دوفصلنامه تحقیقات بیماری‌های گیاهی
سال سوم، شماره دوم، پاییز و زمستان 1394
صص 86-69

بررسی واکنش برخی از ارقام توتون به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی (*Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*)، نماتد ریشه گرهی (*Meloidogyne incognita*) و بر همکنش آن‌ها*

سید افشین سجادی[1]**، هدی عاصمی**[2]

تاریخ دریافت: 93/9/16 تاریخ پذیرش: 93/12/5

چکیده

قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی، از عوامل بیماری‌زای گیاهی با اهمیت می‌باشند که در تمام نقاط دنیا پراکنده بوده و می‌تواند موجب خسارت محصول در کشورهای تولید کننده توتون گردد. کنترل این عوامل بیماری‌زا با استفاده از آفت‌کش‌ها، تناوب زراعی، ارقام مقاوم، کنترل بیولوژیک، استفاده از عصاره‌های گیاهی و روغن‌ها و غیره انجام می‌شود. ارقام مقاوم از نظر اقتصادی برای مدیریت این عوامل بیماری ترجیح دارد، زیرا آفت‌کش‌ها گران قیمت بوده و مصرف آن‌ها آلودگی محیط زیستی به همراه دارند. هدف از این تحقیق بررسی واکنش برخی از ارقام توتون به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی و اثر متقابل آن‌ها می‌باشد. به این منظور طرحی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب کاملاً تصادفی با دو عامل که عامل اول رقم (13 رقم گرمخانه‌ای و 22 رقم هواخشک) و عامل دوم نوع مایه‌زنی (نماتد به تنهایی، قارچ به تنهایی و قارچ + نماتد) با چهار تکرار در سال 1391 در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش در نظر گرفته شد. بوته‌های توتون در زمان انتقال نشا به گلدان‌های 1/5 کیلوگرمی با تعداد 3000 تخم و لارو سن دوم زنده و فعال نماتد مایه-زنی شده و مایه‌زنی قارچ‌ها 10 تا 15 روز بعد از نشاکاری صورت گرفت. بعد از 70 روز صفات تعداد توده تخم، تعداد تخم در هر توده، نمره گال، ضریب تولید مثل، وزن تر برگ و ریشه محاسبه شد. نتایج نشان داد که اثرات متقابل نماتد و قارچ در توتون از نوع تشدیدکننده بود. به طوری که ترکیب هم زمان نماتد و قارچ افزایش معنی‌داری در درجه علایم و شدت نکروز ریشه داشت. تحلیل نتایج حاصل از اجرای طرح نشان داد ارقام مورد بررسی از نظر واکنش به نماتد ریشه‌گرهی و قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی در صفت مورد ارزیابی دارای اختلاف معنی‌داری در سطح آماری یک درصد بودند و برخی از ارقام نسبت به سایر ین مقاومت بالاتری داشتند. ارقام Bel 61-10، NC 100، بارلی ارومیه 3 و HB4105P به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی مقاوم بودند. همچنین برخی ارقام مانند Speight G-28، Ergo و بارلی 21 حساسیت بسیار بالایی نسبت به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی داشتند.

واژه‌های کلیدی: ارقام توتون، قارچ‌های بیماری‌زای خاکزی، نماتد ریشه گرهی، مقاومت و حساسیت.

---

[1]- مربی پژوهش، بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش، بهشهر، ایران.
[2]- استادیار پژوهش، بخش گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش، بهشهر، ایران.
** - نویسنده مسئول مقاله: sajjadi_a@yahoo.com

مقدمه

توتون (*Nicotiana tabacum* L.) از خانواده بادمجانیان و یکی از مهم‌ترین گیاهان زراعی است. سطح زیر کشت توتون سیگارت در سال 1391 در ایران برابر با 7865 هکتار و تولید برگ خشک برابر با 6697 تن بوده است (Anonymous, 2012). قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون (*F. oxysporum* f.sp. *nicotianae*)، عامل بیماری‌زای گیاهی با اهمیتی می‌باشد که در تمام نقاط دنیا پراکنده بوده و می‌تواند موجب خسارت محصول در کشورهای تولید کننده توتون گردد. مهار این عامل بیماری‌زا با استفاده از تناوب زراعی، ارقام مقاوم، کنترل بیولوژیک، عصاره‌های گیاهی برای مدیریت این عامل بیماری ارجحیت دارد، زیرا سموم شیمیایی (آفت‌کش‌ها) گران قیمت بوده و مصرف آن‌ها آلودگی زیست محیطی به همراه دارند (Sajjadi and Assemi, 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 کارایی سیستم ریشه می‌باشد که وجود گره‌ها یا گال‌هایی در ریشه از جمله مهم‌ترین نشانه‌های بیماری است. قارچ‌های بیماری‌زای خاکزی توتون از عوامل محدود کننده کشت آن در تمام مناطق توتون‌خیز دنیا می‌باشد. این عوامل بیماری‌زا با آلودگی در ریشه، ساقه و برگ‌ها در هر مرحله از رشد ایجاد علائم نکروز ریشه، پژمردگی، کلروز، زخم‌های ساقه و کوتولگی گیاهان می‌کند (Lucas, 1975) (شکل 1).

در تحقیقی قارچ‌های *Rhizoctonia solani*، *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*، *Phytophthora nicotianae*، *Macrophomina phaseolina* و *Pythium aphanidermatum* به ترتیب *P. ultimum* var. *ultimum* با فراوانی 34/9، 31/2، 22/8، 4/6، 2/2 و 2/2 درصد از مزارع توتون استان گلستان جداسازی و شناسایی شدند (Sajjadi and Assemi, 2012).

تحقیقی در مورد حضور همزمان عوامل بیماری‌های ساق زخم (*Rhizoctonia solani*) و نماتد ریشه گرهی (*M. incognita*) انجام شد و مشخص شد که ریشه‌های گیاه توتون 10 تا 21 روز پس از نشاکاری در زمین‌های آلوده به نماتد، نسبت به آلوده شدن به *R. solani* بسیار مستعد هستند، نسبت به زمانی‌که هر کدام از این عوامل به تنهایی در خاک وجود داشته باشند. زیرا این عوامل بیماری‌زا در خاک اثرات سینرژیستی با همدیگر ایجاد کرده و باعث آلودگی‌های توام می‌گردند. استفاده از تناوب زراعی باعث کاهش خسارات ناشی از قارچ‌های خاکزی و نماتدها می‌گردد (Colin and Powell, 1971).

با توجه به اینکه تاکنون در ایران در مورد اثر متقابل قارچ فوزاریوم و نماتد بر روی توتون تحقیقی صورت نگرفته است لذا اجرای این طرح جهت بررسی واکنش برخی از ارقام توتون گرمخانه‌ای و هواخشک به قارچ عامل

پژمردگی فوزاریومی توتون و نماتد ریشه گرهی برای جلوگیری از مصرف بی‌رویه سموم شیمیایی ضروری به نظر می‌رسد.

شکل 1- مزرعه بارلی 21 آلوده به پژمردگی فوزاریومی توتون در روستای والش‌آباد گرگان

مواد و روش ها

خالص‌سازی و تکثیر نماتد

تهیه نمونه‌های ریشه آلوده به نماتد ریشه گرهی از مزارع توتون‌کاری اطراف گرگان (روستای جعفرآباد)، صورت پذیرفت. ابتدا تک کیسه تخم منفرد روی گیاهچه‌های گوجه فرنگی رقم راتگرز تلقیح شد. بدین صورت که پس از انتخاب تک گال، یک کیسه تخم به وسیله سوزن نوک تیز به آرامی از گال جدا و در ظرف پتری سه سانتی-متری قرار داده شد و با دقت با محلول هیپوکلریت سدیم 0/5 درصد به مدت 3/5 الی 4 دقیقه ضدعفونی و بلافاصله بر روی الک 500 مش و در زیر جریان آب به خوبی شستشو داده شد. تخم‌ها به وسیله آب مقطر در یک بشر کوچک 20 میلی‌لیتری جمع‌آوری و در کنار ریشه نشاهای گوجه فرنگی 15 روزه که در زمان مایه‌زنی به مرحله دو تا چهار برگی رسیده بودند، قرار داده شد (Sajjadi *et al.*, 2012a; Sadegh Moosavi *et al.*, 2006; Di Vito *et al.*, 2004).

تعیین گونه و نژاد نماتد

قبل از تکثیر توده تخم منفرد، تعیین گونه نماتد با استفاده از الگوی انتهای بدن نماتد ماده[1] انجام گردید (Vovlas *et al.*, 2004). به این صورت که حداقل ده غده بطور تصادفی انتخاب شد و 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).

برای تعیین نژاد، از روش *تایلر و ساسر* استفاده شد. به این صورت که میزبان‌های افتراقی در چهار تکرار در گلدان‌هایی به قطر دهانه 10 سانتی‌متر حاوی خاک استریل کاشته شد و هر گلدان با 5000 لارو و تخم حاصل از

[1]- Perineal pattern

یک توده تخم خالص شده مایه‌زنی شدند و در گلخانه با دمای 25 تا 27 درجه سلسیوس و 16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی نگهداری شدند. بعد از گذشت 60 روز از زمان مایه‌زنی، 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، گوجه‌فرنگی رقم Rutgerse و بادام-زمینی رقم Florunner بود (Taylor & Sasser, 1978).

تهیه مایه تلقیح قارچ

جدایه Fo32 قارچ *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae* از کلکسیون بخش گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش تهیه شد و بر روی محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار کشت داده شد. تشتک‌های پتری در دمای 25 درجه سلسیوس برای رشد قارچ‌ها نگهداری شد. برای تهیه مایه تلقیح جدایه Fo32 قارچ *F. oxysporum* f.sp. *nicotianae* 250 گرم دانه گندم را داخل ارلن نیم لیتری ریخته و پس از اضافه کردن 150 میلی لیتر آب مقطر به مدت 24 ساعت نگهداری شد تا آب در بذر نفوذ کند. سپس درب ارلن‌ها را با پنبه و فویل آلومینیوم پوشانده و دو بار، هر بار به فاصله 24 ساعت به مدت 30 دقیقه درون اتوکلاو در دمای 121°C و فشار 1/1 اتمسفر سترون گردید. بعد از خارج کردن ارلن‌ها از اتوکلاو و سرد شدن آن‌ها، تحت شرایط سترون زیر هود، قطعاتی از حاشیه کشت 7 روزه جدایه Fo32 قارچ *F. oxysporum* f.sp. *nicotianae* روی محیط کشت PDA به ارلن‌های حاوی گندم اتوکلاو شده اضافه شد. ارلن‌ها به مدت 21 روز در انکوباتور با دمای 24°C نگهداری شد و هر چند روز یکبار آن‌ها را تکان داده تا مایه قارچ درون ارلن‌ها به صورت توده بهم چسبیده در نیایند. برای مایه‌زنی جدایه Fo32 قارچ *F. oxysporum* f.sp. *nicotianae*، 2 گرم دانه گندم حاوی قارچ در محل طوقه گیاهچه‌های توتون قرار داده شد (Sajjadi and Assemi, 2012).

بررسی واکنش برخی از ارقام توتون به قارچ و نماتد

در آزمایشات گلخانه‌ای، نشای 35 رقم شامل 28 رقم مقاوم و 2 رقم حساس (Speight G-28 و Ergo) به نماتد ریشه گرهی[1]، 3 رقم مقاوم و 2 رقم حساس به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون هواخشک و گرمخانه‌ای به روش شناور تهیه و واکنش آن‌ها به قارچ *F. oxysporum* f.sp. *nicotianae* و اثر متقابل آن به نماتد ریشه گرهی در سال 1391 در گلخانه مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش بررسی شد. طرح به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با دو عامل و چهار تکرار انجام شد. عامل اول رقم (13 رقم گرمخانه‌ای و 22 رقم هواخشک) (جدول 1) و عامل دوم نوع مایه‌زنی در سه سطح (نماتد به تنهایی، قارچ به تنهایی و قارچ + نماتد) در نظر گرفته شد. در گلدان‌های 1/5 کیلوگرمی با قطر دهانه 15 سانتی‌مترحاوی خاک بدون آلودگی با بافت لومی شنی نشاهای 20 الی 30 سانتی‌متری ارقام توتون مورد نظر کاشته شد. همزمان با نشاکاری مایه‌زنی نماتد با تعداد 3000 تخم و لارو سن دوم زنده و فعال انجام شده و مایه‌زنی قارچ‌ها 10 تا 15 روز بعد از نشاکاری با 2 گرم دانه گندم حاوی قارچ در محل طوقه گیاهچه‌های توتون صورت گرفت. ارزیابی نماتد بر اساس شاخص گال با

[1]. *Meloidogyne incognita*

مقیاس 10-0 انجام شد. به این ترتیب که ریشه بدون گال نمره صفر و به ریشه با صد درصد آلودگی به گال نماتد، نمره 10 داده شد (Zeck, 1971). ارزیابی اندام‌های هوایی علائم فوزاریوم بر اساس مورمان و همکاران انجام شد (Moorman *et al.*, 1980) (جدول 2).

جدول 1-ارقام مورد بررسی در طرح در گلخانه

شماره	توتون گرمخانه ای	توتون هواخشک
1	Bel 61-10	BB16A
2	Coker 176	Burley Pr144
3	Tl33	Burley1
4	Mac Nair 944	Burley 151
5	S392-3S	Burley 7
6	Harison special	Burley B5
7	K346	Burley BB163
8	NC 71	Burley PMR
9	Totem 323	Burley WR14
10	Totem 322	K17
11	NC100	KY 9
12	K 326	Shiro Enshu 201
13	Speight G28	Burley orumieh 3
14	-	Burley orumieh7
15	-	Burley Geel 3
16	-	BCE
17	-	HB4105P
18	-	L8
19	-	Burley21
20	-	Irabourbon
21	-	CDL28
22	-	Ergo

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 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. تجزیه و تحلیل آماری با نرم افزار MSTATC انجام شده و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن صورت گرفت.

جدول2- ارزیابی شدت بیماری اندام‌های هوایی بر اساس مورمان و همکاران (Moorman *et al.*, 1980)

درجه علایم بیماری	درصد آلودگی
.	بدون علائم بیماری
1	کمی تغییر رنگ آوندها بدون علائم
2	تغییر رنگ آوندها و زردی همراه با پژمردگی برگها
3	تغییر رنگ زیاد آوندها همراه با پژمردگی و بد شکلی برگها
4	مرگ بوته یا پژمردگی دائم

به منظور یکنواخت کردن صفت 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 (X) و انحراف معیار (Sd) هر صفت به طور جداگانه محاسبه گردید و سپس به ارقامی که شاخص مقاومت (R) آنها در دامنه R>X+Sd، X<R<X+Sd، X-Sd<R<X و R<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, 1990).

نتایج و بحث

شناسایی گونه و نژاد نماتد

بر اساس مشخصات مرفولوژیک شبکه کوتیکولی انتهای بدن ماده‌ها، مشخصات مرفولوژیک و مرفومتری ماده، لارو، نر و همچنین عکس‌العمل میزبان‌های افتراقی، نماتد جدا شده از مزارع توتون در اطراف 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.

واکنش برخی از ارقام توتون به قارچ و نماتد

نتایج تجزیه واریانس درجه علایم بیماری قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون و نماتد ریشه گرهی بر روی توتون هواخشک و گرمخانه‌ای در جداول 3 و 4 نشان داده شده است و بین تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود داشت. جدول 5 مقایسه میانگین درجه علایم بیماری قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون و نماتد ریشه گرهی بر

روی ارقام مختلف توتون هواخشک را نشان می‌دهدکه رقم بارلی 21 و Ergo بیشترین و ارقام Burley orumieh3 و HB5105P کمترین درجه علایم بیماری، نمره گال و ضریب تولیدمثل را داشتند. در بین ارقام گرمخانه‌ای، رقم SpeightG28 بیشترین و رقم Bel 61-10 کمترین درجه علایم بیماری، نمره گال و ضریب تولیدمثل را داشتند (جدول 6) (شکل 2).

جدول 3- تجزیه واریانس درجه علایم بیماری،نمره گال و ضریب تولید مثل ارقام مختلف توتون هواخشک پس از مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درجه علائم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل
رقم	21	51/4**	66/4**	241/4**
نوع مایه‌زنی	2	146/2**	176/4**	621/2**
رقم × نوع مایه‌زنی	42	9/1**	11/2**	41/1**
خطا	565	0/12	0/22	0/42
ضریب تغییرات		12/6	11/8	14/8

** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

جدول 4- تجزیه واریانس درجه علایم بیماری، نمره گال و ضریب تولید مثل ارقام مختلف توتون گرمخانه‌ای پس از مایه-زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی

منابع	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		درجه علائم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل
رقم	12	15/2**	20/9**	80/9**
نوع مایه‌زنی	2	36/7**	42/6**	214/2**
رقم × نوع مایه‌زنی	24	0/9**	1/9**	12/1**
خطا	196	0/11	0/1	0/2
ضریب تغییرات		12/6	10/5	13/1

** معنی دار در سطح احتمال 1 درصد

همانگونه که در جدول 7 آمده است بیشترین درجه علایم بیماری بر روی ارقام توتون زمانی است که قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون و نماتد ریشه گرهی با هم حضور دارند و موجب شدت بیماری می‌شوند و زمانی که نماتد به تنهایی حضور دارد شدت درجه علائم بیماری نسبت به زمانی که قارچ به تنهایی حضور دارد کمتر است. ارقام بارلی 21 و Harrison special به قارچ و نماتد نیمه حساس است ولی وقتی همزمان مایه‌زنی می‌شود واکنش رقم حساس می‌شود (جدول 8).

شکل 2- **بالا سمت راست**: رقم حساس کا 326 و علایم بیماری در طوقه و ساقه؛ **بالا سمت چپ**: رقم حساس بارلی 21 و علایم بیماری در طوقه و ساقه؛ **پایین سمت راست**: ارقام مقاوم ارومیه 3، Bel 61-10 و HB5105P (ردیف دوم از راست به چپ) و ارقام حساس Harrison special، بارلی 21 و Ergo به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی (ردیف اول از راست به چپ)؛ **پایین سمت چپ**: ارقام مقاوم Bel 61-10 (راست) و NC100 و رقم حساس Speight G28 به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی (چپ)

در جدول 8 مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی بر درجه علایم بیماری قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توتون و نماتد ریشه گرهی بر روی توتون هواخشک و گرمخانه‌ای و گروهبندی تیمارها آمده است که ارقام Bel 61-10، NC 100، بارلی ارومیه 3 و HB4105P در هر سه حالت مایه‌زنی مقاومت نشان دادند و ارقام SpeightG28، Ergo و بارلی 21 در هر سه حالت مایه‌زنی حساسیت بسیار بالایی نسبت به این عوامل بیماری‌زا داشتند. البته ارقام K346، NC71، K17، KY9، L8 و Coker176 مایه‌زنی شده با نماتد و ارقام بارلی ارومیه 7، Burley Geel3 و BCE مایه‌زنی شده با قارچ هم مقاومت نشان دادند.

جدول 5- مقایسه میانگین درجه علایم بیماری، نمره گال و ضریب تولید مثل ارقام مختلف توتون هواخشک پس از مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی

ردیف	نام رقم	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	رتبه	واکنش رقم
1	Ergo	2/6ab	6/6a	35/9a	8	حساس
2	Burley 21	3a	6ab	33/9b	8	حساس
3	Irabourbon	2/6ab	6/3ab	27/9d	6	نیمه حساس
4	CDL28	2/6ab	5/3b	32/5c	6	نیمه حساس
5	Burley 151	2/3ab	3/3c	16/7fg	4	نیمه مقاوم
6	Burley WR14	2/6ab	3/4c	14/7h	4	نیمه مقاوم
7	Burley PMR	2/6ab	3/4c	16/1g	4	نیمه مقاوم
8	Burley 1	2/3ab	3/3c	17/1f	4	نیمه مقاوم
9	Burley 7	2/3ab	3/3c	18/4e	4	نیمه مقاوم
10	Burley Pr144	2/3ab	2/6d	11/5i	4	نیمه مقاوم
11	Burley BB163	2/3ab	3/3c	16/4g	4	نیمه مقاوم
12	BB16A	2b	2/6d	11/2i	4	نیمه مقاوم
13	Burley B5	2/3ab	3/3c	16/4g	4	نیمه مقاوم
14	Shiro Enshu 201	2/3ab	3/3c	14/5h	4	نیمه مقاوم
15	L8	2/3ab	3c	15/9gh	4	نیمه مقاوم
16	KY9	2/3ab	2/3d	11/1i	4	نیمه مقاوم
17	BCE	1/6bc	2/3d	5/5j	2	مقاوم
18	Burley Geel3	1/6bc	1/8e	3/3k	2	مقاوم
19	Burley orumieh7	1/6bc	1/8e	3/2k	2	مقاوم
20	K17	1/6bc	1/3e	2/6kl	2	مقاوم
21	HB5105P	1c	0/6d	1/5m	2	مقاوم
22	Burley orumieh3	1c	0/6d	1/3m	2	مقاوم

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

جدول 6- مقایسه میانگین درجه علایم بیماری،نمره گال و ضریب تولید مثل ارقام مختلف توتون گرمخانه‌ای پس از مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی

ردیف	نام رقم	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
1	Speight G28	3/66a	6/66a	40a	8	حساس
2	K326	3b	6a	34/6b	6	نیمه حساس
3	Totem322	3b	6a	34/5b	6	نیمه حساس
4	Totem323	3b	6a	34/8b	6	نیمه حساس
5	Harrison special	3b	6a	34/8b	6	نیمه حساس
6	Mac Nair944	2/6bc	4b	21/2c	6	نیمه حساس
7	Tl33	2/6bc	4b	20/5cd	6	نیمه حساس
8	Coker176	2/3bc	3c	16/9e	6	نیمه حساس
9	S392-3S	2 d	3c	20/5e	4	نیمه مقاوم
10	NC71	1/6de	1/6cd	7/3 f	2	مقاوم
11	K346	1/6de	1/6cd	7/8f	2	مقاوم
12	NC100	1 e	0/7e	2/4g	2	مقاوم
13	Bel 61-10	0f	0/7e	0/8h	2	مقاوم

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

جدول 7- مقایسه میانگین اثر مایه‌زنی قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر درجه علایم بیماری، نمره گال و ضریب تولید مثل ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

مایه‌زنی	توتون هواخشک			توتون گرمخانه‌ای		
	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل
قارچ+نماتد	2/81a	5/9a	32/1 a	2/61a	6/1a	36/56a
نماتد	2/18 b	3/48 b	14/48 b	1/6 c	3/92b	19/54b
قارچ	2/09 c	0 c	0 c	2/53 b	0 c	0 c

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

جدول 8- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

ردیف	نام رقم	نوع مایه‌زنی	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
1	Speight G28	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	60/6a	8	حساس
2	Speight G28	نماتد	4a	10a	59/4a	8	حساس
3	K326	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	57/6b	8	حساس
4	Totem322	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	57/3b	8	حساس
5	Totem323	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	57/3b	8	حساس
6	Harrison special	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	56/4bc	8	حساس
7	Burley 21	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	55/5c	8	حساس
8	Ergo	قارچ‌ها+نماتد	4a	10a	54/1cd	8	حساس
9	Ergo	نماتد	2c	10 a	53/6de	8	نیمه حساس
10	Mac Nair944	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	50/3e	6	نیمه حساس
11	S392-3S	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	49/3e	6	نیمه حساس
12	Tl33	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	49/3e	6	نیمه حساس
13	Coker176	قارچ‌ها+نماتد	3b	7 b	48/5ef	6	نیمه حساس
14	CDL28	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	48/3ef	6	نیمه حساس
15	Irabourbon	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	47/3f	6	نیمه حساس
16	Burley1	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	47/1f	6	نیمه حساس
17	Burley151	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	46/3fg	6	نیمه حساس
18	Burley7	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	45/2g	6	نیمه حساس
19	BurleyPMR	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	44/3h	6	نیمه حساس
20	BurleyWR14	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	40/3i	6	نیمه حساس
21	K326	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
22	Totem322	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
23	Totem323	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
24	Harrison special	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس

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

ادامه جدول 8- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

ردیف	نام رقم	نوع مایه‌زنی	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
25	Burley21	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
26	Irabourbon	نماتد	2c	6c	36/4j	6	نیمه حساس
27	Speight G28	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
28	K326	نماتد	2c	8b	47/3f	6	نیمه حساس
29	Totem322	نماتد	2c	8b	46/3fg	6	نیمه حساس
30	Totem323	نماتد	2c	8b	47/3f	6	نیمه حساس
31	Shiro Enshu 201	قارچ‌ها+نماتد	3 b	6 d	30/5k	6	نیمه حساس
32	Harrison special	نماتد	2c	8b	48/3ef	6	نیمه حساس
33	Mac Nair944	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
34	Tl33	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
35	Coker176	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
36	Burley 21	نماتد	2c	8b	46/3fg	6	نیمه حساس
37	L8	قارچ‌ها+نماتد	3b	8b	45/2g	6	نیمه حساس
38	L8	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
39	Irabourbon	قارچ	3b	0h	0t	6	نیمه حساس
40	CDL28	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
41	CDL28	نماتد	2 c	8 b	50/3e	6	نیمه حساس
42	BurleyPr144	قارچ‌ها+نماتد	3 b	6 c	30/5k	6	نیمه حساس
43	BurleyB5	قارچ‌ها+نماتد	3 b	8 b	45/2g	6	نیمه حساس
44	BurleyBB163	قارچ‌ها+نماتد	3 b	8 b	46/3fg	6	نیمه حساس
45	BurleyPMR	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
46	BurleyWR14	قارچ	3 b	0 h	0 t	6	نیمه حساس
47	KY9	قارچ‌ها+نماتد	3 b	6 c	30/5k	6	نیمه حساس
48	KY9	قارچ	3 b	0h	0t	6	نیمه حساس

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

ادامه جدول 8-مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

ردیف	نام رقم	نوع مایه‌زنی	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
49	Mac Nair944	نماتد	2c	4 d	13/3n	4	نیمه مقاوم
50	Tl33	نماتد	2c	4 d	12/3no	4	نیمه مقاوم
51	Burley151	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
52	S392-3S	نماتد	2c	4 d	13/3n	4	نیمه مقاوم
53	S392-3S	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
54	Burley BB16A	قارچ‌ها+نماتد	2 c	4 d	20/5l	4	نیمه مقاوم
55	K346	قارچ‌ها+نماتد	2 c	4 d	20/5l	4	نیمه مقاوم
56	NC71	قارچ‌ها+نماتد	2 c	4 d	18/5m	4	نیمه مقاوم
57	Burley BB16A	قارچ	2 c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
58	Burley BB16A	نماتد	2 c	4 d	13/3n	4	نیمه مقاوم
59	NC71	قارچ	2 c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
60	K346	قارچ	2 c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
61	K17	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
62	Shiro Enshu 201	نماتد	2c	4 d	12/3 no	4	نیمه مقاوم
63	Ergo	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
64	BCE	قارچ‌ها+نماتد	2c	4 d	11/3o	4	نیمه مقاوم
65	BCE	نماتد	2c	3e	5/3p	4	نیمه مقاوم
66	K17	قارچ‌ها+نماتد	2c	3e	5/2p	4	نیمه مقاوم
67	Burley orumieh7	قارچ‌ها+نماتد	2c	3e	5/1p	4	نیمه مقاوم
68	Burley Geel3	قارچ‌ها+نماتد	2c	3e	5p	4	نیمه مقاوم
69	Burley Geel3	نماتد	2c	2/5ef	5p	4	نیمه مقاوم
70	Burley orumieh7	نماتد	2c	2/5ef	4/5pq	4	نیمه مقاوم
71	Shiro Enshu 201	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
72	BurleyWR14	نماتد	2c	2/4ef	4/2pq	4	نیمه مقاوم

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

ادامه جدول 8- مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

ردیف	نام رقم	نوع مایه‌زنی	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
73	BurleyPMR	نماتد	2c	2/2ef	4/1pq	4	نیمه مقاوم
74	Burley BB163	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
75	Burley BB163	نماتد	2c	2/1ef	4/1pq	4	نیمه مقاوم
76	Burley B5	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
77	Burley B5	نماتد	2c	2ef	4pq	4	نیمه مقاوم
78	Burley 7	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
79	Burley 7	نماتد	2c	2ef	4pq	4	نیمه مقاوم
80	Burley 151	نماتد	2c	2ef	4pq	4	نیمه مقاوم
81	Burley 1	نماتد	2c	2ef	4pq	4	نیمه مقاوم
82	Burley Pr144	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
83	Burley Pr144	نماتد	2c	2ef	4pq	4	نیمه مقاوم
84	Burley 1	قارچ	2c	0h	0t	4	نیمه مقاوم
85	NC100	قارچ‌ها+نماتد	1d	1g	3r	2	مقاوم
86	NC100	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
87	K346	نماتد	1d	1g	3r	2	مقاوم
88	NC71	نماتد	1d	1g	3r	2	مقاوم
89	NC100	نماتد	1d	1g	2/9r	2	مقاوم
90	K17	نماتد	1d	1g	2/8r	2	مقاوم
91	KY9	نماتد	1d	1g	2/6r	2	مقاوم
92	Burley orumieh7	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
93	Burley Geel3	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
94	BCE	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
95	L8	نماتد	1d	1g	2/5R	2	مقاوم
96	Coker176	نماتد	1d	1g	2/4R	2	مقاوم

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

ادامه جدول 8-مقایسه میانگین اثر متقابل ارقام مختلف و مایه‌زنی با قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی بر ارقام مختلف توتون هواخشک و گرمخانه‌ای

ردیف	نام رقم	نوع مایه‌زنی	درجه علایم اندام‌های هوایی	نمره گال	ضریب تولید مثل	شاخص مقاومت	واکنش رقم
97	HB5105P	قارچ‌ها+نماتد	1d	1g	2/3r	2	مقاوم
98	HB5105P	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
99	HB5105P	نماتد	1d	1g	2/2r	2	مقاوم
100	Burley orumieh3	قارچ‌ها+نماتد	1d	1g	2/1r	2	مقاوم
101	Burley orumieh3	قارچ	1d	0h	0t	2	مقاوم
102	Burley orumieh3	نماتد	1d	1g	1/9s	2	مقاوم
103	Bel 61-10	قارچ‌ها+نماتد	0f	1g	1/4s	2	مقاوم
104	Bel 61-10	قارچ	0f	0h	0t	2	مقاوم
105	Bel 61-10	نماتد	0f	1g	1/2s	2	مقاوم

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

در تحقیقی با بررسی واکنش توتون گرمخانه‌ای به نماتد ریشه گرهی ارقام Bel 61-10 و Coker 176 به عنوان ارقام مقاوم معرفی نمودند (Sajjadi *et al.*, 2012b). در پژوهشی با بررسی واکنش توتون تیپ بارلی 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). *پاول و ناسبام* در سال 1960 گزارش کردند که بافت‌های گال ریشه توتون آلوده به نماتد برای رشد قارچ فیتوفترا بسیار مساعد است. ریسه‌های قارچ به سرعت در گال‌ها رشد می کنند و این سلول‌های بزرگ را در کمتر از 72 ساعت از بین می‌برند. همچنین نماتدهای ریشه گرهی، ارقام توتون مقاوم به ساق سیاه توتون را از پیش برای بیماری آماده می‌سازند (Powell and Nusbaum, 1960).

در پژوهشی، *پورتر و پاول* گزارش کردند که توتون‌های آلوده به نماتد ریشه گرهی از قبل برای آلوده شدن به بیماری پژمردگی فوزاریومی آماده می‌شوند (Porter and Powell, 1967). همچنین اثر متقابل نماتد ریشه گرهی توتون و بیماری‌های پیتیوم موجب افزایش خسارت توتون (C319) می‌شود نسبت به زمانی‌که هر کدام از عوامل بیماری به تنهایی حضور داشته باشند (Powell *et al.*, 1971).

در تحقیقی، اثرات متقابل بین نماتدهای ریشه گرهی و قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی توسط Mai and Abawi, (1987) در گیاهان میزبان بررسی شده و گزارش گردید که تحت شرایط طبیعی مزرعه، ریشه‌های گیاهان به طور دائم در معرض بسیاری از میکروارگانیسم‌های خاک مانند قارچ‌ها و باکتری‌ها قرار می‌گیرند. تعدادی از این میکروارگانیسم‌ها قدرت بیماری‌زایی زیادی دارند و ایجاد اثرات متقابل زیادی با پاتوژن‌های گیاهی می‌کنند. وجود

رطوبت زیاد در ناحیه محیط ریشه، در فعالیت نماتدها و قارچ‌های خاکزی بیماری‌زا در گیاهان موثر می‌باشد. آن‌ها همچنین دریافتند که اکثر بیماری‌های ریشه گیاهان، به صورت کمپلکس هستند و توسط مجموعه‌ای از میکروارگانیسم‌های خاکزی به صورت کمپلکس بروز می‌کنند.

در تحقیق Palmer و همکاران (2007) واکنش ارقام مختلف توتون تیپ هواخشک نسبت به بیماری‌های قارچی و ویروسی در شرایط آلودگی طبیعی ارزیابی نمودند و گزارش کردند که ارقام NC5، NC6، NC7 دارای ویژگی‌هایی همچون مقاومت زیاد به بیماری‌های ساق سیاه، پوسیدگی ریشه، پژمردگی فوزاریومی و مجموعه ویروس‌های بیماری‌زای توتون هستند و علاوه بر آن از نظر عملکرد، کیفیت برگ و درآمد بسیار مناسب و مطلوب می باشند.

در تحقیقی مشاهده شد که توتون‌هایی که به ساق سیاه مقاوم بودند علائم نماتد ریشه گرهی کمتری هم داشتند (Tisdale, 1931). Sasser و همکاران (1955) اثر متقابل نماتد ریشه گرهی (*M.incognita*) و قارچ *P. parasitica* var. *nicotianae* بر روی رقم توتون Dixie Bright 101 که نیمه مقاوم به ساق سیاه می‌باشد را بررسی نمودند. توتون‌هایی که 30 روز بعد از مایه‌زنی با نماتد با قارچ عامل ساق سیاه مایه‌زنی شدند بعد از یک هفته علائم ساق سیاه مشاهده شد. اما توتون‌هایی که فقط با قارچ مایه‌زنی شدند علائم بیماری را تا 300 روز بروز ندادند. بنابراین حضور همزمان نماتد و قارچ شدت بیماری را افزایش می‌دهد.

نتایج این تحقیق نشان از مقاومت بالای برخی از ارقام به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه‌گرهی توتون دارد. امید است این ارقام بعد از مطالعات مزرعه‌ای و بررسی خصوصیات کمی و کیفی به عنوان ارقام مناسب جایگزین ارقام تجاری حساس گردد.

نتیجه‌گیری کلی

ارقام Bel 61-10، NC 100، بارلی ارومیه 3 و HB4105P به آلودگی توام قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی مقاوم بودند. همچنین برخی ارقام مانند Speight G-28، Ergo و بارلی 21 حساسیت بسیار بالایی نسبت به قارچ عامل پژمردگی فوزاریومی و نماتد ریشه گرهی داشتند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از مدیریت و معاونت محترم پژوهشی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش به خاطر مساعدت در اجرای طرح نهایت قدردانی و تشکر می شود و همچنین از زحمات سایر همکاران تقدیر و تشکر می‌شود.

References

1. Anonymous. 2012. Statistical repertoire of Iranian Tobacco Company. Tehran: Iranian Tobacco Company Publishing. 52 p.
2. Colin K and Powell NT. 1971. The *Rhizoctonia –Meloidogyne* disease complex in Flue-cured tobacco. Journal of Nematology 3: 110–117.
3. Di Vito M, Vovlas N and Castillo P. 2004. Host-parasite relationships of *Meloidogyne incognita* on spinach. Plant Pathology 53: 508–514.
4. 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.
5. Lucas GB. 1975. Disease of Tobacco, 3rd, edition, Biological consulting Associates, Releight, North Carolina, 621 p.
6. Mai WF and Abawi GS.1987. Interactions among root-knot nematodes and fusarium wilt fungi on Host Plants. Phytopathology 72: 317–338.
7. Moorman GW, Huang JS and Powell NT. 1980. Localized influence of *Meloidogyne incognita* on Fusarium wilt resistance of flue-cured tobacco. Phytopathology 70: 969–970.
8. Palmer G, Pearce B, and BaileyA. 2007. Selecting burley tobacco varieties for 2008. pp. 7-9 *In* K Seebold (ed). Kentucky Tobacco Production Handbook. ID-160. Kentucky: Kentucky Tobacco Production Handbook Publishing.
9. Porter DM and Powell NT. 1967. Influence of certain *Meloidogyne* species on *Fusarium* wilt development in flue-cured tobacco. Phytopathology 57, 282–5.
10. Powell NT and Nusbaum R. 1960. The black shank root knot complex in flue cured tobacco. Phytopathology 50: 899–906
11. Powell NT, Meléndez PL and Batten C.K.1971. Disease complexes in tobacco involving *Meloidogyne incognita* and certain soil-borne fungi. Phytopathology 61: 1332–1337.
12. Powell NT. 1971. Interactions between Nematodes and fungi in disease complexes. Phytopathology 9: 253–274.
13. 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. Iranian Journal of Plant Pathology 42: 241–252.
14. Sajjadi A, and Assemi H. 2012. Identification of pathogenic soilborne fungi of tobacco in Golestan province fields. Applied Plant Protection 1: 233–248.
15. Sajjadi A, Assemi H, Najafi MR and Hossein Zadeh Fashalami N. 2012b. Studying the reaction of flue-cured tobacco varieties to root knot nematode. Paper presented at: 20th Iranian Plant Protection Congress; 25–28 August; Shiraz, Iran.
16. Sajjadi A, Hosseininejad A and Assemi H. 2012a. Determination of damage of root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) on some cultivars of tobacco. Iranian Journal of Plant Pathology 80: 13–22.
17. Sasser JN, Lucas GB and Powers HR. 1955. The relantionship of root knot nematodes to black shank resistance in tobacco. Phytopatology 45: 459–461.
18. Shengfu Y, Shew HD and Barker KR. 1994. International of *Meloidogyne incognita*, *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* and Metalaxyl on resistant and susceptible tobacco. Journal of Nematology 26: 538–571.
19. Taylor AL and Sasser JN. 1978. Biology, identification and control of root knot nematode (*Meloidogyne* spp.). North Carolina State University: Graphics. 111 p.

20. Tisdale WB. 1931. Development of strains of cigar wrapper tobacco resistanct to black shank (*phytophthora nicotianae* Breda de Haan). Florida Agricultural Experiment Stations Bulletin 226: 1–45.
21. Vovlas N, Mifsud D, Landa BB and Castillo P. 2005. Pathogenicity of the root-knot nematode *Meloidogyne javanica* on potato. Plant Pathology 54: 657–664.
22. Vovlas N, Simoes NJO 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.
23. Zali A and Jafari Shabestari J. 1991. Introduction to Probability and Statistics. Tehran: Tehran University Publication. 474 p.
24. Zeck WM. 1971. A rating scheme for field evaluation of root knot nematode infestations. Pflanzenschutz-Nachrichten Bayer 24: 141–144.
25. Zunke V. 1981. Root nematodes apest occurring increasingly in gerbera growing. Deutscher Gartenbau 36: 11–13.

The reaction of some of tobacco varieties to *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*), root knot nematode (*Meloidogyne incognita*) and their interaction

A. Sajjadi*[1], H. Assemi[2]

Abstract

Fungal fusarium wilt and root knot nematodes are distributed in all tobacco-producing regions of the world and can result in yield losses in almost all tobacco-growing areas. Fungal soilborne pathogens can attack tobacco at any growth stage causing seedling death in both seedbeds and fields. Control of fungal soil-borne pathogens and root knot nematodes are accomplished through the use of pesticides, crop rotation and resistant cultivars. The use of resistant cultivars is preferable economic management because pesticides are expensive and may pollute the environment. According to these reasons this research was done with two aims; observation on the reaction of different flue-cured and air-dried tobacco varieties against fungal soil-borne pathogens and root knot-nematode, *Meloidogyne incognita* and identification of resistant cultivars to these pathogens. Therefore, this study evaluated reaction of 35 flue-cured and air-dried tobacco varieties to *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*, and *M. incognita* in a factorial experiment with two factors including: tobacco type (flue-cured and air-dried tobacco varieties) and inoculum type (1-fungus alone, 2-Nematode alone and 3-fungus and Nematode) based on Completely Randomized Design with 6 replications in greenhouse at 25 ± 3^{o}C in Tirtash Research and Education Center in 2012. Each tobacco seedling was inoculated with 3000 eggs and second stage juveniles (J2) at transplanting into 1.5 Kg pot and inoculated with the fungus 10-15 days later. After 70 days, number of egg masses, number of eggs per mass, reproductive factor, weight of leaves and roots were determined. The results showed a synergistic interaction between nematode and fungus on tobacco. Simultaneous inocoulation of nematode and fungus had greatly increased ratings of the symptoms and root necrosis severity. Results of variance analysis showed that there were significant differences among these cultivars and they had different reactions to fungal fusarium wilt and root knot nematode and that not all tobacco cultivars were resistant to pathogens. Based on ratings of the symptoms, varieties Bel 61-10, NC 100, Burley orumieh3 and HB4105P, showed resistance. Speight G-28, Ergo and Burley 21 were very susceptible.

Keywords: Resistance and susceptibility, root-knot nematode, soilborne fungal pathogen, tobacco varieties.

[1] - Research Instructor, Department of Plant Protection, Tirtash Research and Education Center, Behshahr, Iran.

[2] - Research Assistant Professor, Department of Plant Protection, Tirtash Research and Education Center, Behshahr, Iran.

*Corresponding author: sajjadi_a@yahoo.com