

## تعیین میزان خسارت نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne incognita*) در برخی ارقام تجاری توتون در شرایط گلدانی\*

سید افشین سجادی<sup>۱</sup>✉، سید عباس حسینی‌نژاد<sup>۲</sup> و هدی عاصمی<sup>۱</sup>

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

۲- بخش ناماتولوژی، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور، تهران

(تاریخ دریافت: آبان ۱۳۸۹، تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۰)

### چکیده

نماتدهای مولد غده ریشه (*Meloidogyne* spp.) یکی از مهم‌ترین نماتدهای بیماریزای توتون در تمام مناطق کشت توتون می‌باشند. در این تحقیق، به منظور تعیین میزان خسارت نژاد دو گونه نماتد مولد غده ریشه *Meloidogyne incognita* آزمایشی به صورت فاکتوریل با بکارگیری دو عامل، با شش سطح جمعیت‌های ۰، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ تخم و لارو سن دو نماتد به هر گرم خاک گلدان و ارقام تجاری توتون (کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶) در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۸ تیمار در ۴ تکرار در سال ۱۳۸۸ در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش بررسی شد. بعد از ۴ چین برداشت، ارزیابی از ریشه‌ها و استخراج و شمارش نماتد از خاک و ریشه انجام شد و صفات نمره گال، ضریب تولید مثل، تعداد نماتد، وزن خشک و تر برگ، ارتفاع بوته، وزن ریشه، درآمد ناخالص و متوسط قیمت توتون محاسبه و تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. نتایج نشان داد که با افزایش جمعیت، رشد گیاه کاهش بیشتری یافته و حداکثر کاهش در جمعیت ۹ نماتد در هر گرم خاک مشاهده گردید. آستانه خسارت نماتد برای هر سه رقم ۳ نماتد در هر گرم خاک تعیین شد. حداکثر میزان ضریب تولید مثلی نماتد (Rf) به میزان ۶۹/۸۳ برای جمعیت اولیه ۵ نماتد در هر گرم خاک بود. حداکثر خسارت، برای جمعیت ۹ نماتد در هر گرم خاک برای ارقام کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶ به میزان ۸۴، ۸۰ و ۷۳ درصد بود.

واژه‌های کلیدی: خسارت، نماتد مولد غده ریشه (*Meloidogyne incognita*)، توتون.

### Determination of damage of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on some of tobacco commercial cultivars in pot condition

S. A. SAJJADI<sup>1</sup>✉, A. HOSSEININEJAD<sup>2</sup> and H. ASSEMI<sup>1</sup>

1- Tirtash Reaserch and Education Center, Behshahr, Iran

2- Iranian Research Institute of Plant Protection, P. O. Box 1454, Tehran 19395, Iran

### Abstract

Root knot nematodes (*Meloidogyne* spp.) are one of the important parasitic nematodes of tobacco in almost all tobacco-growing areas. Determination of damage of *Meloidogyne incognita* (Kofoid and White, 1919) Chitwood, 1949(race-2) on some of tobacco commercial cultivars, this study was carried out in factorial with two factors including: six inoculums levels namely 0, 1, 3, 5, 7, 9 eggs and second stage juveniles(J2) per gram of pot soil under artificial inoculations and some of tobacco commercial cultivars (Coker 347, Burely 21, K326) based on completely randomized design (CRD) with 18 treatments and four replication in Tirtash Research and Education Centre in 2009 year. After 4 times harvesting, nematodes were extracted from soil and root. The number of nematodes were counted in roots and soil. Gall index, reproduction factors (Rf), the growth factors, fresh and dry weight of leaves, height of plant, fresh and dry weight of roots, income and average Price per kilogram were measured. The givendata were analyzed with MSTAT-C program. The results showed that, there was a progressive decrease in plant growth as the inoculums levels of the nematode increased nine nematodes per gram soil, reduction maximum in growth parameters of all tested tobacco cultivars. Damage of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on some of tobacco commercial cultivars was Determined 3 eggs and second stage juveniles (J2) per gram of pot soil. The maximum nematode reproduction factors (Rf) was 69/83 at an initial population density of 5 eggs and second stage juveniles (J2) per gram of pot soil. Maximum damage of 84%, 80% and 73% were obtained for Coker 347, Burley 21 and K326, respectively.

**Key words:** Damage, root knot nematodes, *Meloidogyne incognita*, tobacco.

\*این مقاله قسمتی از طرح مصوب با شماره ۳۰۱-۳۰۸ که در مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش اجرا شده است.

## مقدمه

نماتدهای مولد غده ریشه از نظر اقتصادی مهم‌ترین نماتدهای پارازیت گیاهی در سطح جهان می‌باشند که به طیف وسیعی از گیاهان حمله می‌کنند. پراکندگی جهانی، وسعت دامنه میزبانی و تعامل با سایر بیمارگرهای گیاهی، آنها را به عنوان یکی از پنج عامل درجه اول بیماریزا و در رده مهم‌ترین بیمارگرهای گیاهی، که رشد گیاهان را تهدید می‌کند، قرار داده است. این نماتد انگل داخلی ساکن بوده و به بیش از ۲۰۰۰ گونه گیاهی حمله می‌کند (Lucas, 1975). این عامل بطور مستقیم و غیر مستقیم موجب خسارت توتون و کاهش عملکرد می‌گردد. گیاهان مبتلا به طور کلی کوتوله و زرد می‌شوند و بیشتر علائم آن کاهش کارایی سیستم ریشه می‌باشد که وجود گره‌ها یا گال‌هایی در ریشه از جمله مهم‌ترین نشانه‌های بیماری است (Taylor and Sasser, 1978).

Barker et al. (1976) آستانه خسارت گوجه فرنگی به نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita*) را ۱ تا ۲ عدد تخم و لارو در هر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش کردند. Arens and Rich (1980) در فلوریدا میزان خسارت ۳ سطح اینوکلوم (۴، ۱۶ و ۶۴ تخم و لارو سن دوم در هر ۱۰۰ سانتی‌متر مکعب خاک) ۲ گونه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1 and *M. javanica*) بر روی توتون رقم MacNair 944 در مزرعه در سطح میکرو پلات ارزیابی نموده و گزارش کردند که با افزایش جمعیت اولیه نماتد میزان خسارت به توتون افزایش یافته و میزان خسارت *M. javanica* در جمعیت‌های مشابه بیشتر بوده و حداکثر خسارت در سال اول ۵۸ و در سال دوم ۷۰ درصد بود. Di Vito et al. (1985) در جنوب ایتالیا با بررسی جمعیت‌های مختلف نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1) روی فلفل شیرین رقم Yolo Wonder در آزمایشات مزرعه‌ای در سطح میکروپلات‌ها، حد تحمل فلفل به نماتد را ۰/۱۶۵ تا ۲/۲ تخم و لارو در هر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش نمودند. Di Vito et al. (1986) در ایتالیا با بررسی جمعیت‌های مختلف نماتد مولد غده ریشه

(*M. incognita* race 1) روی ارقام حساس (یولو واندر) و مقاوم (۸۵۵۵۸) فلفل شیرین در سطح گلخانه در آزمایشات گلدانی، حد تحمل فلفل به نماتد را ۰/۷۴ تخم و لارو سن دو در هر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش نمود. Di Vito et al. (1988) در بررسی اثر نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita*) روی کیوی در آزمایشات گلدانی در ایتالیا جمعیت ۰/۴۳ تخم و لارو در سانتی‌متر مکعب خاک را بعنوان حد تحمل (Tolerance limit) ذکر نمودند و در جمعیت ۳۲ و یا بیشتر تخم و لارو در سانتی‌متر مکعب خاک، بیشترین توقف رشد را که در حدود ۵۵ درصد بود گزارش نمودند. Vovlas and Di Vito et al. (1991) در ایتالیا با بررسی ارتباط بین جمعیت‌های مختلف دو گونه از نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1 and *M. javanica*) بر روی رشد نشا قهوه (*Coffea arabica* L.) در شرایط گلدانی در آزمایشات گلخانه‌ای، گزارش نمودند که حد تحمل نشاهای قهوه برای *M. incognita* race 1 ۲/۰۹ تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر مکعب خاک و برای *M. javanica* ۱/۹ تا ۱/۳۴ تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر مکعب خاک برای وزن سبز گیاه گزارش نمودند. Chan and Lopez (1992) اثر جمعیت‌های مختلف *M. incognita* بر روی رشد گوجه فرنگی رقم تروپیک (Tropic) در شرایط گلخانه بررسی نمودند و حد تحمل گوجه فرنگی بر وزن تر ریشه، ۲۰۰ تخم در ۱۰۰ میلی لیتر خاک گزارش شد. Castillo et al. (2001) در جنوب اسپانیا، آستانه خسارت توت سفید (*Morus alba* L.) به نماتد مولد غده ریشه (*M. arenaria* race 2) را ۱/۱ (برای ارتفاع گیاه) و ۱/۳۸ (برای وزن سبز گیاه) تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش کردند. DI VITO et al. (2004) آستانه خسارت اسفناج رقم سیمفونی (Symphony) به نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1) را ۰/۲۵ (برای ارتفاع گیاه) و ۰/۵ (برای وزن سبز گیاه) تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر مکعب خاک گزارش کردند. Vovlas et al. (2005) آستانه خسارت سیب زمینی رقم اسپونتا (Spunta) به نماتد مولد غده ریشه (*M. javanica*) را ۰/۶۴ (برای ارتفاع گیاه) و

گیاهچه‌های توتون رقم ویرجینیا (کوکر ۳۴۷) صورت گرفت. یک عدد کیسه تخم به خاک یک عدد نشا توتون در مرحله چهار تا شش برگی اضافه نموده و ۴۵ تا ۶۰ روز بعد مقدار کافی کیسه تخم به دست آمد. جهت استخراج نماتدها از خاک و ریشه گلدان‌های آزمایشی از روش‌های (Jenkins 1967) و (Coolen and D' herde 1972) و (Jepson 1987) استفاده شد و شمارش تعداد نماتدها با اسلاید شمارش محاسبه گردید.

**۲- تعیین گونه و نژاد نماتد:** پس از تکثیر توده تخم منفرد (single egg mass)، تعیین گونه نماتد با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتد ماده (Perineal pattern) انجام گردید. 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 مایه زنی شدند و در گلخانه با دمای ۲۵ تا ۲۷ درجه سانتی‌گراد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. بعد از گذشت ۶۰ روز از زمان مایه زنی، بوته‌ها از خاک در آورده و سیستم ریشه طبق روش تایلر و ساسر بررسی و نژاد نماتد تعیین گردید. میزبان‌های افتراقی شامل: پنبه رقم Deltapin 16، توتون رقم NC-95، هندوانه رقم Charleston grey، فلفل رقم Early California، گوجه فرنگی رقم Rutgers و بادام زمینی رقم گلی آستانه.

**۳- تعیین میزان خسارت:** به منظور تعیین میزان خسارت نماتد مولد غده ریشه توتون، آزمایشی به صورت فاکتوریل دو عاملی و در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار اجرا گردید. عامل اول رقم توتون در سه سطح کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶ و فاکتور دوم جمعیت نماتد در شش سطح ۰ (شاهد)، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ تخم و لارو سن دو نماتد بود. جمعیت‌های مختلف به هر گرم خاک گلدان با قطر دهانه ۳۰ سانتی‌متر با گنجایش ۱۲ کیلوگرم خاک بر روی ارقام تجاری توتون بررسی شد. گلدان‌ها در محوطه مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش (طول جغرافیایی ۵۳ درجه و ۴۴ دقیقه شرقی

۰/۵ (برای وزن سبز گیاه) تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر خاک گزارش کردند. (Sherif et al. 2007) با بررسی نقش سطوح مختلف جمعیت نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita*) بر روی گوجه فرنگی رقم کاستل روک (Castle Rock) و فلفل رقم آن‌احایم (Anaheim)، گزارش نمودند که با افزایش جمعیت اولیه نماتد از ۲۵۰ به ۱۰۰۰ تخم در ۸۵۰ گرم خاک گلدان، میزان خسارت (کاهش وزن تر) در گوجه فرنگی از ۱۸/۶ درصد به ۴۳/۹ درصد افزایش یافت. همچنین، برای فلفل با افزایش جمعیت اولیه نماتد از ۱۰۰۰ به ۲۰۰۰ تخم در ۸۵۰ گرم خاک گلدان، میزان خسارت (کاهش وزن تر) از ۴۰/۴ درصد به ۷۳/۲ درصد افزایش یافت. بعلاوه مشخص گردید که در جمعیت‌های مشابه (۱۰۰۰ تخم در ۸۵۰ گرم خاک گلدان)، گوجه فرنگی نسبت به فلفل، حساس‌تر است. (Vovlas 2008) *et al.* با بررسی ارتباط جمعیت اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1) و میزان خسارت گیاه کرفس در شرایط گلخانه، حد تحمل گیاه به نماتد، ۰/۱۵ تخم و لارو سن دو در هر میلی لیتر خاک گزارش کردند. حداکثر ضریب تولید مثل (Rf) برای جمعیت اولیه، چهار تخم و لارو سن دو در هر میلی لیتر خاک ثبت گردید.

با توجه به اینکه در کشور در مورد میزان خسارت این نماتد به توتون تحقیقی زیادی صورت نگرفته است لذا اجرای این طرح جهت تعیین سطح خسارت و تصمیم‌گیری در خصوص ضرورت اجرای پیشگیری و اعمال روش‌های کنترل نماتد و تدابیر مدیریتی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این تحقیق بررسی ارتباط بین جمعیت‌های مختلف نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita*) روی عملکرد ارقام تجاری توتون و تعیین میزان خسارت آن می‌باشد.

## روش بررسی

**۱- استخراج، خالص سازی و تکثیر نماتد:** پس از تهیه نمونه‌های ریشه آلوده به نماتد از مزارع توتونکاری اطراف گرگان، ابتدا تکثیر توده تخم منفرد (single egg mass) روی

شد.

۲- تعیین میزان خسارت: نتایج آنالیز واریانس ارتباط جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه بر نمره گال، ضریب تولید مثل، تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال و فاکتورهای رشدی توتون در جداول ۱ تا ۳ نشان داده شده است و بین تیمارها اختلاف معنی داری وجود داشت. در مورد شاخص‌های نماتد چون تیمار شاهد حذف گردید لذا در جدول ۱ در خصوص درجه آزادی با سایر جداول متفاوت است. تیمار شاهد در شاخص‌های اندازه گیری توتون لحاظ شده است. بیشترین نمره گال و ضریب تولید مثل (Rf)، تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال برای جمعیت ۵ نماتد در هر گرم خاک، ثبت گردید و بعد از آن جمعیت‌های ۷، ۹، ۳ و ۱ نماتد در هر گرم خاک قرار داشتند. همچنین کمترین مقدار برای شاهد بدون نماتد بود. بیشترین مقدار وزن سبز و خشک برگ توتون برای تیمار شاهد (بدون آلودگی) و تیمار یک نماتد در هر گرم خاک که در یک گروه قرار گرفتند. کمترین مقدار وزن سبز و خشک برگ توتون، درآمد ناخالص، متوسط قیمت توتون، ارتفاع بوته و وزن ریشه برای جمعیت ۹ نماتد در هر گرم خاک و بیشترین مقدار برای شاهد ثبت گردید. با افزایش جمعیت نماتد در خاک میزان ارتفاع بوته، وزن تر و خشک برگ و ریشه، متوسط قیمت توتون و درآمد ناخالص کاهش پیدا کرد. در مقایسه ارقام از نظر نمره گال، ضریب تولید مثل، تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال بیشترین مقدار برای رقم بارلی ۲۱ و سپس کوکر ۳۴۷ و در رتبه آخر کا ۳۲۶ قرار داشت. از نظر ارتفاع بوته و وزن سبز و خشک ریشه برای کا ۳۲۶ بیشترین مقدار و بعد از آن بارلی ۲۱ و کمترین مقدار برای کوکر ۳۴۷ ثبت گردید. از لحاظ درصد قند برگ ارقام گرمخانه ای مانند کا ۳۲۶ و کوکر ۳۴۷ دارای میزان بیشتری (بالای ۱۰ درصد) نسبت به توتون‌های هواخشک مانند بارلی ۲۱ (کمتر از یک درصد) می‌باشد همچنین ارقام هواخشک درصد نیکوتین بیشتری نسبت به ارقام گرمخانه‌ای

و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۴۲ دقیقه شمالی و با ارتفاع ۱۴ متر از سطح دریا و میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه به ترتیب ۱۲ و ۲۲ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه ۶۵۲ میلی‌متر در سال زراعی (۱۳۸۸) با متوسط دمای ۱۹/۱ درجه سانتیگراد در بهار و ۲۶/۷ درجه سانتیگراد در تابستان نگهداری شدند. بعد از ۴ چین برداشت برگ (سه ماه بعد از نشاکاری)، ارزیابی از ریشه‌ها و شمارش نماتد در ریشه و خاک انجام شد و صفات نمره گال، ضریب تولید مثل، وزن تر و خشک برگ، ارتفاع بوته، قیمت هر کیلوگرم توتون محاسبه شد و تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTAT-C انجام شد. در محاسبات آماری در خصوص شاخص‌های مربوط به نماتد، چون شاهد دارای جمعیت اولیه صفر بوده و در نتیجه شاخص گال، ضریب تولید مثل، تعداد توده تخم، میانگین تخم در هر توده و تعداد گال آن صفر خواهد شد لذا برای جلوگیری از کاهش دقت آزمایش این تیمار را حذف و بصورت در پنج سطح جمعیت نماتد با هم مقایسه گردید. محاسبه فاکتور تولید مثل طبق فرمول  $RF = Pf/Pi$  انجام شد. در این معادله Rf فاکتور تولید مثل، Pf جمعیت نهایی و Pi جمعیت اولیه است. مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون چند دامنه دانکن  $\alpha = 1\%$  صورت گرفت. درصد خسارت نماتد مولد غده ریشه به توتون طبق فرمول زیر محاسبه گردید:

$$100 \times \frac{\text{وزن خشک برگ در تیمار} - \text{وزن خشک برگ در شاهد}}{\text{وزن خشک برگ در شاهد}} = \text{درصد خسارت}$$

## نتیجه و بحث

۱- شناسایی گونه و نژاد نماتد مولد غده ریشه: تعیین گونه نماتد با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتد ماده (Perineal pattern) شناسایی شد (Jepson, 1987). عکس‌العمل میزبان‌های افتراقی به نماتد مولد غده ریشه توتون روی پنبه و بادام زمینی منفی بوده در صورتی‌که روی سایر میزبان‌ها به راحتی تکثیر یافته و غده تولید نمود. بر اساس عکس‌العمل میزبان‌های افتراقی، نژاد دو گونه *M. incognita* Race 2 شناسایی

نژاد دو نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race2) در هر سه رقم توتون مورد آزمایش بیماریزا بود و رشد گیاه با افزایش جمعیت رابطه معکوس داشت. میزان زردی و زوال گیاه با میزان جمعیت نماتد نسبت مستقیم داشت و با افزایش جمعیت نماتد علائم بیماری در گیاه تشدید شد. از نظر وزن خشک برگ و سایر فاکتورهای رشدی تیمار شاهد و جمعیت اولیه یک نماتد در هر گرم خاک در یک گروه قرار داشتند و میزان خسارت برای شاهد و تیمار جمعیت اولیه یک نماتد در هر گرم خاک در یک گروه قرار گرفتند بنابراین جمعیت یک نماتد در هر گرم خاک در ارقام توتون کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶ خسارت وارد نکرده ولی جمعیت‌های ۳، ۵، ۷ و ۹ از نظر وزن خشک برگ توتون با شاهد اختلاف معنی دار نشان داد و باعث خسارت شدند. بیشترین نمره گال و ضریب تولید مثل (Rf) برای جمعیت ۵ نماتد در هر گرم خاک، تعیین گردید. بنابراین برای تهیه مایه تلقیح برای آزمایشات، جمعیت اولیه ۵ نماتد برای هر گرم خاک مناسب می‌باشد. کمترین میزان خسارت برای شاهد و تیمار یک نماتد در هر گرم خاک برای هر سه رقم توتون و حداکثر میزان خسارت برای جمعیت‌های ۹ نماتد در هر گرم خاک برای ارقام کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶ به میزان ۸۴، ۸۰ و ۷۳ درصد تعیین شده است. تلقیح گیاهان توسط نماتد باعث کاهش معنی دار ارتفاع بوته، وزن خشک و تر برگ، درآمد ناخالص، متوسط قیمت توتون و وزن ریشه در تمامی ارقام در مقدار جمعیت ۳ و بالاتر تخم و لارو نماتد در هر گرم خاک گلدان گردید. بنابراین جمعیت ۳ و بالاتر تخم و لارو سن دو نماتد در هر گرم خاک به توتون در هر سه رقم تجاری (کوکر ۳۴۷، بارلی ۲۱ و کا ۳۲۶) خسارت وارد می‌کند. (Vovlas *et al.* (2004) آستانه خسارت توتون رقم ارزگووینا (Erzegovina) به نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 1) را ۱/۲۵ تخم و لارو سن ۲ در هر سانتی‌متر خاک برای ارتفاع و وزن سبز گیاه گزارش کردند.

دارند. در جدول ۴ مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه بر نمره گال، ضریب تولید مثل، تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال و گروه‌بندی تیمارها آمده است که بیشترین مقدار به ترتیب برای بارلی ۲۱، کوکر ۳۴۷ و کا ۳۲۶ با جمعیت ۵ نماتد در هر گرم خاک و کمترین میزان برای شاهد بدون آلودگی به نماتد ثبت گردید. در جدول ۵ اثر متقابل ارقام مختلف و جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه بر ارتفاع بوته، وزن تر و خشک ریشه و گروه بندی تیمارها آمده است که بیشترین مقدار برای شاهد کا ۳۲۶ و بعد از آن برای شاهد بارلی ۲۱ و کوکر ۳۴۷ و کمترین مقدار برای کوکر ۳۴۷ با جمعیت ۹ نماتد در هر گرم خاک ثبت گردید. از نظر درصد خسارت کمترین مقدار برای شاهد که با جمعیت یک نماتد در هر گرم خاک برای هر سه رقم در یک گروه قرار داشتند و بیشترین مقدار برای جمعیت ۹ نماتد در هر گرم خاک برای رقم کوکر ۳۴۷ و بارلی ۲۱ که در یک گروه قرار داشتند. در شکل یک اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه بر وزن خشک برگ توتون در ارقام مختلف نشان می‌دهد که برای ارقام کا ۳۲۶، بارلی ۲۱ و کوکر ۳۴۷ به ترتیب از رابطه:

$$Y = -0.6179X^2 - 3.1714X + 106.06 (R^2 = 0.99^{**})$$

$$Y = -0.22X^2 - 7.88X + 109.58 (R^2 = 0.97^{**})$$

$$Y = 0.5268X^2 - 16.043X + 116.08 (R^2 = 0.94^{**})$$

پیروی می‌کند که  $Y$  برابر وزن خشک برگ توتون به گرم و  $X$  برابر جمعیت اولیه نماتد در هر گرم خاک می‌باشد. همچنین در شکل ۲ اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه بر میزان خسارت (کاهش وزن خشک توتون) ارقام کا ۳۲۶، بارلی ۲۱ و کوکر ۳۴۷ نشان می‌دهد که به ترتیب از رابطه:

$$Y = 0.6427X^2 + 2.5127X - 0.898 (R^2 = 0.99^{**})$$

$$Y = 0.2234X^2 + 7.5856X - 6.6998 (R^2 = 0.97^{**})$$

$$Y = -0.5242X^2 + 15.963X - 15.503 (R^2 = 0.94^{**})$$

پیروی می‌کند که  $Y$  برابر درصد خسارت و  $X$  برابر جمعیت اولیه نماتد در هر گرم خاک می‌باشد.

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 2) بر نمره گال، ضریب تولید مثل، تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال در ارقام مختلف توتون

**Table 1.** Variance analysis of effect of initial population density (pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 and Gall index, reproduction factor, Number of eggs mass, average of eggs per egg mass and Gall number in different tobacco cultivars

Means square میانگین مربعات					Df	Source of variation (SOV) منابع تغییرات
Gall number تعداد گال	average of eggs per egg mass میانگین تعداد تخم در هر توده	Number of eggs mass تعداد توده تخم	reproduction rate ضریب تولید مثل	Gall index نمره گال		
20293.2**	15820.2**	1805664**	1031.8**	22.05**	2	Cultivars ارقام
20728.4**	133539.4**	37676922**	6477.4**	42.14**	4	Nematode population جمعیت نماتد
1198.2**	2811.72**	284179.7**	85.1**	3.2**	8	Cultivars× Nematode population ارقام × جمعیت نماتد
16.07	61.24	33721.6	8.03	0.367	45	Error خطا
5.05	2.02	8.5	8.6	8.7		Coefficient of variation ضریب تغییرات (%)

\*\* significant at 1% probability level.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 2) بر فاکتورهای رشدی در ارقام مختلف توتون

**Table 2.** Variance analysis of effect of initial population density (pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 and growth factors in different tobacco cultivars

Means square میانگین مربعات					Df	Source of variation (SOV) منابع تغییرات
dry weight of leaves وزن خشک برگ	weight of leaves وزن تر برگ	dry weight of root وزن خشک ریشه	weight of root وزن تر ریشه	height of plant ارتفاع بوته		
2026.68**	99301.55**	1280.4**	3524.38**	3138.09**	2	Cultivars ارقام
10222.74**	597521.5**	10993.68**	31312.78**	15549.1**	5	Nematode population جمعیت نماتد
108.36**	2702.42**	37.5**	112.43**	130.43**	10	Cultivars× Nematode population ارقام × جمعیت نماتد
30.26	1087.6	7.5	15.5	12.5	54	Error خطا
9.29	7.2	4.22	3.66	4		Coefficient of variation ضریب تغییرات (%)

\*\* significant at 1% probability level.

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 2) بر

متوسط قیمت توتون، درآمد ناخالص، درصد قند و نیکوتین در ارقام مختلف توتون

**Table 3.** Variance analysis of effect of initial population density (pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 and income and average Price per kilogram and Sugar and Nicotine percent in different tobacco cultivars

Means square میانگین مربعات				Df	Source of variation (SOV) منابع تغییرات
Nicotine درصد نیکوتین	Sugar درصد قند	Income درآمد ناخالص	average price per kilogram متوسط قیمت توتون		
69.49 <sup>**</sup>	0.54 <sup>**</sup>	1040831.09 <sup>**</sup>	78971026 <sup>**</sup>	2	Cultivars ارقام
0.37 <sup>**</sup>	0.43 <sup>**</sup>	8136154.18 <sup>**</sup>	468551376 <sup>**</sup>	5	Nematode population جمعیت نماتد
0.32 <sup>**</sup>	0.38 <sup>**</sup>	100438.5 <sup>**</sup>	11430615 <sup>**</sup>	10	Cultivars× Nematode population ارقام × جمعیت نماتد
0.053	0.056	11152.58	760450	54	Error خطا
7.92	14.98	10.8	6.32		Coefficient of variation ضریب تغییرات (%)

<sup>\*\*</sup> significant at 1% probability level.

جدول ۴- اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 2) بر نمره گال، ضریب تولید مثل،

تعداد توده تخم، میانگین تعداد تخم در هر توده و تعداد گال در سه رقم توتون

**Table 4:** Effect of initial population density (pi) of *M. incognita* race 2 on Gall index, reproduction rate, Number of eggs mass, average of eggs per egg mass and Gall number in three tobacco cultivars

Cultivars ارقام	Nematode population جمعیت نماتد	Gall index نمره گال	reproduction rate ضریب تولید مثل	Number of eggs mass in root total per plant تعداد توده تخم در کل ریشه یک بوته	average of eggs per egg mass میانگین تخم در هر توده	Gall Number in root total per plant تعداد گال در کل ریشه یک بوته
Burley بارلی	1	4.08 def	12.08 g	412 g	413 g	25 f
	3	5.12 d	15.12 efg	1005 ef	447 ef	119 d
	5	9.8 a	79.8 a	4861 a	500 a	158 a
	7	7.75 b	49.05 b	3799 bc	478 b	139 b
	9	6.78 c	20.78 e	1520 d	472 bc	132 c
Coker 347 کوکر ۳۴۷	1	4.03 def	9.33 h	219 h	298 i	18 g
	3	4.82 de	14.82 fg	714 f	437 ef	77 e
	5	9.75 a	75 a	4572 b	500 de	141 b
	7	7.5 b	44 c	3744 bcd	476 bc	138 b
	9	5.33 d	20.33 e	1321 de	462 cd	132 c
K326 کا ۳۲۶	1	4.05 def	6.5 i	147 i	292 i	15 g
	3	4.77 de	12.77 g	700 f	393 h	29 f
	5	8 b	54.7 b	3954 bc	451 de	139 b
	7	7.4 bc	32.94 d	3257 cd	440 ef	132 c
	9	5.2 d	16.5 ef	1116 e	435 f	120 d

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترکند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.01 probability level according to DMRT test.

جدول ۵- اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه (*M. incognita* race 2) بر ارتفاع بوته،

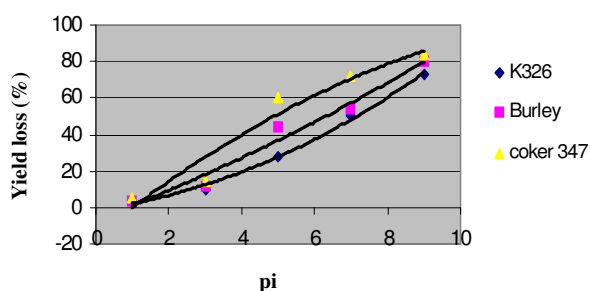
وزن تر و خشک ریشه و درصد خسارت در سه رقم توتون

**Table 5.** Effect initial population density (pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 on plant height, root fresh and dry weight and damage to dry weight of leaves in three tobacco cultivars.

Cultivars	Nematode population	plant height(cm)	root weight(gr)	root dry weight(gr)	damage to dry weight of leaves (%)
ارقام	جمعیت نماتد	ارتفاع بوته	وزن تر ریشه	وزن خشک ریشه	درصد خسارت برگ خشک توتون
Burley بارلی	0	129.3 ab	165.8 bc	99.4 ab	0g
	1	127.8 ab	163 c	87.68 c	2.73 g
	3	100 d	120.8 ef	71.85 d	11.55 f
	5	83.75 e	95.5 g	56.8 e	44.28 d
	7	55 def	56.5 j	31.77 g	53.75 c
	9	21.25 g	31 l	21.1 h	79.86 a
Coker 347 کوکر ۳۴۷	0	125.3 abc	162.5 c	97.7 ab	0g
	1	123 bc	161 d	83.6 c	4.73 g
	3	95 d	115.5 f	69.05 d	14.5 f
	5	78.77 e	88.5 h	59.63 f	59.85 c
	7	53.75 f	50.25 jk	28.5 g	71.82 b
	9	18.5 g	29 l	17.4 h	83.29 a
K326 کا ۳۲۶	0	131.1 a	172.8 a	102.8 a	0g
	1	128 ab	172 ab	97.18 b	2.4 g
	3	118.8 c	152.78 d	87.25 c	11.29 f
	5	97.5 d	122.5 e	73.38 d	28.07 e
	7	78.75 e	77.75 i	46.22 f	50 cd
	9	55 f	47.25 k	30.5 g	72.8 b

در هر ستون میانگین‌هایی که حداقل دارای یک حرف مشترکند اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۱٪ ندارند.

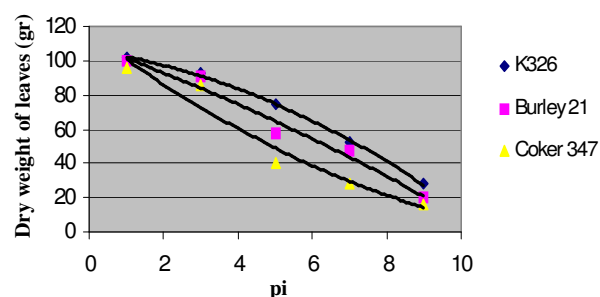
Means within each column followed by same letter are not significantly different at 0.01 probability level according to DMRT test.



شکل ۲- اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه

(*M. incognita* race 2) و میزان خسارت ارقام مختلف توتون

**Fig. 2.** Effect of initial different population density (pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 on yield loss of tobacco cultivars K326, Burley21 and Coker347.



شکل ۱- اثر جمعیت‌های مختلف اولیه نماتد مولد غده ریشه

(*M. incognita* race 2) و وزن خشک برگ ارقام مختلف توتون

**Fig 1.** Effect of initial different population density(pi) of *Meloidogyne incognita* race 2 on dry weight of leaves of tobacco cultivars K326, Burley21 and Coker347.



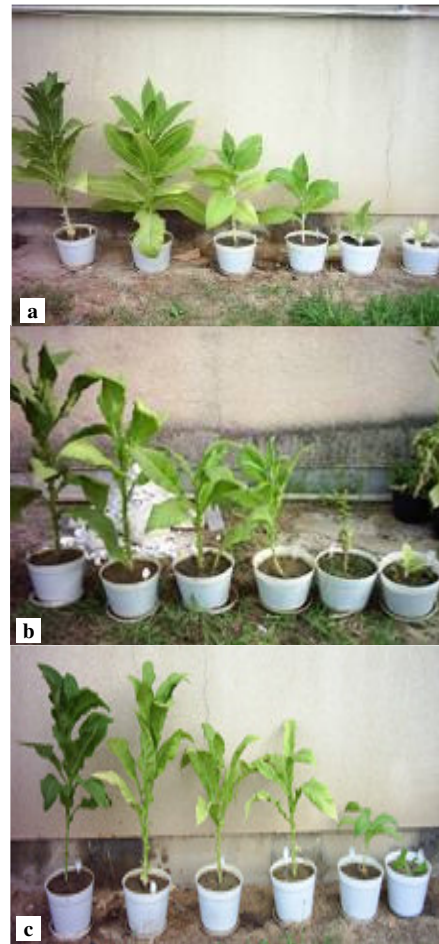
لارو در سانتی‌متر مکعب خاک فاکتور تولید مثل به تدریج کاهش یافته است. (Barker *et al.* (1989) گزارش کرد که در شمال شرقی کارولینا میزان خسارت نماتد مولد غده ریشه به توتون در ارتباط با گونه، نژاد، رقم، میکروفلور و شرایط محیطی می‌باشد و وقوع گال و میزان خسارت به توتون به تعداد نماتد به اوایل فصل بستگی دارد. بنابراین با تعیین میزان جمعیت اولیه در اوایل فصل در مزارع توتون به نماتد مولد غده ریشه، می‌توان میزان خسارت را پیش بینی و در مدیریت صحیح آن استراتژی مناسبی انتخاب نمود.

### سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت و معاونت محترم پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش به خاطر مساعدت در اجرای طرح نهایت قدردانی و تشکر می‌شود و همچنین از زحمات همکاران بخش شیمی و تکنولوژی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش به خاطر اندازه‌گیری صفات شیمیایی و عمل‌آوری، خرید و ارزیابی و سایر همکاران تقدیر و تشکر می‌شود.

### References

- ARENS, M. L. and J. R. RICH, 1981. Yield response and injury levels of *Meloidogyne incognita* and *M. Javanica* on the susceptible tobacco 'McNair 944'. *Journal of Nematology*. 13(2). 196-201.
- BARKER, K. R. 1989. Yield relationships and population dynamics of *Meloidogyne* spp. On Flue-cured Tobacco. *Journal of Nematology*. 21(4s) 597-603.
- BARKER, K. R., P. B. SHOEMAKER and L. A. NELSON, 1976. Relationships of initial population densities of *Meloidogyne incognita* and *M. hapla* to yield of tomato. *Journal of Nematology*. 8(3). 232-239.
- COOLEN, J. and C. J. D' HERDE, 1972. A method for the quantitative extraction of eggs and second stage juveniles of *Meloidogyne* spp. From soil. 9220 Merelbeke Belgium, 36 pp.
- CASTILLO, P., M. DI VITO, N. VOVLAS and R. M. JIMENEZIDIAZ, 2001. Host-Parasite relationships in



شکل ۳- ارتفاع بوته در تیمارهای مختلف ارقام بارلی ۲۱ (a)، کوکر ۳۴۷ (b) و کا ۳۲۶ (c). (تیمارها از چپ به راست: ۰، ۱، ۳، ۵، ۷ و ۹ نماتد به هر گرم خاک)

**Fig. 3.** Effect of increasing densities in height of plant (from zero on left to 9 eggs and J2 per gram soil on the right) of *Meloidogyne incognita* race 2 cv Burley21(a), coker 347(b) and K326(c).

بیشترین ضریب تولید مثل و نمره گال برای تعداد ۵ تخم و لارو سن دو نماتد در هر گرم خاک مشخص شد، زیرا با ضعیف شدن بوته‌ها در تیمارهای ۷ و ۹ تخم و لارو سن دو نماتد در هر گرم خاک، منابع غذایی برای نماتد کاهش پیدا کرده و جمعیت نرها زیاد می‌شود. و در انتهای فصل جمعیت نماتدها و تعداد غده‌ها (نمره گال) در ریشه‌ها کمتر می‌شود (Di Vito *et al.* 2004). در آزمایشات (Di Vito *et al.* (1988) نیز در تیمارهایی با جمعیت زیاد شامل ۳۲ و ۶۴ و بالاتر تخم و

- root-knot disease of White Mulberry. Plant Disease. 85(3). 277-281.
- CHAN, S. and R. LOPEZ, 1992. Efecto de diferentes densidades iniciales de *Meloidogyne incognita* sobre el crecimiento del tomate. Agronomia Costarricense. 16(2). 165-169.
- DI VITO, M., N. GRECO and A. CARELLA, 1985. Population densities of *Meloidogyne incognita* and Yield of *Capsicum annum*. Journal of Nematology. 17(1). 45-49.
- DI VITO, M. 1986. Population densities of *Meloidogyne incognita* and growth of susceptible and resistant Pepper plants. Nematol. Medit. 14. 217-221.
- DI VITO, M. and N. VOVLAS, A. M. SIMEONE, 1988. Effect of root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on the growth of kiwi (*Actinidia deliciosa*) in pots. Hort. Sci. 2: 109-112.
- DI VITO, M., N. VOVLAS and P. CASTILLO, 2004. Host-parasite relationships of *Meloidogyne incognita* on spinach. 2004. Plant Pathology. 53. 508-514.
- EL-SHERIF, A. G., A. R. REFAEI, M. E. EL-NAGAR and M. M. Salem Hagar, 2007. The role of eggs inoculum level of *Meloidogyne incognita* on their reproduction and host reaction. African Journal of Agricultural Research. 2(4). 159-163.
- JENKINS, W. R. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for extracting nematodes from soil. Plant Dis. Rep. 48:692.
- JEPSON, S. B. 1987. Identification of root-knot nematodes (*Meloidogyne* species) CAB. International Wallingford, UK, 265 pp
- KIM, D. G. and H. FERRIS, 2002. Relationship between crop losses and initial population densities of *Meloidogyne arenaria* in winter-grown Oriental Melon in Korea. Journal of Nematology. 34(1). 43-49.
- LUCAS, G. B. 1975. Disease of Tobacco, 3<sup>rd</sup> edition, Biological Associates consulting, Relight, North Carolina. 621pp.
- SASSER, J. N. and W. R. JENKINS, 1969. Nematology. The University of North Carolina Press. Chapel Hill. 480pp.
- TAYLOR, A. L. and J. N. SASSER, 1978. Biology, identification and control of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.) North Carolina State University. 111pp.
- VOVLAS, N. and M. DI VITO, 1991. Effect of Root-Knot Nematodes *Meloidogyne incognita* and *M. Javanica* on the growth of coffee (*Coffea Arabica* L.) in pots. Nematol. Medit. 19. 253-258.
- VOVLAS, N., SIMOES, N. J. O., SASANELLIA, N., SANTOS, M. C. V. DOS., ABRANTES, I. M. DE O. 2004. Host-Parasite relationships in tobacco plants infected with a Root-Knot Nematode (*Meloidogyne incognita*) Population from the Azores. Phytoparasitica. 32:2.167-173.
- VOVLAS, N., D. MIFSUD, B. B. LANDA and P. CASTILLO, 2005. Pathogenicity of the Root-Knot Nematode *Meloidogyne javanica* on Potato. Plant Pathology. 54. 657-664.
- VOVLAS, N., G. LUCARELLI, N. SASANELLI, A. TROCCOLI, H. PAPAJOVA, J. E. PALOMARES-RRIUS and P. CASTILLO, 2008. Pathogenicity and host-parasite relationships of the root-knot nematode *Meloidogyne incognita* on Celery. Plant Pathology. 57. 981-987
- WHEELER, T. A., K. BARKER and R. SCHNEIDER, 1991. Yield-loss model for tobacco infected with *Meloidogyne incognita* as affected by moisture. Journal of Nematology. 23(4). 365-371.