دو فصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال پنجم، شماره اول، بهار و تابستان 1396
صص 10-1

ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی برخی از ارقام توتون هوا خشک در برابر نماتد ریشه گرهی در استان گلستان

محمد قاسمی تیرتاشی*[1]، سعید نصراله نژاد[2]، سید افشین سجادی[3]

تاریخ دریافت: 95/1/18 تاریخ پذیرش: 95/6/11

چکیده

به منظور بررسی واکنش برخی از ارقام توتون هواخشک شامل Burley 1، Burley 151، Burley7، BB16 A و بارلی 21 به نماتد ریشه‌گرهی این تحقیق در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با 3 تکرار و ابعاد 8 × 5 در سال زراعی 1394 در روستای والش‌آباد گرگان با شرایط آلودگی طبیعی انجام گرفت. ارزیابی شدت بیماری بر اساس شاخص گال، ضریب تولیدمثل، تعداد نماتد در 500 گرم خاک و ریشه‌های درون آن در انتهای فصل با خارج کردن ریشه توتون از خاک صورت گرفت. نماتـدهای موجود در خاک با روش جنکینز و نماتدهای ریشه با استفاده از روش کولن اسـتخراج و شـمارش شـدند. در انتهـای فصـل زراعی، ثبت صفات مهم زراعی این ارقام از قبیل طول برگ، عرض برگ، تعداد بـرگ، ارتفـاع بوتـه و صـفات عملکـردی و شیمیایی از قبیل عملکرد برگ سبز و خشک (برگ عمل‌آوری شده)، قیمت هر کیلوگرم وزن خشک، درآمد ریـالی در هکتـار، درصد قند و نیکوتین انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم افزار MSTATC انجام گرفـت. نتـایج تحقیـق سـال زراعی 1394 روی 5 تیمار توتون هواخشک در شرایط مزرعه نشان داد که رقم بـارلی 21 بـا شـاخص گـال و حساسـیت 8، حساس‌ترین رقم و ارقام بارلی یک و بارلی 151 با حساسیت 4/5 و شاخص گال 3 و ارقام BB16A و بـارلی 7 بـا شـاخص حساسیت 4 و شاخص گال دو در گروه نیمه مقاوم نسبت به نژاد 2 نماتد *M. incognita* قرار گرفتند.

واژه های کلیدی: نماتد ریشه‌گرهی، ارقام هواخشک، انگل اجباری، توتون.

[1]- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه گیاه‌پزشکی، واحد گرگان، دانشگاه آزاد اسلامی، گرگان، ایران.
[2]- دانشیار،گروه گیاه پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.
[3]- مربی پژوهش، بخش گیاه پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش، تیرتاش، بهشهر، ایران.
*- نویسنده مسئول مقاله: mohammadghasemi1975@yahoo.com

مقدمه

توتون (*Nicotiana tabacum* L.) از خانواده بادمجانیان و یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است. سطح زیر کشت توتون سیگارت در سال 1393 در ایران برابر با 6100 هکتار و تولید برگ خشک برابر با 11000 تن بوده است (Anonymous, 2012).

نماتدهای ریشه گرهی 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 تولید گیاهان را تهدید می‌کند، قرار داده است (Lucas, 1975). این نماتد انگل داخلی ساکن بوده و به بیش از 2000 گونه گیاهی حمله می‌کند. این عامل به طور 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 کارآیی سیستم ریشه می‌باشد که وجود گره‌ها یا گال‌هایی در ریشه از جمله مهم‌ترین نشانه‌های بیماری است (Lucas, 1975).

در تحقیق انجام شده از 244 نمونه خاک و ریشه نمونه‌برداری شده از مزارع توتون در مناطق گرگان و علی‌آباد و برخی از مناطق مینودشت، 4 گونه شامل نژاد دو گونه‌های *M. incognita* و *M. arenaria* همچنین گونه‌های *M. javanica* و *M. hapla* شناسایی شدند که گونه *M. incognita* بیشترین فراوانی (81/93 درصد) را در بین گونه‌های شناسایی شده داشت (Sajjadi *et al*., 2014). در پژوهشی با بررسی واکنش توتون تیپ هواخشک به نماتد ریشه گرهی، سه رقم KY9، K17 و بارلی ارومیه 3 به عنوان ارقام مقاوم و ارقام Ergo و Burley TMV4 به عنوان ارقامی که در بین ارقام مورد بررسی حساسیت بیشتری به این نماتد داشتند معرفی کردند (Hosseini *et al*., 2012). در تحقیقی ارقام Bel 61-10، NC 100، بارلی ارومیه 3 و HB4105P در شرایط گلخانه به قارچ‌های خاکزی بیماری‌زا و نماتد ریشه‌گرهی مقاوم بودند (Sajjadi and Assemi, 2015). در بررسی 16 رقم مختلف توتون از نظر مقاومت به نماتد ریشه‌گرهی در سطح مزرعه با آلودگی طبیعی در روستای جعفرآباد گرگان، واکنش ارقام مورد مطالعه به نماتد متفاوت بوده و هیچکدام از آن‌ها به نماتد مصونیت نداشتند. بر اساس درجه تشکیل غده، ارقام باسما 2_178، K30R و بارلی 21 به ترتیب دارای بیشترین میزان آلودگی (حساس‌ترین) با درجه 9/2، 8/9 و 8/2 در سال اول و به همین صورت به میزان 8/1، 6/7 و 7/2 در سال دوم و کمترین درجه آلودگی (متحمل‌ترین)، رقم STNCB2-8 با درجه 2/2 در سال اول و 1/6 در سال دوم بود (Sajjadi *et al*., 2006). در تحقیقی ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ارقام متحمل توتون هواخشک به عوامل بیماری‌زای خاکزی در استان گلستان انجام و نتایج نشان داد که از نظر همه شاخص‌های ارزیابی بیماری و درصد آلودگی، رقم بارلی 21 بیشترین مقدار را داشته و حساس‌ترین رقم بود و رقم BCE کمترین مقدار را داشته و به عنوان مقاوم‌ترین رقم شناخته شد (Shazdeh Ahmadi *et al*., 2014).

با توجه به گسترش جغرافیایی، دامنه میزبانی و اهمیت نماتدهای ریشه گرهی، مهار آن‌ها مشکل می‌باشد. با توجه به این که مبارزه شیمیایی برای سلامتی انسان و محیط زیست خطرناک شناخته شده‌اند، بنابراین شناسایی و استفاده از ارقام مقاوم و متحمل مناسب‌ترین روش مهار و مقابله با این نماتد است (Starr *et al*., 2002). بنابراین،

اجرای این طرح و شناسایی ارقام مقاوم به عنوان یکی از اقتصادی‌ترین و بی‌خطرترین روش‌های مدیریتی، ضروری و لازم به نظر می‌رسد. هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ارقام توتون هواخشک به نماتد ریشه‌گرهی جهت شناسایی و معرفی رقم یا ارقام برتر در شرایط آلودگی طبیعی مزرعه بوده است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال زراعی 1394در اراضی روستای والش‌آباد از توابع شهرستان گرگان در زمینی به مساحت 1200 متر مربع (با احتساب حاشیه‌ها و راهروها) انجام گردید. والش‌آباد دارای طول جغرافیایی ″32/6 ′51 °36 و عرض جغرافیایی ″19/4 ′37 °54 و متوسط ارتفاع از سطح دریا 116 متر است. 4 رقم توتون هواخشک شامل (Burley1، Burley151، Burley7 و BB16A) به همراه رقم بارلی 21 (به عنوان شاهد) در اسفند ماه سال 1393 در خزانه شناور بذرگذاری شدند. نشاکاری این ارقام در ابتدای خرداد 1394 انجام شد. طرح در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی و به صورت کرت‌های جفت شده با 5 تیمار و 3 تکرار در کرت‌هایی به ابعاد 8 × 5 متر در مزرعه‌ای با شرایط آلودگی طبیعی در روستای والش آباد گرگان انجام شد. کلیه عملیات زراعی از قبیل آبیاری، مبارزه با علف‌های هرز، مبارزه با آفات، وجین، کوددهی، سرزنی طبق توصیه کارشناسان مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش انجام شد. قبل از نشاکاری از هر کرت نمونه‌برداری خاک انجام شد تا جمعیت اولیه نماتد در خاک محاسبه شود. در انتهای فصل زراعی، بوته‌ها به آرامی از خاک خارج شده (ده بوته از هر کرت) و ریشه‌ها شستشو و از نظر شاخص گال، تعداد توده تخم و تعداد تخم در هر توده ارزیابی شد. ارزیابی بر اساس شاخص گال با مقیاس 10- 0 انجام شد، به این ترتیب که به ریشه بدون نماتد نمره صفر و به ریشه با صد در صد آلودگی به گال نماتد، نمره 10 داده شد (Zeck, 1971). برای شمارش توده‌های تخم، ریشه‌ها به قطعات 4-3 سانتی‌متری تقسیم شده و پنج گرم از آن انتخاب و در زیر بینوکولر شمارش گردید و با توجه به وزن ریشه تعداد کل توده ریشه محاسبه گردید.

برای محاسبه تعداد تخم‌های نماتد، قطعات ریشه درون ارلن حاوی هیپوکلریت سدیم 0/5 درصد ریخته و به مدت 5-4 دقیقه به سرعت تکان داده شد. بعد محتوی ارلن را روی الک‌های 200 و 500 مش ریخته و پس از شستشو با آب، محتویات الک 500 مش را به ارلن 250 میلی لیتری منتقل و حجم سوسپانسیون به مدت 100 میلی لیتر رسانده شد. تعداد تخم‌ها در یک میلی‌لیتر از سوسپانسیون در 3 نوبت در زیر میکروسکوپ شمارش و در 100 میلی‌لیتر حجم محاسبه گردید. تعیین گونه نماتد با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتد ماده[1]، نر و لارو سن دوم و همچنین عکس‌العمل میزبان‌های افتراقی انجام گردید (Vovlas *et al*. 2004). به این صورت که حداقل ده غده بطور تصادفی انتخاب شد پس از خارج کردن نماتدهای ماده بالغ از گال، درون یک قطره اسید لاکتیک 45% روی طلق قرار داده و برش‌های لازم تهیه گردید. سپس قطعه برش داده شده انتهایی بدن به یک قطره گلیسیرین انتقال داده شد و در زیر میکروسکوپ مطالعه برای شناسایی در سطح گونه صورت گرفت (Vovlas *et al*. 2005). با اندازه‌گیری مشخصاتی از قبیل طول استایلت و محل ریزش غده پشتی مری در نماتد ماده، طول استایلت، محل ریزش غده

[1]- Perineal pattern

پشتی مری و تعداد خطوط جانبی در نماتد نر، طول دم و ناحیه شفاف انتهای دم در لاروهای سن دوم مشخصات مرفومتریک ثبت گردید. شکل استایلت و شکل و مشخصات شبکه کوتیکولی انتهای بدن مادهها و شکل استایلت و شکل سر در نرها و شکل دم در لاروهای سن دوم نیز از جمله مشخصات مرفولوژی جهت تعیین گونه بود. برای تعیین نژاد، از روش Taylor and Sasser (1978) استفاده شد. محاسبه فاکتور تولید مثل طبق فرمول RF= Pf/Piانجام شد (Vovlas *et al.*, 2004) که در آن RF فاکتور تولید مثل، Pf جمعیت نهایی و Pi جمعیت اولیه است. جمعیت نهایی مجموع جمعیت نماتد در خاک و ریشه است که استخراج نماتدها از خاک با استفاده از روش جنکینز (Jenkins, 1964) و از ریشه از روش کولن (Coolen, 1979) انجام شد. تعداد نماتدها با اسلاید شمارش محاسبه شد. در طول دوره رشد، ثبت صفات مهم زراعی این ارقام از قبیل طول برگ، عرض برگ، تعداد برگ، ارتفاع بوته و صفات عملکردی و شیمیایی از قبیل عملکرد برگ سبز و خشک (برگ عملآوری شده)، قیمت هر کیلوگرم وزن خشک، درآمد ریالی در هکتار، درصد قند به روش فهلینگ و درصد نیکوتین به روش کرستا انجام شد (Davis and Nielsen, 1999). تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTATC انجام شده و مقایسه میانگینها در سطح احتمال 1% با آزمون چند دامنه دانکن صورت گرفت. به منظور یکنواخت کردن صفات مورد ارزیابی مقاومت ارقام توتون، دادههای بدست آمده با روش درجهبندی یا نمرهدهی به کمک توزیع نرمال به شاخصهای مقاومت تبدیل شدند. در این روش میانگین $\overline{X}$ و انحراف معیار Sd هر صفت به طور جداگانه محاسبه گردید و سپس به ارقامی که شاخص مقاومت آنها در دامنه $R \geq \overline{X} + Sd$، $\overline{X} \leq R \leq \overline{X} + Sd$ و $\overline{X} - Sd \leq R \leq \overline{X}$، $R \leq \overline{X} - Sd$ قرار داشتند، به ترتیب رتبههای 8، 6، 4 و 2 داده شد که رتبه کوچکتر بیانگر مقاومت بیشتر است. میانگین رتبههای به دست آمده برای نمره گال، درجه بیماری و فاکتور تولیدمثل به عنوان رتبهی کل و شاخص مقاومت کل در نظر گرفته شد. ارقام توتونی که میانگین شاخصهای مقاومت کل آنها 2-3/5 و 3/5-5، 5-6/5 و 6/5-8 بودند به ترتیب در گروه مقاوم، نیمه مقاوم، نیمه حساس و حساس قرار گرفتند (Zali and Jafari Shabestari, 1990).

نتایج و بحث

بر اساس مشخصات مرفولوژیک شبکه کوتیکولی انتهای بدن مادهها، ریخت شناسی نر و لارو سن دوم و همچنین عکسالعمل میزبانهای افتراقی، نماتد جدا شده از مزرعه توتون آزمایشی در روستای والشآباد گرگان نژاد 2 از گونهی *M. incognita* شناسایی شد. عکسالعمل میزبانهای افتراقی در برابر جمعیتهای مختلف این گونه یکسان بوده و نفوذ و تکثیر تمامی جمعیتهای آزمایش شده روی پنبه و بادام زمینی منفی بوده در صورتیکه روی سایر میزبانها به راحتی تکثیر یافته و غده تولید نمود که با جدول تست افتراقی Taylor and Sasser (1978) مطابقت داشت. جمعیت نماتد در خاک قبل شروع نشاکاری در کرتهای بارلی 21 دو نماتد در هر گرم خاک و برای سایر رقمها یک نماتد در هر گرم خاک شمارش گردید. نتایج تجزیه واریانس صفات مورد بررسی در این طرح نشان داد که بین کلیه تیمارها از نظر همه صفات مورد بررسی در سطح احتمال 1 یا 5 درصد اختلاف معنیدار وجود داشت. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که واکنش ارقام توتون هواخشک به نماتد ریشه گرهی از نظر شاخص

گال، درصد آلودگی، RF (ضریب تولیدمثلی نماتد)، تعداد نماتد در 500 گرم ریشه و خاک در سطح احتمال 1 درصد معنی‌دار بودند (جدول 1).

جدول 1- تجزیه واریانس صفات ارزیابی بیماری در ارقام توتون هواخشک در مزرعه با آلودگی طبیعی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات			
		گال	ضریب تولید مثل	تعداد نماتد در 500 گرم خاک	تعداد نماتد در 500 گرم ریشه
تکرار (بلوک)	2	0/02	0/94	1400000	3350000
تیمار	4	26/91**	3829/4**	75525000**	2633250000**
خطا	8	0/35	5/9	525000	225000
ضریب تغییرات		14/2	5/1	9/53	11/61

**: معنی¬دار در سطح احتمال 1%

مقایسه میانگین نشان می‌دهد که از نظر شاخص گال رقم بارلی 21 با نمره گال 8 حساسترین و ارقام بارلی 1 و بارلی 151 با نمره گال 3 و ارقام بارلی 7 و BB16A با نمره گال 2 در گروه دیگری قرار داشتند. مقایسه میانگین تعداد نماتد در 500 گرم خاک نشان می‌دهد که رقم بارلی 21 با 16000 نماتد بیشترین و ارقام بارلی 151، BB16A و بارلی 7 به ترتیب با 5000، 4500 و 4000 نماتد کمترین تعداد نماتد در 500 گرم خاک را داشتند. با مقایسه میانگین از نظر تعداد نماتد در 500 گرم ریشه، رقم بارلی 21 با 81000 نماتد بیشترین و رقم بارلی 7 با 8000 نماتد کمترین مقدار را داشت. مقایسه میانگین ضریب تولیدمثل نشان می‌دهد که رقم بارلی 21 با 97 بیشترین و ارقام BB16A و بارلی 7 به ترتیب با 30 و 24 کمترین مقدار را داشتند. بر اساس نتایج بدست آمده در ارزیابی این مطالعه رقم بارلی 21 با شاخص مقاومت 8، رقم حساس و ارقام بارلی 1 و بارلی 151 با شاخص مقاومت 4/5 و ارقام BB16A و بارلی 7 با شاخص مقاومت 4 به عنوان رقم نیمه مقاوم معرفی می‌گردند (جدول 2). نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (Hosseini *et al*., 2012; Shazdeh Ahmadi *et al*., 2014).

جدول 2- مقایسه میانگین صفات ارزیابی بیماری در ارقام توتون هواخشک در مزرعه با آلودگی طبیعی

ارقام	شاخص گال	ضریب تولید مثل	تعداد نماتد در 500 گرم خاک	تعداد نماتد در 500 گرم ریشه	شاخص مقاومت	واکنش رقم
بارلی 21	8_a	97_a	16000_a	81000_a	8	حساس
بارلی 1	3_b	65_b	8500_b	24000_b	4/5	نیمه مقاوم
بارلی 151	3_b	56_b	5000_c	23000_b	4/5	نیمه مقاوم
BB16A	2_b	30_c	4500_c	11500_c	4	نیمه مقاوم
بارلی 7	2_b	24_c	4000_c	8000_d	4	نیمه مقاوم

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال 1 درصد اختلاف معنی دار ندارند.

در تحقیقی رقم بارلی 21 با نمره گال 8 و ضریب تولیدمثل 46/3 و شاخص مقاومت 8 در سطح گلخانه به عنوان رقم حساس و ارقام Burley 1، Burley 151، Burley7، BB16 A با نمره گال 2 و شاخص مقاومت 4 ارقام نیمه مقاوم معرفی شدند (Sajjadi and Assemi, 2015).

نماتدهای پارازیت گیاهی یکی از عوامل محدودیت در کشت توتون می‌باشند که سالانه سبب میلیون‌ها ریال خسارت می‌گردند. نماتدهای ریشه‌گرهی، پارازیت‌های داخلی ساکن اجباری بسیاری از گونه‌های گیاهی‌اند که به جزء مرحله تخم وبخشی از لارو سن دو تمام چرخه زندگی‌شان را درون ریشه‌های گیاهان عالی به سر می‌برند و مواد غذایی را از طریق مکان‌های تغذیه خاص دریافت می‌کنند. اکثر نماتدهای انگل گیاهی حداقل قسمتی از چرخه زندگی خود را در خاک بسر می‌برند بنابراین می‌توان با ترکیبات شیمیایی خاک را ضدعفونی کرد ولی این ترکیبات به طور معمول بسیار سمی بوده و موجب آلودگی محیط می‌گردند. به عنوان مثال نماتدکش‌هایی مانند آلدیکارب، اتوپروپ برای پستانداران، پرندگان و ماهی‌ها سمیت بالایی دارند و به این دلیل و نگرانی از احتمال آلودگی آب زیرزمینی مصرف اینگونه نماتدکش‌ها محدود و یا ممنوع شده است به خصوص از نقطه نظر اقتصادی مقرون به صرفه نیست (Ahmadi and Mortazavi Bac, 2005). کاشت ارقام مقاوم به نماتدها روش بسیار مناسب در حفظ تراکم جمعیت نماتدها زیر آستانه خسارت اقتصادی است. یکی از روش‌های موثر کنترل نماتد ریشه گرهی کاربرد ارقام مقاوم است که نفوذ نماتد را کاهش داده و یا از تولیدمثل آن ممانعت می‌نماید البته دراین مقوله شرایط محیطی تاثیر زیادی بر مقاومت گیاه دارد. دما یکی از مهم‌ترین عوامل محیطی پاسخ گیاه نسبت به نماتدهای ریشه گرهی است. دما بر بقا، پراکنش، تفریخ تخم، مهاجرت و نفوذ نماتد در خاک و ریشه، مراحل تکاملی و بیان علائم در گیاه تاثیر دارد (Ahmadi and Mortazavi Bac, 2005). با افزایش دما مقاومت در اثر سه عامل شکسته می‌شود. افزایش دما برای گونه‌های گرمادوست مانند *M. javanica* مناسب‌تر است چون برای رشد و تولیدمثل این گونه 30-25 درجه سانتیگراد گزارش شده است. تنش حرارتی ایجاد شده، گیاهان را به حمله توسط نماتدها حساس‌تر می سازد (Canto-Saenz, 1985) و در دمای بالا، ترکیبات شیمیایی مسئول ایجاد نکروز سلولی مانند ترکیبات فنلی یا تولید نمی‌شوند و یا ممکن است به محض تولید، خنثی و بی‌اثر شوند. احمدی و مرتضوی بک واکنش تعدادی از ارقام گوجه فرنگی به نماتد مولد گره ریشه (*M. javanica*) در گلخانه و مزرعه بررسی نمودند و نتایج نشان داد که عکس‌العمل برخی از ارقام به نماتد در گلخانه و مزرعه متفاوت بوده و این اختلاف ناشی از تفاوت شرایط دمایی، شکسته شدن مقاومت توسط جمعیت‌های طبیعی و تراکم جمعیت نماتد اشاره کردند (Ahmadi and Mortazavi Bac, 2005).

گیاهان استراتژی‌های متعددی برای دفاع از خود دارند که به احتمال قوی ترکیبات فنلی رایج‌ترین ترکیبات و وسیع‌ترین گروه بررسی شده در دفاع گیاه می‌باشند. ترکیبات فنلی شامل لیگنین، اسیدهای فنلی، فلاونوییدها که نقش مهمی در مقاومت دفاعی دارند بخصوص با ساختن موانع غیر قابل نفوذ مهمی که از انتشار بیمارگر و اثرات آنزیمی آن ممانعت می‌نماید (Ruis and Rivero, 2003). در تحقیقی با بررسی برخی مکانیزم‌های دفاع بیوشیمیایی چند رقم توتون نسبت به نماتد ریشه گرهی (*M. incognita*) مشخص گردید که در ارقام مقاوم پس از مایه‌زنی افزایش میزان فنل کل با سرعت بالاتر و به میزان بیشتری انجام شده است. اما در رقم حساس افزایش میزان فنل کل

با تاخیر نسبت به ارقام مقاوم و به میزان کمتری مشاهده گردید. حتی در رقم حساس باسما 2-178 میزان فنل کل پس از مایه‌زنی نه تنها افزایش نداشت بلکه حتی در چهار روز اول میزان آن کاهش نیز نشان داد (Hosseini *et al*., 2007).

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که واکنش ارقام توتون هواخشک به نماتد ریشه گرهی از نظر صفات زراعی وزن سبز، عملکرد (وزن خشک)، متوسط قیمت توتون، درآمد ناخالص ریالی در هکتار، تعداد برگ درسطح احتمال 1 درصد و صفات زراعی طول برگ، عرض برگ، ارتفاع بوته، درصد قند، درصد نیکوتین در سطح احتمال 5 درصد معنی‌دار بودند (جدول 3). از نظر ارتفاع بوته بیشترین ارتفاع بوته را ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 151 و 147 سانتی‌متر و رقم بارلی 21 با 114 سانتی‌متر کمترین ارتفاع را داشتند. مقایسه میانگین تعداد برگ بین ارقام مختلف توتون هواخشک نشان می‌دهد که ارقام بارلی 7، BB16A، بارلی 151 و بارلی یک با 30، 29، 28 و 27 برگ در یک گروه آماری قرار داشتند و بارلی 21 با 24 برگ در گروه دیگری قرار داشت. از نظر طول برگ رقم بارلی 7 با 67/7 سانتی‌متر بیشترین و رقم بارلی 21 با 47/1 سانتی‌متر کمترین مقدار را داشتند. مقایسه میانگین بیشترین مقدار عرض برگ متعلق به بارلی 7 با 34/5 سانتی‌متر و رقم بارلی 21 با 26/4 سانتی‌متر کمترین مقدار را داشتند. از نظر وزن سبز ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 33421 و 31256 کیلوگرم در هکتار بیشترین و بارلی یک و بارلی 21 با 20476 و 19982 کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را داشتند. از نظر عملکرد ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 3975 و 3421 کیلوگرم در هکتار بیشترین و بارلی 21 با 2491 کیلوگرم در هکتار کمترین مقدار را داشتند. مقایسه میانگین متوسط قیمت بین ارقام مختلف توتون هواخشک نشان می‌دهد که ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 91510 و 87210 ریال بیشترین و بارلی 21 با 63310 ریال کمترین مقدار را داشتند. از نظر درآمد در هکتار ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 363/7 و 298/3 میلیون ریال بیشترین و بارلی 21 با 157/7 میلیون ریال کمترین مقدار را داشتند. از نظر درصد قند ارقام BB16A و بارلی 7 به ترتیب با 0/8 و 0/7 درصد بیشترین و بارلی 1 با 0/3 درصد کمترین مقدار بودند. از نظر درصد نیکوتین در برگ خشک توتون ارقام بارلی 7 و BB16A به ترتیب با 3/5 و 3/1 درصد بیشترین و بارلی یک با 1/8 درصد کمترین مقدار را داشتند (جدول 4). نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققان مطابقت داشت (Shazdeh Ahmadi *et al*., 2014).

نتیجه گیری

در این مطالعه مشخص گردید که ارقام Burley 1، Burley 151، Burley7 و BB16A به نماتد ریشه‌گرهی نیمه مقاوم بودند و تیمار شاهد (Burley 21) حساسیت بالایی نسبت به نماتد ریشه‌گرهی داشت. با توجه به نتایج این پژوهش پیشنهاد می‌گردد ارقام Burley 1، Burley 151، Burley7 و BB16A در قالب طرح ترویجی در سطح وسیع کشت شوند و در صورت نتایج قابل قبول به توتون‌کاران توصیه شود.

جدول ۳- تجزیه واریانس صفات عملکردی و شیمیایی در ارقام مورد بررسی بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات								
		وزن سبز	عملکرد	قیمت	درآمد	طول برگ	عرض برگ	تعداد برگ	ارتفاع بوته	قند	نیکوتین
تکرار (بلوک)	۲	۱۵۷۵۷۳۴۳	۷۳۹۵۹	۴۲۸۲۷۷۰۱	۱/۵	۱۱۲	۶۲/۲	۵/۸	۶۲۳	۰/۰۲	۰/۰۶
تیمار	۴	۱۳۶۱۴۷۶۹۲**	۱۲۶۰۰۵۵**	۱۵۴۸۳۲۲۱۹**	۱/۳**	۱۸۱/۵*	۳۸/۸*	۱۶/۷**	۶۶۴*	۰/۱*	۱/۳*
خطا	۸	۱۸۷۵۴۴۵۲	۱۴۸۹۱۸	۱۴۹۲۳۵۷۸	۱/۲۸	۴۲	۱۶	۲/۸	۱۸۶	۰/۰۲	۰/۲
ضریب تغییرات		۱۴/۷	۱۱/۱	۴/۹	۱۵/۲	۱۰/۷	۱۳/۴	۶/۵	۱۰/۵	۱۵/۲	۹/۶

* و **: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

جدول۴- مقایسه میانگین صفات زراعی در ارقام مختلف هواخشک

ارقام	وزن سبز (کیلوگرم در هکتار)	عملکرد (کیلوگرم در هکتار)	متوسط قیمت (ریال)	درآمد در هکتار (میلیون ریال)	طول برگ (سانتی‌متر)	عرض برگ (سانتی‌متر)	تعداد برگ	ارتفاع بوته (سانتی‌متر)	قند (درصد)	نیکوتین (درصد)
بارلی ۷	۳۳۴۲۱^{a}	۳۹۷۵^{a}	۹۱۵۱۰ ^{a}	۳۶۳/۷ ^{a}	۶۷/۷ ^{a}	۳۴/۵ ^{a}	۳۰ ^{a}	۱۵۱ ^{a}	۰/۷ ^{ab}	۳/۵^{a}
BB16A	۳۱۲۵۶^{a}	۳۴۲۱^{ab}	۸۷۲۱۰ ^{ab}	۲۹۸/۳ ^{a}	۶۰/۵ ^{b}	۳۱/۵ ^{ab}	۲۹ ^{a}	۱۴۷ ^{a}	۰/۸ ^{a}	۳/۱^{a}
بارلی ۱۵۱	۲۴۱۶۹^{b}	۲۸۹۵^{bc}	۷۶۴۱۰ ^{bc}	۲۲۱/۲^{b}	۵۹/۲ ^{b}	۳۰/۸^{ab}	۲۸ ^{a}	۱۳۲ ^{ab}	۰/۴ ^{bc}	۲/۵^{ab}
بارلی ۱	۲۰۴۷۶^{c}	۲۶۷۵ ^{bc}	۷۵۹۱۰ ^{bc}	۲۰۳/۰۵^{b}	۵۳/۵ ^{c}	۲۸/۵ ^{ab}	۲۷ ^{a}	۱۲۵ ^{ab}	۰/۳ ^{c}	۱/۸ ^{b}
بارلی ۲۱	۱۹۹۸۲^{c}	۲۴۹۱ ^{c}	۶۳۳۱۰ ^{d}	۱۵۷/۷ ^{c}	۴۷/۱ ^{d}	۲۶/۴ ^{b}	۲۴ ^{b}	۱۱۴ ^{b}	۰/۶ ^{abc}	۲/۴ ^{ab}

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در سطح احتمال ۱ درصد اختلاف معنی دار ندارند.

References

1. Ahmadi R and Mortazavi Bac A. 2005. Reaction of some tomato cultivars to root – knot nematode (*Meloidogyne javanica*). Iranian Journal of Plant Pathology 41 (3): 403–414 [In Persian with English Abstract].
2. Anonymous. 2012. Statistical repertoire of Iranian Tobacco Company. 52pp (In Persian).
3. Canto-Saenz M. 1985. The nature of resistance to *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949. pp. 225–231, *In* JN Sasser CC Carter (eds). An Advanced Treatise on *Meloidogyne,* Vol. 1, Biology and Control. Raleigh: North Carolina State University Graphics
4. Coolen WA. 1979. Methods for the extraction of *Meloidogyne* spp. and other nematodes from roots and soil. pp. 317–329, *In* F Lamberti, CE Taylor, (eds). Root-Knot Nematodes (*Meloidogyne* species): Systematics, Biology and Control. New York: Academic Press.
5. Hosseini A, Khatheri, H., Moarefzadeh N, Salavati MR., Godarzian, N and Sahebani, N. 2007. Evaluation of some biochemical defense mechanism several cultivars to root-knot nematode. Annual Report Tirtash Research and Education Center: 179–192.
6. Hosseini A, Moarefzadeh N and Salavati M R. 2011. Studying the reaction of air-dried tobacco varieties to root knot nematode. Annual Report Tirtash Research and Education Center: 149–170.
7. Jenkins WR. 1964. A rapid centrifugal flotation technique for extracting nematodes from soil. Plant Disease Reporter 48 (3):692.
8. Lucas G B. 1975. Disease of Tobacco. 3rd ed. Raleigh: Biological Consulting Associates. 621 p.
9. Ruis JM and Rivero RM. 2003. Role of $Ca2^{+}$ in the metabolism of phenolic compounds in tobacco leaves (*Nicotiana tabacum* L.). Plant growth Regulation 41: 173–177.
10. Sajjadi SA, Khateri H, Hoseini SA, Moarefzadeh N, Najafi MR, Assemi H and Rahbari A. 2006. Studying the reaction of tobacco cultivars to root-knot nematode in Golestan province. Paper presented at: 17th Iranian plant protection congress; 2–5 September; karaj, Iran.
11. Sajjadi A, Hosseininejad A and Assemi H. 2012. Determination of damage of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on some of tobacco commercial cultivar. Iranian Journal of Plant Pathology 80 (1): 13–22.
12. Sajjadi A, Hosseininejad A and Assemi H. 2014. Identification and physiological races of root-knot nematode species (*Meloidogyne*s pp.) in the tobacco fields in Golestan province, Iran. Applied Plant Protection 1(3): 233–248.
13. Sajjadi A and Assemi H. 2015. The reaction of some of tobacco varieties to Fusarium wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*), root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and their interaction. Research in Plant Pathology 3 (2): 69–86.
14. Shazdeh Ahmadi M, Sajjadi A, Shahadatimoghaddam Z, Salavati M R and Mahdavi R. 2014. Evaluation and comparison on quantitative and qualitative yield of tolerant

air-cured tobacco cultivars to soil-borne pathogens in Golestan province. Annual Report Tirtash Research and Education Center: 129–140.

15. Shepherd JA. 1999. Nematode pests of tobacco. pp 216-227, *In* DL Davis and MT Nielsen (eds). Tobacco Production Chemistry and Technology. Oxford: Blackwell.
16. Starr J L, Bridge J, Cook R. 2002. Resistance to plant-parasitic nematodes: History, current use and future potential. pp: 1–22, *In* JL Starr, J Bridge and R Cook (eds). Plant Resistance to Parasitic Nematodes. Wallingford: CABI Publishing.
17. Taylor AL and Sasser JN. 1978. Biology, identification and control of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.). North Carolina: North Carolina State University Graphics. 111 p.
18. Vovlas N, Simoes NJO and Sasanellia N. 2004. Host-Parasite relationships in tobacco plants infected with a root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) population from the Azores. Phytoparasitica 32 (2): 167–173.
19. Vovlas N, Mifsud D, Landa B B and Castillo P. 2005. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on potato. Plant Pathology 54: 657–664.
20. Zali A and Jafari Shabestari J. 1991. Introduction to Probability and Statistics. Tehran: Tehran University Publication. 474 p. (in persian).
21. Zeck WM. 1971. A rating scheme for field evaluation of root knot nematode infestations. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 24: 141–144.

Evaluation of yield and quality of some air-cured tobacco cultivars as affected by root-knot nematode *M. incognita* race 2 in Golestan province

M. Ghasemi*[1], S. Nasrollahnejad[2], A. Sajjadi[3]

Abstract

This experiment was performed to study the reaction of some air-cured tobacco varieties (including Burley 1, Burley 151, Burley 7, BB16 A and Burley 21) to root-knot nematode during growing season of 2015. The experimental design was randomized complete block with 3 replications of 8 × 5 m^2 plots in the village of Valshabad (Gorgan) with natural soil infestation. At the end of growing season, the plants were pulled out of soil. Nematodes in the soil and root samples were extracted by Jenkins and Coolen extraction methods, respectively. Disease severity was evaluated based on gall index, reproduction factor, and the number of nematodes in 500 g of soil and its root content. The plant agronomic traits such as leaf length, leaf width, number of leaves, plant height, green and dry leaves (cured leaf) yields, and sugar and nicotine content were recorded and the price per kilogram of dry weight and net income were calculated accordingly. Statistical analysis was performed using MSTATC software. The results showed that Burley 21 with gall index and sensitivity index as 8 was the most sensitive variety to *M. incognita* (race 2). Burley 1 and Burley151 varieties with sensitivity index as 4.5 and gall index as 3; and BB16 A and Burley 7 varieties with sensitivity index as 4 and gall index as 2 were accommodated under moderately resistant group to *M. incognita*.

Keywords: Air-cured tobacco cultivars, obligate parasite, root-knot nematode, tobacco

[1]- MSc Student, Department of Plant Pathology, Gorgan Branch, Islamic Azad University, Gorgan, Iran.
[2]- Assistant Professor, Department of Plant Pathology, University of Agriculture and Natural Resources of Gorgan, Gorgan, Iran.
[3]- Research Instructor, Department of Plant Protection, Tirtash Research and Education Center, Behshahr, Iran.
*Corresponding author: mohammadghasemi1975@yahoo.com