به آنها را در کنترل نماتد روشن می‌سازد. بالاترین میزان آلودگی گال و جمعیت لارو سن دوم در ۱۰۰ گرم خاک به ترتیب در گوجه فرنگی (با جمعیت ۳۰۰ لارو سن دوم و ۱۲۹ گال) و بادمجان (با جمعیت ۲۰۰ لارو سن دوم و ۶۰ گال) به ثبت رسید. گوجه فرنگی حساس‌ترین میزبان در برابر این نماتد بوده و برای تکثیر جمعیت نماتد از ارقام حساس آن استفاده می‌شود. در بین گونه‌های وحشی پسته، آلودگی تنها روی ریشه‌های بنه‌باغی مشاهده گردید و دو گونه بنه کوهی و کسور فاقد آلودگی بودند (اطلاعات مربوط به بنه باغی، بنه کوهی و کسور برگرفته از مدنی ۱۳۷۴، در طی بررسی مقاومت پایه‌های پسته به نماتد مولد گره ریشه می‌باشد).

اطلاع از زمان فعالیت نماتد در ارتباط با میزبان‌های چند ساله بسیار مهم‌تر از گیاهان یکساله است چراکه یک مکان دایمی در اختیار نماتد قرار دارد که در آن با حضور

منابع

- اخسانی، ا، مجتهدی ح و نادری، ا، ۱۳۶۳. گونه‌ها و نژادهای نماتدهای مولد غده ریشه در ایران. مجله بیماری‌های گیاهی، جلد ۲۰، شماره ۴. صفحه‌های ۵۷ تا ۷۰.
- بی‌نام، ۱۳۹۴. آمارنامه کشاورزی محصولات باغی. دفتر آمار و فن آوری اطلاعات. معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی وزارت جهاد کشاورزی. صفحه ۲۰۱.

- حسینی پور حمیدآبادی ا، ۱۳۷۰. بررسی و شناسایی نماتدهای انگل گیاهی (*Tylenchida*) درختان پسته در باغ‌های پسته رفسنجان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
- حقدل م، ۱۳۸۴. نماتدهای زیان‌آور پسته. شماره ۳۴. انتشارات مؤسسه تحقیقات پسته کشور.
- فاضلی سلمانی ع، تهرانی‌فر ع، داوری‌نژاد غ، مهدیخانی مقدم ع و ذبیحی ح، ۱۳۹۱. اثر نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne javanica*) بر روی توزیع برخی از عناصر غذایی در درختان پسته رقم اوحدی. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، جلد ۱۹، شماره ۳. صفحه‌های ۵۹ تا ۷۲.
- فریور مهین، ح، ۱۳۶۵. بررسی نماتدهای مولد غده ریشه پسته. *Meloidogyne* spp. در استان کرمان، خلاصه مقالات هشتمین کنگره گیاهپزشکی ایران، ص ۱۳۶.
- مدنی، م. ۱۳۷۴. بررسی عکس‌العمل پایه‌های مختلف پسته در رابطه با نماتدهای مولد غده ریشه *Meloidogyne* spp. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۲۶ صفحه.
- Baldwin JG and Barker KR, 1970. Host suitability of selected hybrids, varieties and inbreeds of corn to populations of *Meloidogyne* spp. *Journal of Nematology* 2:345-350.
- Banage JH, 1966. Nematode distributions in some British upland moor soils with a note on nematode parasitizing fungi. *Journal of Animal Ecology* 35:349-361.
- Barker KR and Olthof THA, 1976. Relationships between nematode population densities and crop response. *Annual Review of Phytopathology* 14:327-353.
- Bridge J, Page S and Jordan S, 1982. An improved method for staining nematodes in roots. Report, Rothamsted. *Exp Stn UK*. 1:171.
- Burns ME, 1964. Cryobiology as viewed by the microbiologist. *Cryobiology* 1:18-40.
- Christie JR, 1959. The root-knot nematodes. Pp. 56-79 In: Christie JR (ed), *Plant nematodes-their bionomics and control*. University of Florida, Agriculture, Gainesville, FL.
- Cichorius H, 1960. Uber das Auftreten Freilebender Wurzel nematoden in Rheinischen Boden unter besonderer Berachsichtigung der Standortverh~ltnisse. *Nematologica* 5:231-252.
- De Ggrisse AT, 1969. Redescription ou modification de quelques techniques utilisees dans letude des nematodes phytoparasitaires. *Meddelingen Rijksfauculteit landbouwweteschappen Bull* 34:351-356.
- De Guiran G and Ritter M, 1979. Life cycle of *Meloidogyne* species and factors influencing their development. Pp. 173-191, In: Lamberti F and Taylor CE (ed), *Root-knot nematodes (Meloidogyne species); systematic, biology and control*. Academic Press, London.
- De Waele D and Elsen A, 2007. Challenges in tropical plant nematology. *Annual Review of Phytopathology* 45: 457-485.
- Eissa MFM, El-Sherif MA, Abd-El-Gawad MM, Ismail AE and Waffa MA, 2009. Seasonal population dynamics, horizontal and vertical distributions of phytonematodes in date-palm cv. samani in Egypt. *Plant Pathology, Bulletin* 18: 45-50.
- Farivar Mehin H, 1984. Study of the root-knot nematodes on pistachio in Iran. 1th International Congress of Nematology, Guelph, Ontario, Canada, 5-10 Aug: 26-27.

- Fazeli Salmani A, Tehranifar A, Davarynejad G, Mahdikhani E. and Mokaram A, 2012. Studies on growth disorders of pistachio caused by root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) in Iran. Acta Horticulture 940:323-330.
- Ferris VR and Bernard RL, 1961. Seasonal variations of nematode populations in soybean field soil. Plant Disease 45:789-793.
- Ferris H and Mckenry M, 1974. Seasonal fluctuations in the spatial distribution of nematode populations in the yard. Journal of Nematology 6: 203-210.
- Hwang SW, 1970. Freezing and storage of nematodes in liquid nitrogen. Nematologia, 16:305-308.
- Jepson SB, 1987. Identification of root knot nematode (*Meloidogyne* species). CAB International, Wallingford, Oxon, UK. 265p.
- Lucas GB, 1975. Disease of Tobacco, 3rd edition, Biological Associates consulting, Relight, North Carolina.
- Neshat S, Khozini F, Rezaee S and Barooti Sh, 2011. Plant parasitic nematodes of pistachio trees in Sirjan, Kerman province. Researches in Plant Pathology 1: 25–32.
- Ogawa JM and English H. 1991. Diseases of temperate zone tree fruit and nut crop. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, California, USA. P. 461.
- Perry RN, Moens M and Starr JL, 2010. Root-knot nematode. CAB International Press. 531 pp.
- Rhoades HL and Linford MB, 1961. Biological studies on some members of the genus *Pratylenchus*. Proceeding Helminthology Society Washington, 28: 51-59.
- Sayre RM, 1964. Cold-hardiness of nematodes. I. Effects of rapid freezing on the eggs and larvae of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla*. Nematologica 10:168-179.
- Sayre RM, 1969. A method for the freezing and recovery of viable *Ditylenchus dipsaci* larvae. Journal of Nematology 1(4):292.
- Siddiqui IA, Zareen A, Shauket SS and Zaki MJ, 2001. Evaluation of *Rhizobia* for control of *Meloidogyne javanica* in *Vigna mungo*. Pakistanian Journal of Biology Science 4: 1124-1125.
- Taylor AL and Sasser JN, 1978. Biology, identification, and control of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species). Department of Plant Pathology, North Carolina State University and the United States Agency for International Development. 111pp.
- Whitehead AG, and Hemming JR, 1965. A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil. Annual Applied Biology 55: 25-38.
- Winslow RD, 1964. Soil nematode population studies. 1. The migratory Tylenchida and other nematodes of the Rothamsted and Woburn six-course rotations. Pedobiologia 4: 65-76.
- Yeates G, 1968. An analysis of annual variation of the nematode fauna in dune sand, at Himatangi Beach, New Zealand. Pedobiologia 8:173-207.

Overview of Root-knot Nematode Infestation of Pistachio Orchards in Rafsanjan

Z Khatamidoost¹, S Jamali^{2*}, H Farivar Mehin³ and M Moradi⁴

¹MSc, Student Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

²Assistant Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, University of Guilan Rasht, Iran

³Research Instructor, Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran.

⁴Research Assistant Professor, Division of Plant Protection, Iran Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran.

*Corresponding author: Jamali@guilan.ac.ir

Received: 4 Oct 2014

Accepted: 26 June 2016

Abstract

In order to evaluate the root-knot nematode infestation in pistachio (*Pistacia vera* L.) orchards, soil and root samples of pistachio trees were collected from Rafsanjan orchards during different months of 2012-13. Based on morphological and morphometric characteristics of second larvae and adult females, *M. incognita* was found to be the dominant species (90% of total samples). The population dynamics of nematode larvae in the soil showed the least range 5 to 7 nematodes in June, September, December and March and the maximum, (50 to 210 nematodes per 100 grams of soil) in August. The highest density of nematodes per gram of root with 98 galls and 53 mature females were observed on August. The root-knot nematode populations were varied from 5 to 300 second juvenile per 100-gram soil. The eighteen plant species were found to be hosts for *Meloidogyne incognita* in pistachio orchards whereas *M. javanica* was observed on five species. The results of this study can determine the exact time of root-knot nematode control and the importance of weed management in pistachio orchards.

Keywords: Biology, *Meloidogyne incognita*, Pistachio.