مقایسه مقادیر و زمان‌های مختلف کاربرد دو سم نماکور و راگبی در کنترل نماتود مولد گره ریشه *Meloidogyne incognita* Kofoid and White

Comparison of different levels and application time of two nematicides Nemacure and Rugby on root-knot nematode *Meloidogyne incognita* Kofoid and White

سید افشین سجادی*[1]، سید عباس حسینی‌نژاد[2] و هدی عاصمی[1]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۸/۲

چکیده

نماتود مولد گره ریشه یکی از مهم‌ترین عوامل خسارت‌زا در تمام مناطق کشت توتون می‌باشد. در این تحقیق تأثیر نماتودکش‌های فنامیفوس و کادوزافوس در کنترل نماتود مولد گره ریشه *Meloidogyne incognita* Kofoid and White در شرایط گلدانی انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار شامل دو نماتودکش در سه سطح مختلف به میزان ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار و سه زمان مصرف با تلقیح ۳۰۰۰ لارو و تخم در هر کیلوگرم خاک گلدان به همراه یک تیمار شاهد آلوده و یک تیمار شاهد غیر آلوده در چهار تکرار انجام شد. صفات مختلف از قبیل تعداد توده تخم، تعداد تخم در هر توده، نمره گال، ضریب تولید مثل، درصد کنترل، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، ارتفاع بوته، طول ریشه، وزن خشک و تر ریشه، درآمد ناخالص و قیمت هر کیلوگرم توتون محاسبه گردیدند. بین تیمارها از نظر صفات مذکور (به جز تعداد برگ، وزن تر برگ و ارتفاع بوته) اختلاف معنی‌دار مشاهده گردید که از لحاظ درصد کنترل، نماتودکش نماکور به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار با زمان مصرف یک هفته قبل از نشاکاری مؤثرترین تیمار در این مطالعه برای کنترل نماتود مولد گره ریشه معرفی گردید.

واژگان کلیدی: نماکور، راگبی، *Meloidogyne incognita*، توتون

۱- محقق، بخش گیاهپزشکی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش، بهشهر، ایران

۲- استادیار، بخش نماتدشناسی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران، ایران

نویسنده مسئول مکاتبات: sajjadi_a@yahoo.com

مقدمه

نماتودهای مولد گره ریشه به علت حمله به طیف وسیعی از گیاهان از مهم‌ترین نماتودهای انگل گیاهی از نظر اقتصادی به شمار می‌آیند. پراکندگی جهانی، دامنه میزبانی وسیع و تعامل با سایر بیمارگرهای گیاهی، آن‌ها را به عنوان یکی از پنج عامل درجه اول بیماری‌زا و در رده مهم‌ترین بیمارگرهای گیاهی قرار داده است. این نماتود انگل داخلی ساکن بوده و به بیش از ۳۰۰۰ گونه گیاهی حمله می‌کند (Akhyani *et al.*, 1984; Lucas, 1975; Chen and Roberts, 2003; Jepson, 1987). این بیمارگر به‌طور مستقیم و غیرمستقیم موجب خسارت به توتون و کاهش عملکرد آن می‌گردد. گیاهان مبتلا به علائم کوتاهی و زردی دچار می‌شوند. ایجاد گره یا گال‌های متعدد در ریشه از جمله مهم‌ترین نشانه‌های وجود این نماتود بوده (شکل ۱) و باعث کاهش کارآیی سیستم ریشه می‌گردد (Goyal *et al.*, 1979).

در یک بررسی در شهرستان رشت جهت کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون*M. incognita* بر روی رقم ویرجینیا از نماتودکش‌های تمیک، نماگون و دای تراپکس و تناوب زراعی استفاده شد. در این تحقیق با تناوب زراعی ۵ ساله ذرت و آفتابگردان موفقیتی کسب نشد و نماتودکش تمیک بهترین نتیجه را در برداشت (Omidvar *et al.*, 1974). در مطالعه انجام شده جهت کنترل *M. incognita* توسط نماتودکش‌های غیرتدخینی تمیک، اکسامایل، نماکور، راگبی و موکاپ با مقادیر مختلف در آزمایش گلدانی مشخص شد که نماتودکش تمیک بیش‌ترین و موکاپ کم‌ترین تأثیر را داشته است (Hosseininejad and Maleroodi, 2000). در بررسی دیگری تأثیر سموم شیمیایی واپام، راگبی، بازامید و متیل بروماید روی *M. incognita* در کشت‌های خیار گلخانه‌ای در استان کرمان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج این آزمایش‌ها نشان دادکه واپام مؤثرترین نماتدکش بوده است (Rostami *et al.*, 2004).

در پژوهش انجام شده در فلوریدای امریکا، استفاده از نماتودکش‌های آلدیکارب و ۱ و ۳ دی‌کلروپروپن، علاوه بر کنترل نماتود مولد گره ریشه *M. incognita* در مزارع پنبه موجب افزایش محصول گردید (Kinloch and Rich, 1998). در مطالعه‌ای در شمال کارولینا با استفاده از کلروپیکرین و ۱ و ۳ دی‌کلروپروپن و ترکیب این نماتودکش‌ها نتایج مطلوبی در مهار گونه‌های مختلف نماتود مولد گره ریشه بادام زمینی به‌دست آمد، به طوری‌که وزن محصول نهایی نسبت به شاهد با مصرف سم کلروپیکرین و ۱ و ۳ دی‌کلروپروپن به ترتیب ۲۰ و ۱۰۰ درصد افزایش پیدا کرد. با ترکیب این دو نماتودکش در مقایسه با هر یک به تنهایی، اثر مهار کنندگی بیش‌تری علیه نماتود حاصل شد (Koenning *et al.*, 1998). طی خیساندن بذور آفتابگردان در نماتدکش‌های کربوسولفان و تریازوفوس با مقادیر ۵۰، ۱۰۰، ۲۰۰ و ۴۰۰ گرم در میلی‌لیتر و کاشت آن‌ها در زمین‌های آلوده به نماتود مولد گره ریشه نژاد ۱*M. incognita* نتایج مطلوبی به‌دست آمد و مشخص گردید کربوسولفان در کنترل نماتد مؤثرتر از تریازوفوس بود. هر دو ترکیب در مقدار ۴۰۰ گرم درمیلی‌لیتر نتیجه بهتری داشتند (Narayana and Prasad, 1999). در تحقیق دیگری به منظور مدیریت نماتود مولد گره ریشه توتون، استفاده از ترکیبات شیمیایی مانند متیل بروماید، کلروپیکرین، واپام، نماکور و تلوئن پیشنهاد شد (Kinloch and Rich, 2001).

در تحقیقی کارآیی نماتدکش‌های غیرتدخینی آلدیکارپ، موکاپ، نماکور، کربوفوران و دازونیت از نماتدکش‌های تدخینی DD (مخلوط ۱ و ۳ دی‌کلروپروپن و ۱ و ۲ دی‌کلروپروپن)، MENCS+DD (۹۵ درصد DD و ۲۰ درصد متیل ایزوتیوسیانات)، SD14647 (۹۵/۲ درصد DD و ۲/۸ درصد متان سولفونیک اسید) و تتراکلروتیوفن در مزارع توتون بیش‌تر بود. نماتدکش‌های نماکور و موکاب بیش‌ترین کارآیی را در کنترل *M. incognita* داشتند و همچنین موجب افزایش وزن خشک برگ توتون شدند. از سم نماکور با دزهای ۴/۲، ۶/۷ و ۱۱/۲ کیلوگرم ماده مؤثر در هکتار استفاده شد که در نهایت دزهای ۶/۷ و ۱۱/۲ بهتر از دز ۴/۲ در کنترل نماتود مؤثر واقع شده و بین دزهای ۶/۷ و ۱۱/۲ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بهترین روش برای کابرد نماکور در خاک، پخش نماکور در بین ردیف کاشت و مخلوط نمودن نماکور در عمق ۱۰- ۵ سانتی‌متری خاک تعیین گردید (Brodie and Gool, 1973).

با توجه به نتایج طرح‌های اجرا شده طی سال‌های گذشته مبنی بر آلودگی اکثر مناطق کشت توتون به نماتود گره ریشه و با توجه به عدم وجود رقم مقاوم در بین ارقام تجاری رایج در منطقه (Sajjadi *et al*., 2010) و گسترش آسان این بیماری به مناطق غیرآلوده توسط آب آبیاری، ادوات کشاورزی و نشاهای آلوده، یافتن راهکار مؤثری برای کنترل این بیماری ضروری به نظر می‌رسد. برای کنترل این بیماری راه‌های متفاوت از جمله: کاشت ارقام مقاوم، پیشگیری، تناوب، آفتابدهی، استفاده از گیاهان تله و کنترل شیمیایی وجود دارد که کنترل شیمیایی کاربردی تر از سایر روش‌ها بوده و امکان اجرای آن در سطوح محدود وجود دارد. هدف از این تحقیق تعیین بهترین نوع، مقادیر و زمان مصرف سموم نماکور و راگبی در کاهش جمعیت نماتود مولد گره ریشه توتون و تأثیر آن بر صفات زراعی توتون بود.

شکل ۱- علائم گال نماتود مولد گره ریشه توتون *M. incognita* بر روی ریشه توتون در تیمار شاهد آلوده

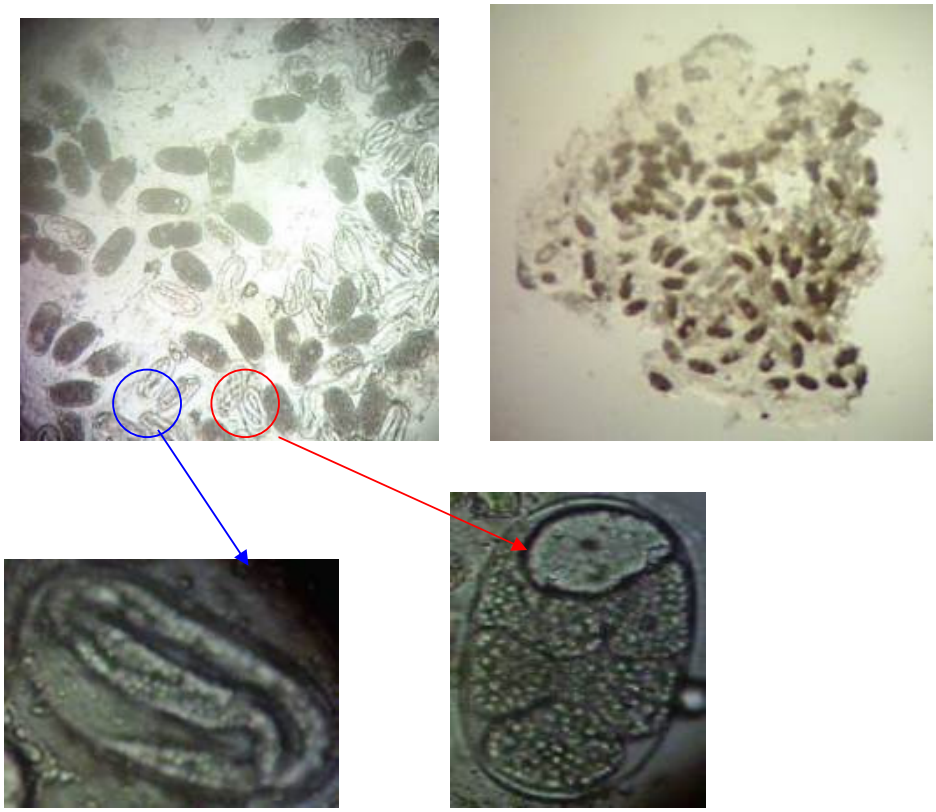
Fig. 1. Gall Symptoms of root knot nematode *M. incognita* on tobacco root in infected control.

مواد و روش‌ها

خالص‌سازی و تکثیر نماتود

نمونه‌های ریشه آلوده به نماتود مولد گره ریشه از مزارع توتون‌کاری روستای جعفرآباد گرگان جمع‌آوری گردیدند. ابتدا کیسه تخم منفرد single egg mass روی گیاهچه‌های گوجه‌فرنگی رقم روتگرز و توتون ویرجینیا تلقیح شدند (شکل ۲). بدین صورت کهپس از انتخاب تک گال، کیسه تخم مربوط به آن به وسیله سوزن نوک تیز به آرامی از گال جدا و در یک ظرف پتری سه سانتی‌متری قرار داده شد. هر کدام از کیسه‌های تخم به‌طور جداگانه و با دقت با محلول هیپوکلریت سدیم ۰/۵درصد به مدت ۳/۵ الی ۴ دقیقه ضدعفونی و بلافاصله بر روی مش۵۰۰ و با جریان آب به خوبی شستشو داده شد. سپس تخم‌های هر کیسه تخم به طور جداگانه به وسیله آب مقطر در یک بشر ۲۰ میلی‌لیتری جمع‌آوری شد و در کنار ریشه نشاهای گوجه‌فرنگی ۳۰ روزه که در زمان مایه‌زنی به مرحله چهار تا شش برگی رسیده بودند، قرار گرفت (Sajjadi *et al*., 2012; Sadegh Moosavi *et al*., 2006; Di Vito *et al*., 2004).

پس از خالص‌سازی به منظور تکثیر نماتود، ریشه گوجه‌فرنگی‌های آلوده به نماتود پس از ۴۵ تا ۶۰ روز، به دقت با آب جاری شستشو داده، و ۲۰ تا ۴۰ عدد کیسه تخم توسط پنس به خاک حاوی یک عدد نشاء گوجه‌فرنگی یا توتون در مرحله چهار تا شش برگی اضافه گردید و ۴۵ تا ۶۰ روز بعد مقدار کافی کیسه تخم به‌دست آمد (Sajjadi *et al*., 2012; Sadegh Moosavi *et al*., 2006).



شکل ۲- توده تخم نماتود مولد گره ریشه توتون *M. incognita* با بزرگنمایی ۴۰ میکروسکوپ نوری

Fig. 2. Egg mass of root knot nematode *M. incognita* with 40 Light microscope

تعیین گونه و نژاد نماتود

قبل از تکثیر توده تخم منفرد، گونه نماتود با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتود ماده perineal pattern تعیین گردید (Sajjadi *et al*., 2012; Vovlas *et al*., 2004). به این صورت که حداقل ۱۰ غده به‌طور تصادفی انتخاب شد. پس از خارج کردن نماتودهای ماده بالغ از گال، درون یک قطره اسید لاکتیک ۴۵٪ روی طلق قرار داده و برش‌های لازم تهیه گردید. سپس قطعه برش داده شده انتهایی بدن به یک قطره گلیسیرین انتقال و در زیر میکروسکوپ شناسایی در سطح گونه با استفاده از کلید جپسون (Jepson, 1987) صورت گرفت (Sajjadi *et al*., 2012; Vovlas *et al*., 2005).

برای تعیین نژاد، از روش (Taylor and Sasser, 1978) استفاده شد. به این صورت که میزبان‌های افتراقی در چهار تکرار در گلدان‌هایی به قطر دهانه ۱۰ سانتی‌متر حاوی خاک استریل کاشته شد و هر گلدان با ۵۰۰۰ لارو و تخم حاصل از یک توده تخم خالص شده مایه‌زنی شد و در گلخانه با دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سلسیوس و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد. بعد از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه‌زنی، بوته‌ها از خاک خارج شده و سیستم ریشه طبق روش تایلر و ساسر بررسی و نژاد نماتود تعیین گردید. میزبان‌های افتراقی شامل: پنبه رقم Deltapin 16، توتون رقم NC-95، هندوانه رقم Charleston grey، فلفل رقم Early California، گوجه‌فرنگی رقم Rutgerse و بادام زمینی رقم Florunner بودند (Taylor and Sasser, 1978).

بررسی تأثیر نماتودکش‌ها در شرایط گلدانی

برای ارزیابی نماتودکش‌ها، نشاهای توتون رقم ویرجینیا (کوکر ۳۴۷) در گلدان‌هایی با گنجایش هشت کیلوگرم خاک (قطر دهانه ۲۸ سانتی‌متر) حاوی خاک با بافت لومی شنی ضدعفونی شده با واپام کاشته شد. آزمایش در قالب طرح

کاملاً تصادفی با ۲۰ تیمار شامل ۲ نماتودکش نماکور گرانول ۱۰ درصد و راگبی گرانول ۱۰ درصد (شرکت بایر دریافتی از مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور) و سه سطح مختلف نماتودکش به میزان ۴۰، ۶۰ و ۸۰ کیلوگرم در هکتار معادل ۰/۲، ۰/۳ و ۰/۴ گرم برای هر گلدان و در سه زمان مصرف قبل، همزمان و یک هفته بعد از نشأکاری و تلقیح با ۳۰۰۰ لارو و تخم در هر کیلوگرم خاک گلدان به همراه یک تیمار شاهد آلوده و یک تیمار شاهد غیرآلوده در چهار تکرار انجام شد. گلدان‌ها در محوطه مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش طی فصول بهار (متوسط دما ۱۹/۱ درجه سلسیوس) و تابستان (متوسط دما ۲۶/۷ درجه سلسیوس) نگهداری شده و هر روز یک‌بار و در روزهای گرم دو بار آبیاری شدند. قبل از نشأکاری به گلدان‌ها به میزان یک گرم نیترات آمونیوم، یک گرم سوپرفسفات و سه گرم سولفات پتاسیم به عنوان کود (NPK) اضافه گردید (شکل ۳).

شکل ۳- گلدان‌های آزمایشی در مراحل اجرای طرح
Fig. 3. Experimental pots

برای بررسی نتایج حاصل از آزمایش، فاکتورهای مختلفی از قبیل شاخص گال، تعداد توده تخم و تعداد تخم در ریشه اندازه‌گیری شد.ارزیابی بر اساس شاخص گال با مقیاس ۱۰-۰ انجام گرفت. به این ترتیب که به ریشه بدون گال نمره صفر و به ریشه صد در صد آلوده به گال نماتد، نمره ۱۰ داده شد (Zeck, 1971).

برای شمارش توده‌های تخم، ریشه‌ها به قطعات سه تا چهار سانتی‌متری تقسیم و پنج گرم از آن انتخاب و تعداد توده‌های تخم در زیر بینوکولار شمارش گردیدند و با توجه به وزن ریشه تعداد کل توده ریشه محاسبه گردید (Vovlas *et al*., 2004).

برای محاسبه تعداد تخم‌های نماتود، قطعات ریشه درون ارلن حاوی هیپوکلریت سدیم ۱ درصد ریخته و به مدت ۴-۵ دقیقه به سرعت تکان داده شد. سپس محتوی ارلن بر روی مش‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ ریخته و پس از شستشوی با آب، محتویات مش۵۰۰ به ارلن ۲۵۰ میلی‌لیتری منتقل و حجم سوسپانسیون به ۱۰۰ میلی‌لیتر رسانده شد. تعداد تخم‌ها در یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون در ۳ نوبت شمارش و در ۱۰۰ میلی‌لیتر حجم محاسبه گردید (Sajjadi *et al*., 2012; Sadegh Moosavi *et al*., 2006).

برای تعیین تعداد نماتود در هر گرم خاک، نماتدهای هر نمونه به روش سانتریفوژ Jenkins (1964) استخراج و سپس جمعیت لارو سن دوم نماتود مولد گره ریشه در سوسپانسیون استحصالی با اسلاید شمارش محاسبه گردید.

محاسبه فاکتور تولید مثل طبق فرمول RF= Pf/Pi انجام شد (Vovlas *et al*., 2004). که در آن RF فاکتور تولید مثل، Pf جمعیت نهایی و Piجمعیت اولیه است. تجزیه و تحلیل آماری با نرم‌افزار SAS انجام و مقایسه میانگین‌ها به وسیله آزمون دانکن صورت گرفت.

سه ماه پس از نشاکاری در انتهای فصل درصد کاهش جمعیت نماتود طبق فرمول زیر محاسبه گردید (Ameri *et al*., 2004).

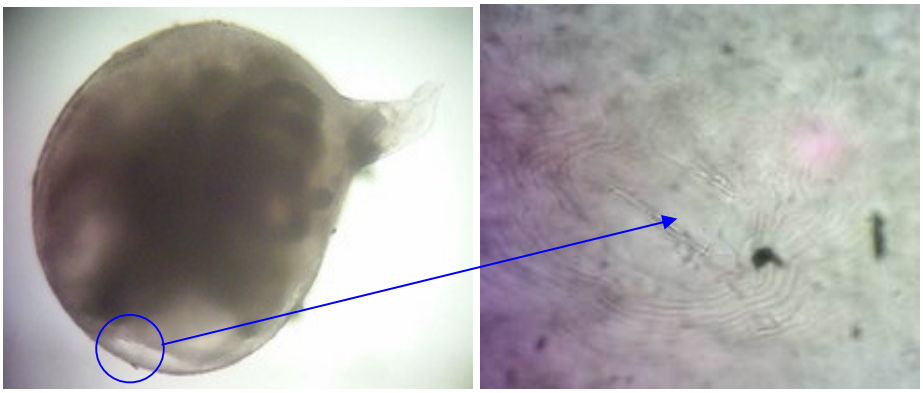
$$\text{درصد کنترل} = \frac{\text{فاکتور تولید مثل در تیمار} - \text{فاکتور تولید مثل در شاهد}}{\text{فاکتور تولید مثل در فاکتور}} \times ۱۰۰$$

بعد از اندازه‌گیری ارتفاع بوته، ابتدا بوته‌های توتون به آرامی از گلدان خارج شد و ریشه هر یک با تکان دادن درون ظرف بزرگ آب شستشو شده و با قرار دادن روی کاغذ خشک‌کن، آبگیری گردیدند. بعد از توزین ریشه و نیز اندازه‌گیری طول ریشه، جهت ثبت وزن خشک ریشه، ریشه‌ها در آون ۶۵ درجه سلسیوس به مدت سه روز نگهداری شدند. بعد از هر برداشت برگ، وزن سبز آن‌ها یادداشت و در گرمخانه عمل‌آوری شدند. درآمد ناخالص از مجموع حاصلضرب وزن خشک برگ توتون در چین‌های مختلف با قیمت‌های خریداری شده محاسبه و قیمت یک کیلوگرم برگ توتون از تقسیم درآمد ناخالص بر وزن خشک توتون محاسبه گردید.

نتایج و بحث

شناسایی گونه و نژاد نماتود مولد گره ریشه

تعیین گونه و نژاد نماتود با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتود ماده و عکس‌العمل میزبان‌های افتراقی انجام گردید و مطالعات میکروسکوپی نشان داد که گونه و نژاد نماتود مولد گره ریشه خالص شده، متعلق به، *M. incognita* Race 2 می‌باشد (شکل ۴).



شکل ۴- الگوی انتهای بدن نماتود ماده مولد گره ریشه توتون *M. incognita* با بزرگنمایی ۴۰ (چپ) و۱۰۰ (راست) میکروسکوپ نوری

Fig. 4. Female perineal pattern of root knot nematode *M. incognita* with 40 (left) and 100(right) Light microscope.

ارزیابی درصد کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون توسط نماتودکش‌ها

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین بررسی درصد کاهش جمعیت نماتود مولد گره ریشه توتون توسط نماتودکش‌ها و همچنین شاخص گال، فاکتور تولید مثل، تعداد نماتود در خاک و ریشه، تعداد توده تخم و تعداد تخم در هر توده در جداول یک و دو نشان داده شده است و همان‌طور که مشاهده می‌شود بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. تیمار شاهد آلوده دارای بالاترین تعداد نماتود در خاک و ریشه، تعداد توده تخم، تعداد تخم در هر توده، فاکتور تولید مثل و شاخص گال بود. از نظر تعداد کل نماتود (تعداد نماتود در خاک و ریشه)، فاکتور تولیدمثل و تعداد تخم در هر توده، تیمارهای راگبی ۴۰ کیلوگرم در هکتار در هر سه زمان مصرف، بعد از تیمار شاهد آلوده، دارای بالاترین مقدار بودند؛ در حالی‌که تیمارهای نماکور ۸۰ کیلوگرم در هکتار در هر سه زمان مصرف، بعد از شاهد غیرآلوده دارای کم‌ترین مقدار بودند. از نظر درصد مهار نماتود مولد گره ریشه توتون، نماتودکش نماکور با ۸۶ درصد مهار به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار و قبل از نشاکاری در گروه a و تیمار نماکور با زمان مصرف همزمان با نشأکاری به میزان ۷۹ درصد مهار و نماکور با زمان مصرف بعد از نشاکاری به میزان ۷۴ درصد مهار در گروه b قرار داشتند و بعد از آن‌ها راگبی به میزان ۸۰ کیلوگرم در هکتار با زمان مصرف قبل از نشأکاری به میزان ۵۶/۴ درصد مهار در گروه c قرار دارد (جدول ۲). مقایسه نتایج حاصل از این آزمایش با نتایج تحقیقات

انجام شده با سایر محققین مشابه می‌باشد (Whitehead, 1998; Mashkoor and Sharma, 2002; Hosseininejad and Maleroodi, 2000; Hosseininejad and Nazerian, 2008; Abootorabi *et al.,* 2008). در بررسی نماتودکش‌های غیرتدخینی از جمله اگزامایل، نماکور، راگبی و موکاپ) در گلخانه‌های موز، مؤثرترین نماتودکش‌ها علیه نماتود مولد گره ریشه نماکور و اگزامایل بودند (Hosseininejad and Nazerian, 2008). در بررسی زمان مصرف و تأثیر سموم نماتودکش در کنترل نماتود مولد گره ریشه خیار گلخانه‌ای، نماتودکش‌های نماکور و راگبی با دز مصرفی ۲۲/۵ گرم در مترمربع، به‌طور مشابه با ۸۵/۱۵ درصد کنترل، بیش‌ترین تأثیر را داشته و مناسب‌ترین زمان سمپاشی، یک هفته قبل از کاشت بذر تعیین گردید (Abootorabi *et al.*, 2008). در تحقیقی برای کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون در سطح گلخانه بر روی رقم ویرجینیا از ضایعات توتون و نماتودکش راگبی گرانول ۱۰ درصد استفاده شد که نماتودکش راگبی مؤثرتر از ضایعات توتون بوده و مصرف بیش از حد ضایعات توتون موجب پژمردگی وزردی گیاه شد (Mahdavian *et al.*, 2000). نتایج بررسی دیگری نشان داد که اثر مقادیر مختلف ضایعات توتون و دو نماتودکش شیمیایی در مهار نماتود مولد گره ریشه پسته *M. javanica* در شرایط گلخانه بهترین تیمار به ترتیب نماتودکش راگبی ۱۰٪ به میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار و بعد از آن نماتودکش کربوفوران ۵٪ به میزان ۳۰ کیلوگرم در هکتار و گرد ضایعات توتون به مقدار ۴۵ تن در هکتار بیش‌ترین تأثیر را در کنترل نماتود داشتند. در همه تیمارها زمان مصرف ۳ روز بعد از تلقیح بود (Sojudi *et al*., 2002). همان‌طور که در جدول دو ارائه شده است نماتودکش نماکور نسبت به راگبی در دزهای مشابه از نظر درصد کنترل کنندگی، کارآیی بهتری داشته است. در هر دو سم، مؤثرترین دوز ۸۰ کیلوگرم در هکتار بوده است.

مقایسه فاکتورهای رشدی گیاه در تیمارهای مختلف

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین فاکتورهای رشد (ارتفاع بوته، تعداد برگ، وزن تر و خشک برگ، طول ریشه و وزن تر و خشک ریشه) در جداول یک و سه آمده است. به جز ارتفاع بوته، تعداد برگ و وزن تر برگ، در سایر فاکتورهای رشدی تفاوت معنی‌دار مشاهده گردید از نظر وزن تر ریشه بعد از تیمار شاهد غیر آلوده، تیمارهای نماکور با مقدار ۸۰ کیلوگرم در هکتار در هر سه زمان همگی در یک گروه ab قرار داشتند. کم‌ترین افزایش وزن تر ریشه نسبت به شاهد آلوده، تیمارهای راگبی ۴۰ کیلوگرم در هکتار در هر سه زمان مصرف قرار داشت که همگی در یک گروه e جای گرفتند. کوتاه‌ترین ارتفاع بوته برای شاهد آلوده ثبت شد (اشکال ۵، ۶ و ۷) که احتمالاً در اثر افزایش جمعیت نماتود در خاک و ریشه و ایجاد گال و کاهش کارآیی سیستم ریشه جهت جذب آب و مواد غذایی در اثر آلودگی به نماتود مولد گره ریشه است که این موارد با نتایج تحقیق سایر محققان مطابقت داشت (Adegbite and Agbaje, 2007; Adekunle and Fawole, 2003; Adegbite and Adesiyan, 2001). بهترین تیمار (نماکور ۸۰ کیلوگرم در هکتار با زمان مصرف قبل از نشاکاری) نسبت به شاهد آلوده از نظر قیمت هر کیلوگرم توتون، وزن خشک و درآمد ناخالص به ترتیب ۲۶/۶۱، ۳۳/۱۳ و ۴۹/۱۴ درصد افزایش داشت. به همین ترتیب شاهد آلوده نسبت به شاهد غیرآلوده از نظر قیمت هر کیلوگرم توتون، وزن خشک و درآمد ناخالص به ترتیب ۲۸/۹۴، ۳۶ و ۵۲/۸۳ درصد کاهش داشت. حداقل وزن خشک برگ توتون بعد از شاهد آلوده، در تیمارهای راگبی ۴۰ کیلوگرم در هکتار در هر سه زمان مصرف، بوده است. نتایج حاصل نشان داد که توتون‌های آلوده به نماتود مولد گره ریشه دارای کیفیت برگ خشک و عملکرد وزن خشک پایین‌تری هستند که با کاربرد نماتودکش‌های نماکور و راگبی و کاهش جمعیت نماتود مولد گره ریشه توتون، باعث افزایش رشد گیاه و افزایش وزن خشک برگ توتون و همچنین قیمت یک کیلوگرم توتون می‌گردند که میزان این افزایش در نماکور در مقادیر مشابه، بیش‌تر از راگبی بود که چنین نتایجی در تحقیقات برخی محققین گزارش شده است (Brodie and Gool, 1973; Kinloch and Rich, 2001). با توجه به بررسی‌های انجام شده، برای توصیه به کشاورزان و کاربردی شدن نتایج طرح، بررسی در سطح مزرعه لازم به نظر می‌رسد.

شکل ۵- ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای مختلف در چین سوم- ۶۵ روز بعد از نشأکاری (از راست به چپ: شاهد آلوده، نماکور ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعداز نشأکاری، شاهد غیرآلوده)

Fig. 5. Plant height in different treatments in 3th harvest 65 days after transplanting (right to left: infected control, Nemacure 40, 60 and 80 kg/ha after transplanting, healthy control)

شکل ۶- ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای مختلف در چین سوم- ۶۵ روز بعد از نشاکاری (از راست به چپ: شاهد آلوده، راگبی ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعد از نشاکاری، شاهد غیرآلوده)

Fig. 6. Plant height in different treatments in 3th time 65 days after transplanting (right to left: control with infection, Rugby 40, 60 and 80 kg/ha after transplanting, control without infection)

شکل ۷- ارتفاع بوته‌ها در تیمارهای مختلف در چین سوم- ۶۵ روز بعد از نشاکاری (از راست به چپ: شاهد آلوده، نماکور ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعد از نشاکاری، راگبی ۴۰، ۶۰ و ۸۰ روز بعد از نشاکاری، شاهد غیرآلوده)

Fig. 7. Plant height in different treatments in 3th time 65 days after transplanting (right to left: control with infection, Nemacure 40, 60 and 80 kg/ha after transplanting, Rugby 40, 60 and 80 kg/ha after transplanting, control without infection)

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر نماتودکش‌ها بر کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون و فاکتورهای رشدی توتون

Table1.Variance analysis of effect nematicide on root knot nematode andtobaccogrowth factors

میانگین مربعات Means square													
تعداد برگها Number of leaves	وزن برگها weight of leaves	ارتفاع گیاه plant height	طول ریشه Length of root	وزن خشک ریشه Root dry weight	وزن ریشه root weigh	وزن خشک برگها weight dryof leaves	بازده Income	میانگین قیمت هر کیلوگرم محصول average price per kilogram	درصد کنترل نماتود %Control nematode	تعداد توده تخم Number of eggs mass	میانگین تعداد تخم در هر توده average of eggs per egg mass	درجه آزادی Degrees of freedom	منبع تغییرات Source of variation (SOV)
4.93^{ns}	956^{ns}	72^{ns}	10.6^{**}	1083^{**}	1450^{**}	243^{**}	52262^{**}	1928355^{ns}	2043^{**}	33605^{**}	46650^{**}	19	تیمار Treatment
10.39	1807	101	1.51	46	90.9	109.9	14728	1535028	59	1716	5172	60	اشتباه آزمایشی Error
12.27	13.7	7.93	6.41	13.26	9.55	14.36	17.67	13.25	16.01	20.19	19.27		Coefficient of variation (٪)

*و**به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ و ۱ درصد **significant at 1% probability level.

^{ns} غیر معنی‌دار.^{ns} no significant.

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر نماتودکش‌ها بر کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون

Table 2.Means comparisonof nematicidesaffecton tobacco root knot nematode

درصد کنترل نماتود Control nematode (%)	شاخص تولیدمثل reproduction rate	شاخص گال Gall index	تعداد نماتود در هر گرم خاک Number of nematode in per gram soil	تعداد نماتود در هر ۱۰۰ گرم ریشه Number of nematode in per 100 gram root	تعداد نماتود در هر گلدان Number of nematode in pot	تعداد توده تخم Number of egg mass	میانگین تعداد تخم در هر توده average of eggs per egg mass	تیمار Treatment	
0 k	9.6 a	10 a	5.5 a	34 a	231593 a	377 a	477 a	شاهد دارای آلودگی control with infection	
28.6 j	6.6 b	8 b	4.25 b	17.5 c	158229 b	268 bcd	399 ab	پس از نشأکاری after transplant	
28.6 j	6.6 b	8.5 b	3.25 bcd	18.5 b	158118 b	286 bc	414 ab	همراه با نشأکاری synchronized transplant	
29.6 j	6.4 bc	8 b	3.75 bc	17.5 c	153605 bc	308 b	412 ab	قبل از نشأکاری befor transplant	راگبی ۴۰ Rugby 40
34 hi	6 bcd	4.2 d	2.75 cdef	13.6 d	145893 bcd	273 bcd	429 ab	بعد از نشأکاری after transplant	
36.4 hi	5.9 bcde	4 d	2.75 cdef	13.5 d	140861 bcde	270 bcd	422 ab	همراه با نشأکاری synchronized transplant	نماکور ۴۰ Nemacure 40
43 fg	5.2 cdef	4 d	2.75 cdef	11 e	126021 cdef	233 cde	420 ab	قبل از نشأکاری befor transplant	
43 fg	5.2 cdef	7.5 b	2.75 cdef	12.6 de	12360 cdef	249 bcde	380 abc	بعد از نشأکاری after transplant	
42 fg	5.3 cdef	6 c	2.5 chef	12 de	129042 cdef	245 bcde	402 ab	همراه با نشأکاری synchronized transplant	راگبی ۶۰ Rugby 60
44 fg	5.2 cdef	6 c	1.25 ghi	13 de	124428 defg	264 bcd	404 ab	قبل از نشأکاری befor transplant	
44 fg	5.2 cdef	3.2 de	2 defgh	9 ef	124512 defg	214 de	422 ab	بعد از نشأکاری after transplant	
43 fg	5.2 cdef	3 de	1.75 efghi	9 ef	126676 cdef	128 fgh	441 ab	همراه با نشأکاری synchronized transplant	نماکور ۶۰ Nemacure
48 f	4.7 efg	2 ef	1.5 fghi	8 fg	114488 efg	122 fgh	427 ab	قبل از نشأکاری befor transplant	
51.8 d	4.4 efg	4 d	3 cdef	9 ef	106769 fg	184 efg	408 ab	بعد از نشأکاری after transplant	
50 d	4.6 efg	3.5 de	2.75 cdef	9 ef	110893 fg	193 ef	421 ab	همراه با نشأکاری synchronized transplant	راگبی ۸۰ Rugby 80
56.4 c	4 g	3.5 de	2 defgh	8.5 fg	96712 g	192 ef	350 bc	قبل از نشأکاری befor transplant	
72 b	2.3 h	1.2 fg	0.75 hij	4 h	57072 h	129 fgh	352 bc	بعد از نشأکاری after transplant	
79 b	1.95 h	1.5 f	0.5 ij	3.3 h	47035 h	98 h	290 c	همراه با نشأکاری synchronized transplant	نماکور ۸۰ Nemacure 80
86 a	1.3 h	1 fg	0.5 ij	2 h	31970 h	66 h	182 d	قبل از نشأکاری befor transplanting	
-	0 i	0 g	0 j	0 i	0 i	0 i	0 e	شاهد بدون آلودگی control without infection	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

Means followed by same letter in each column are not significantly different at 1% probability level according to DMRT.

جدول۳- مقایسه میانگین اثر نماتودکش‌ها بر کنترل نماتود مولد گره ریشه توتون و فاکتورهای رشدی گیاه

Table 3.Means comparisonof nematicide's effecton tobacco root knot nematodeandtobaccogrowth factors

طول ریشه (سانتی متر) Length of root (cm)	وزن ریشه (گرم) Root weigh(gr)	وزن خشک ریشه (گرم) Root dry weight (gr)	وزن برگ (گرم) weight of leaves (gr)	بازده (ریال در هر گیاه) Income (Rials/ plant)	میانگین قیمت هر کیلوگرم (ریال) average price per kilogram (Rials)	**Treatment**تیمار	
17 i	55 f	31 g	56 f	425 f	7325 c	شاهد دارای آلودگیcontrol with infection	
17.5 hi	71 e	33.75 fg	63 ef	522 ef	8290 bc	پس از نشاکاری after transplant	راگبی ۴۰ Rugby 40
17.25 hi	71.5 e	36.25 efg	64.5 def	534 ef	8220 bc	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
17.5 ghi	70.75 e	35.5 efg	65 def	575 def	8873 abc	قبل از نشاکاری befor transplant	
19.75 cde	91.25 cd	45 de	67.75 cdef	629 cde	9382 ab	بعد از نشاکاری after transplant	نماکور ۴۰ Nemacure 40
19.25 def	90 cd	41.5 def	68.25 cdef	637 cde	9339 ab	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
19.25 def	94.75 cd	46.75 d	68 cdef	637 cde	9334 ab	قبل از نشاکاری befor transplant	
16.75 ghi	83 de	37.25 efg	70 bcdef	647 bcde	9204 ab	بعد از نشاکاری after transplant	راگبی ۶۰ Rugby 60
18.75 efgh	90.5 cd	42.5 def	71 bcde	742 bcde	9610 ab	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
19 i	88 cd	41.5 def	73 abcde	711 bcd	9715 ab	قبل از نشاکاری befor transplant	
19.5 de	120.75 b	63.75 c	75 abcde	707 bcd	9469 ab	بعد از نشاکاری after transplant	نماکور ۶۰ Nemacure 60
19.25 def	120.75 b	64 c	76 abcde	742 abcd	9683 ab	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
21.25 abc	130.25 ab	71.25 bc	72 abcde	683 bcde	9721 ab	قبل از نشاکاری befor transplant	
17.75 fghi	92 cd	43 def	77 abcde	765 abcd	9675 ab	بعد از نشاکاری after transplant	راگبی ۸۰ Rugby 80
18.75 efgh	96.5 c	44.25 de	78 abcd	763 abc	9703 ab	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
19.5 de	96 cd	43.5 de	81 abc	785 abc	9585 ab	قبل از نشاکاری befor transplant	
20.75 bcd	129.75 ab	70 bc	79 abcd	765 abc	9638 ab	بعد از نشاکاری after transplant	نماکور ۸۰ Nemacure 80
21.5 ab	131.75 ab	73.75 b	79 abcd	781 abc	9856 ab	همراه با نشاکاری synchronized transplant	
21.25 abc	132.5 ab	76.25 ab	83 ab	837 ab	9983 ab	قبل از نشاکاری befor transplanting	
22 a	139.5 a	83.75 a	87 a	903 a	10309 a	شاهد بدون آلودگیcontrol without infection	

در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

Means followed by same letter in each column are not significantly different at 1% probability level according to DMRT.

References

Abootorabi, E., Hosseininejad, S. A. and Babaie, M. 2008. Effect of time of application of nematicides on root-knot nematode (*Meloidogyne javanica*) on cucumber under greenhouse condition. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress 2: 563.

Adegbite, A. A. and Adesiyan, S. O. 2001. Efficacy of Furadan (Carbofuran) on the performance of four Nematode susceptible varieties of soybean (*Glycine max* L.) Merr. Tropical Oilseeds Journal 6: 11-23.

Adegbite, A. A. and Agbaje, G. O. 2007. Efficacy of Furadan(Carbofuran) in control of Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita* Race 2) in Hybrid Yam Varieties in South-Western Nigeria. World Journal of Agricalture Sciennces. 3(2): 256-262.

Adekunle, O. K. and Fawole, B. 2003. Chemical and non chemical control of *Meloidogyne incognita* infecting cowpea under field conditions. Moor Journal of Agricultural Research 4: 94-99.

Akhyani, A., Mojtahedi, H. and Naderi, A. 1984. Root-knot nematode of species and races physiological in Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 20(1): 57-71.

Ameri, M., Kheiri, M., Damadzadeh, M. and Rahimian, H. 2004. An Evaluation of the efficacy of *pasteuria penetrans* for control of *Meloidogyne javanica.* Iranian Journal of Plant Pathology 40 (1-2): 1-14.

Brodie, B. B. and Gool, J. M. 1973. Efficacy of selected volatile and non volatile nematicides for control of *Meloidogyne incognita* in Tobacco. Journal of Nematology 5: 14-18.

Chen, P. and Roberts, P. A. 2003. Virulence in *Meloidogyne hapla* differentiated by resistance in common bean (*Phaseolus vulgaris*). Nematology 5: 39-47

Di Vito, M., Vovlas, N. and Castillo, P. 2004. Host-parasite relantionships of *Meloidogyne incognita* on spinach. Plant Pathology 53: 508-514.

Goyal, J. P., Sharma, H. C. and Pathak, V. N. 1979. Control of root-knot of eggplant by Tagetes plantation and use of nematicides.Udyanika 2: 36-38.

Hosseininejad, S. A. and Maleroodi, K. M. R. 2000. Control of root knot nematode by non fumigant nematicides in olive. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress. Volume 2: 153.

Hosseininejad, S. A. and Nazerian, E. 2008. Control of root knot nematode of banana by non-fumigent nematicides under greenhouse condition. Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress. 2: 551.

Jepson, S. B. 1987. Identification of Root Knot Nematodes (*Meloidogyne* species), Wallingford, UK, CAB international, 256pp.

Kinloch, R. A. and Rich, J. R. 1998. Responses of cotton yield and *Meloidogyne incognita* soil populations to soil applications of aldicarb and 1,3 D in florida. Journal of nematology 30: 639-642.

Kinloch, R. A. and Rich, J. R. 2001. Tobacco Nematode Management. available at: http://edis .ifas.ufl.edu.

Koenning, S. R., Bailey, J. E., Schmitt, D. P. and Barker, K. A. 1998. Management of plant-parasitic nematodes on Peanut with selected nematicides in north carolina. Journal of nematology 30 :643-650.

Lucas, G. B. 1975. Disease of Tobacco, 3rd ed. Biological consulting Associates, Releight, north Carolina. 621pp.

Mahdavian, A., Eshtiaghi, H., Barooti, S. and Mojdehi, H. R. 2000. A. effective method to control *Meloidogyne incognita* on tobacco in greenhouse. Proceedings of the 14th Iranian Plant Protection Congress. 2: 120.

Mashkoor, A. M. and Sharma, N. 2002. Nematode control in crops. IBDC. 436pp.

Narayana, R. and Prasad, D. 1999. Effect of seed soaking in carbosulfan and triazophos on plant growth of sunflower infected with *Meloidogyne incognita* race1. Annals of plant protection sciences7(2): 190-193.

Omidvar, M., Jalili, M. and Karimi, J. 1974. Control of Root-Knot Nematode with nematicides. Annual report of Rasht Tobacco 15-29.

Rostami, M., Hoseininejad, A. and Hosseinipour, A. 2004. Studies the different rate of Vapam in compaision Methyl bromide to control cucumber root knot nematodes. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress. 2: 253.

Sadegh Moosavi, S., Karegar, A. and Deljoo, A. 2006. Responses of some common cucumber cultivars in Iran to root-knot nematode, *Meloidogyne incognita,* under greenhouse conditions. Iranian Journal of Plant Pathology 42(2): 241-252.

Sajjadi, A., Hosseininejad, A., Assemi, H. and Najafi, M. 2010. Identification and distribution of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.) in the tobacco fields in Golestan province/Iran. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress 2: 633.

Sajjadi, A., Hosseininejad, A. and Assemi, M. 2012. Determination of damage of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on some of tobaccoc commerical cultivars in pot condition. Entomology and Phytopathology 80(1): 13-22.

Sojudi, M. M., Eshtiaghi, H. and Barooti, S. 2002. Effects of different amounts of a soil amendment and two nematicides on control of root-knot nematode in pistachio trees under greenhouse conditions. Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress 2: 129.

Taylor, A. L. and Sasser, J. N. 1978. Biology, identification and control of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.) North Carolina State University Graphics. 111pp.

Vovlas, N. Simoes, N. J. O. and Sasanellia, N. 2004. Host-Parasite relationships in tobacco plants infected with a Root-Knote nematode(*Meloidogyne incognita*) Population from the Azores. Phytoparasitica 32: 167-173.

Whitehead, A. G. 1998. Plant Nematode control. C.A.B. 384pp.

Zeck, W. M. 1971. A rating scheme for field evaluation of root knot nematode infestations. Pflanzenschutz- Nachrichten. Bayer AG. 24: 141-144.