فصلنامه گیاه‌پزشکی
(دانشگاه آزاد اسلامی شیراز)
۱۳۹۶ - ۸(۲) : ۴۱-۷۳

بررسی وضعیت آلودگی و عوامل مهم زراعی در بروز بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان

سید افشین سجادی[1*]، محمدعلی آقاجانی[2]، هدی عاصمی[1] و محمدرضا نجفی[1]

۱- گروه گیاه‌پزشکی مرکز تحقیقات و آموزش تیرتاش

۲- مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گلستان، گرگان

چکیده

ساق سیاه یکی از مهم‌ترین بیماری‌های توتون در دنیا است که می‌تواند خسارات زیادی را موجب شود. جهت بررسی وضعیت آلودگی به این بیماری در مزارع توتون استان گلستان، تعداد ۴۵ مزرعه توتون در پنج روستا مختلف منطقه گرگان (والش‌آباد، تقرتپه، جعفرآباد، نوده‌ملک و قرق) و چهار روستا مختلف منطقه علی‌آباد (برفتان، پیچک‌محله، الازمن و فاضل‌آباد) در سال زراعی ۱۳۹۴، انتخاب و از زمان ظهور علایم بیماری طی بازدیدهای منظم هفتگی، میزان وقوع بیماری روی اندام‌های هوایی توتون در طول دوره آلودگی در مزارع یادداشت برداری شد. تجزیه‌ی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار استت گرافیکز سنتوریون ۱۶ و رسم نمودارهای پیشرفت بیماری جهت بررسی برازش مدل‌های اپیدمیولوژیکی با استفاده از نرم‌افزار هاروارد گرافیکز صورت پذیرفت. با استفاده از دو روش آماری تجزیه تابع تشخیص و رگرسیون لجستیک عوامل تأثیرگذار بر وقوع همه‌گیری بیماری تعیین گردید. از لحاظ حداکثر وقوع بیماری در مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما در مزارع مختلف یک روستا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشته است. حداکثر میزان آلودگی مزرعه‌ای با ۴۳/۴ درصد در روستای والش‌آباد بود. روستای جعفرآباد با ۲۳/۶۴ درصد بیشترین آلودگی و روستای نوده‌ملک با ۱۶/۴ درصد کمترین آلودگی را داشته است. نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که بیماری ساق سیاه توتون در دو منطقه گرگان و علی‌آباد در استان گلستان با میزان وقوع متفاوت گسترش دارد. بررسی تجزیه‌های زمانی اپیدمی با استفاده از پنج مدل رشد (نمایی، تک مولکولی، لجستیک، گومپرتز و لوگ-لجستیک)

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sajjadi_a@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۳/۲۲، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۱۵

نشان داد مدل گومپرتز، مناسب‌ترین مدل رشد برای توصیف پیشرفت این بیماری در شرایط استان گلستان می‌باشد. شرایط آب و هوایی در سال ۱۳۹۴ در مناطق مختلف مشابه بود. جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد دفعات سمپاشی در مزرعه و خزانه، مدت آبیاری، تناوب و بافت خاک مهم‌ترین متغیرها در بروز شدت بیماری در استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۴ بودند.

واژه‌های کلیدی: *Phytophthora nicotianae*، وقوع بیماری، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، دوره آلودگی

مقدمه

توتون (*Nicotiana tabacum* L.) گیاهی از خانواده بادمجانیان یکی از مهمترین گیاهان زراعی است که در اقتصاد کشورهای اصلی تولید کننده آن از جمله چین، یونان، ترکیه، برزیل، ژاپن و آمریکا نقش مهمی دارد. در ایران سطح زیر کشت توتون سیگارت و سایر محصولات دخانی (توتون و تنباکو) در سال ۱۳۹۳ برابر با ۸۱۰۰ هکتار بوده که سطحی معادل ۶۱۰۰ هکتار مربوط به کشت توتون سیگارت بود. در همین سال تولید کل محصولات دخانی بالغ بر ۱۲۶۰۰ تن بود، که سهم تولید سیگارت برابر با ۱۱۰۰۰ تن بوده است. این مقدار محصول توسط ۸۱۳۴ نفر توتون‌کار تولید گردید (Anonymous, 2012). بیماری ساق سیاه توتون اولین بار توسط Van Breda de Hann در سال ۱۸۹۶ از اندونزی گزارش شد (Lucas, 1975). در ایالات متحده نخست در سال ۱۹۱۵ در جورجیا مشاهده شد (Lucas, 1975).

قارچ عامل ساق سیاه توتون از عوامل محدودکننده کشت آن در تمام مناطق توتون‌خیز دنیا می‌باشد. این عامل بیماری‌زا با آلودگی ریشه، ساقه و برگ در هر مرحله از رشد ایجاد علایم نکروز ریشه، پژمردگی، کلروز، زخم ساقه و کوتولگی گیاهان می‌کنند. شبه قارچ *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan (=*P. parasitica* Dasture) از سلسله استرامنوپیلا[۱]، شاخه اامیکوتا[۲]، رده اامیست‌ها[۳]، راسته پرونوسپورال‌ها[۴] و خانواده پیتیاسه[۵] به دلیل داشتن دامنه میزبانی وسیع از اهمیت خاصی برخوردار است و در مناطق گرم‌تر خسارت آن بسیار شدیدتر است. بیماری در تمام مراحل رشد گیاه خسارت وارد می‌سازد و در برخی مزارع خسارت آن می‌تواند به صد در

۱. Stramenopila
۲. Oomycota
۳. Oomycetes
۴. Peronosporales
۵. Pythiaceae

صد برسد (Lucas, 1975; Gallup *et al*., 2006). برای مبارزه با این بیمارگر در اغلب محصولات گیاهی از روش‌های متفاوتی نظیر کنترل شیمیایی مانند به کارگیری انواع قارچکش‌ها، کنترل بیولوژیک، استفاده از عصاره‌های گیاهی و روغن‌ها، روش‌های فیزیکی و غیره بهره برده شده است (Sajjadi & Assemi, 2012). در حال حاضر مبارزه با بیماری ساق سیاه توتون به صورت کنترل شیمیایی با استفاده از قارچکش متالاکسیل صورت می‌گیرد که با توجه به خاکزی بودن قارچ مدیریت آن مشکل است (Sajjadi & Assemi, 2012; Jahagirdar & Hundekar, 2009).

ارشاد و همکاران عامل بیماری ساق سیاه توتون و تنباکو ایران را *Ph. nicotianae* گزارش نمودند و ویژگی‌های نظیر شکل‌شناسی شبه قارچ، تاثیر دما روی رشد آن و همچنین حساسیت نه واریته توتون و تنباکو به آن را مورد بررسی قرار دادند و دریافتند که همگی واریته ها به بیمارگر حساس هستند (Ershad *et al*., 1974).

در تحقیقی قارچ‌های *Rhizoctonia solani*، *Fusarium oxysporum* f.sp. *nicotianae*، *Ph. nicotianae*، *Macrophomina phaseolina*، *Pythium aphanidermatum* و *P. ultimum* var. *ultimum* به ترتیب با فراوانی ۳۴/۹۲، ۳۱/۲۲، ۲۲/۷۹، ۶/۶، ۲/۲ و ۲/۲ درصد از مزارع توتون استان گلستان جداسازی و شناسایی شدند (Sajjadi & Assemi, 2012).

در تحقیقی با تجزیه و تحلیل پیشرفت بیماری بر روی اپیدمی ساق سیاه توتون با مدل‌های مختلف، گزارش نمودند که مدل لوجستیک برای اپیدمی این بیماری مناسب‌تر است (Campbell *et al*., 1984). در پژوهشی تاثیر دما و بارندگی بر روی پیشرفت بیماری ساق سیاه توتون در کارولینای شمالی مورد بررسی قرار گرفت و گزارش شد که بیماری ۸-۶ هفته بعد از نشاکاری در مزارع توتون مشاهده می‌شود. همچنین دمای هوای روزانه، بارندگی و تعداد روزهای خشک در سرعت پیشرفت بیماری موثر است (Jacobi *et al*., 1983).

یکی از ابزارهای مهم مدیریت بیماری، مطالعات اپیدمیولوژیک می‌باشد. یکی از جنبه‌های بررسی-های کمی اپیدمیک‌ها، آنالیز زمانی آن‌ها و انتخاب یک مدل مناسب جهت توصیف داده‌های پیشرفت بیماری است. انتخاب مدل از این جهت مهم است که پارامترهای محاسبه شده مدل، پایه آنالیز آماری را تشکیل داده و مقایسه منحنی‌های پیشرفت بیماری را ممکن می‌سازند (Campbell & Madden, 1990).

منحنی پیشرفت بیماری با اندازه‌گیری مقدار بیماری موجود در یک جمعیت گیاهی در زمان‌های مختلف بدست می‌آید. فرآیندهای دینامیکی از جمله تغییر در مقدار بیماری در جمعیتی از گیاهان در طی زمان، بر اساس نرخ تغییر آنها در طی زمان تعریف می‌شوند. اندازه‌گیری میزان وقوع بیماری بسیار آسان‌تر از شدت بیماری است و مقادیر آن اغلب صحیح‌تر، دقیق‌تر و تکرار پذیرتر از اندازه-

گیری شدت بیماری می‌باشد (Campbell & Madden, 1990). اندازه‌گیری شدت بیماری تحت شرایط مزرعه، کاری پر زحمت، پر هزینه و وقت‌گیر است و ممکن است تحت تمایلات شخصی و خطاهای آزمایشی قرار گیرد (James, 1971). ارزیابی چشمی شدت با استفاده از دیاگرام‌ها، مقیاس‌ها و کلیدهای مصور انجام می‌شود (Campbell & Madden, 1990). با وجود استفاده از این ابزارها، خطای اندازه‌گیری شدت بیماری بیش از اندازه‌گیری میزان وقوع بیماری می‌باشد (Guan & Nutter, 2003).

هدف از اجرای این تحقیق، بررسی وضعیت بیماری ساق سیاه توتون در سطح دو شهرستان و نه روستای استان گلستان و همبستگی آن با عوامل مهم زراعی بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی وضعیت آلودگی به بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان، طی سال زراعی ۱۳۹۴، تعداد ۴۵ مزرعه توتون در پنج منطقه مختلف گرگان (تقرتپه، جعفرآباد، قرق، نوده ملک و والش‌آباد) و چهار منطقه مختلف علی‌آباد (پیچک‌محله، برفتان، فاضل‌آباد و الازمن) انتخاب و از زمان ظهور علایم بیماری طی بازدیدهای منظم هفتگی، میزان وقوع بیماری روی اندام‌های هوایی توتون در طول دوره آلودگی در مزارع یادداشت برداری شد. این مزارع در محدوده جغرافیایی بین عرض‌های ۳۶ درجه و ۵۱ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۵۴ دقیقه شمالی و طول ۵۴ درجه ۳۷ دقیقه تا ۵۴ درجه و ۵۰ دقیقه شرقی واقع شده بودند. ارتفاع مزارع از سطح دریا نیز از ۱۰۱ تا ۲۳۶ متر بود.

میزان وقوع بیماری یا درصد آلودگی به بیماری که نشان‌دهنده تعداد بوته‌های بیمار نسبت به کل بوته‌های بررسی شده است با استفاده از فرمول $I=\Sigma x / N$ به‌دست آمد. که در این معادله I بیانگر میزان وقوع بیماری، x بیانگر تعداد بوته‌های بیمار و N بیانگر تعداد کل بوته‌های ارزیابی شده می‌باشد (Cardoso *et al*., 2004).

متغیرهای زراعی کمی شامل تاریخ نشاکاری، تاریخ کوددهی، تاریخ وجین یک و دو، تعداد سمپاشی در خزانه و مزرعه، جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد و زمان آبیاری، تعداد شخم و دیسک و تعداد چین بود متغیرهای زراعی کیفی شامل واریته دو سطح حساس (کا ۳۲۶ و بارلی ۲۱) و مقاوم (NC100، HBT8 و HB4105p) به بیماری، میزان کود شامل دو سطح کوددهی کم و زیاد، تناوب و علف هرز دو سطح گیاهان میزبان و غیر میزبان قارچ، بافت خاک چهار سطح سبک (شنی)، نیمه سبک (سیلتی- لومی)، نیمه سنگین (لومی- رسی) و سنگین (رسی) بود. توصیه کودی عمومی برای توتون‌های گرمخانه‌ای مصرف ۱۲۵، ۵۰ و ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار به ترتیب

برای کودهای نیترات فسفات آمونیوم، سوپر فسفات تریپل و سولفات پتاسیم می‌باشد. برای توتون‌های هواخشک میزان کود نیترات فسفات آمونیم ۲ الی ۳ برابر توتون‌های گرمخانه‌ای می‌باشد. بنابراین کمتر از این مقدار سطح کم و بیشتر از این مقدار سطح زیاد در نظر گرفته شد. اطلاعات آب و هوایی (دما، رطوبت نسبی، بارش، تبخیر و تعرق، روزهای بارانی و ...) از ایستگاه‌های هواشناسی تهیه شد. با نمونه‌برداری خاک و انتقال آن به بخش گیاه‌پزشکی مرکز میزان جمعیت اینوکلوم قارچ و نماتد شمارش و ثبت شد.

نمونه‌برداری خاک از صفر تا ۳۰ سانتی‌متری عمق خاک به روش تصادفی و هر نمونه مرکب خاک از ده نمونه کوچک تشکیل شده بود. جهت تعیین میزان جمعیت اینوکلوم قارچ در خاک از روش (Kannwischer & Mitchell, 1981) ۳۵ گرم نمونه خاک را در بشر ۲۵۰ میلی‌لیتر ریخته و سپس ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر استریل به آن اضافه گردید و هم زده شد. ۱ میلی‌لیتر از سوسپانسیون خاک به محیط کشت نیمه انتخابی PARPH (حاوی۱۰ میلی گرم ریفامپسین، ۱۲ میلی گرم پیماریسین، ۵۰ میلی گرم هیمکسازول، ۱۰۰ میلی گرم پنتاکلرو نیترو بنزن[۶] و ۲۵۰ میلی‌گرم آمپی سیلین در هر لیتر محیط کشت آرد ذرت آگار) کشت شد. ظروف پتری در دمای ۲۷-۲۵ ^{o}C در تناوب نور به مدت ۱۶ ساعت و تاریکی به مدت ۸ ساعت نگهداری و پس از مشاهده رشد قارچ و شمارش کلنی جهت اطمینان، قطعاتی از آن به محیط آب آگار دو درصد منتقل و به روش کشت از نوک ریسه خالص سازی شد (Kannwischer & Mitchell, 1981). استخراج نماتدها از خاک با استفاده از روش (Jenkins, 1964) انجام شد و سوسپانسیون حاصله با استفاده از اسلاید شمارش، تعیین جمعیت گردید (Sajjadi & Assemi, 2012).

تجزیه‌ی آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار StatGraphics و رسم نمودارهای پیشرفت بیماری جهت بررسی برازش مدل‌های اپیدمیولوژیکی با استفاده از نرم افزار Harward Graphics صورت پذیرفت. با استفاده از دو روش آماری تجزیه تابع تشخیص (Discriminant analysis) و رگرسیون لجستیک (Logistic regression) عوامل تاثیرگذار بر وقوع همه گیری بیماری تعیین گردید. برای این منظور از نرم افزار استت گرافیکز سنتوریون ۱۶ (StatGraphics Centurion XVI) شرکت استت پوینت تکنولوژی ۲۰۱۰ (StatPoint Technologies, Inc. 2010) استفاده شد. مدل‌های نهایی با مقایسه مدل‌های توسعه یافته معنی‌دار بر اساس آماره‌هایی نظیر ضریب تبیین (Coefficient of determination)، میانگین مربعات خطا (Mean square of error=MSE)،

[6]. PCNB

صحت کلی (Total accuracy)، میزان حساسیت (Sensitivity) و اختصاصی بودن (Specificity) انتخاب شد.

علایم بیماری

در محل طوقه لکه‌های قهوه‌ای تیره یا سیاه ظاهر شده و بیماری به سرعت از ساقه به برگها توسعه می‌یافت و لکه‌های آبسوخته در سطح برگها زرد و بتدریج قهوه‌ای می‌شدند. برگ‌ها پژمرده و بر ساقه آویزان شده بودند. بوته‌های آلوده دچار مرگ گیاهچه یا بوته‌میری شدند (شکل ۱). مهم‌ترین علامت، تشکیل صفحات دیسک مانند تیره در مغز ساقه بود (شکل ۲). سیستم ریشه‌ای رشد و توسعه طبیعی نداشته و پوسیده شده بود (شکل ۳).

شکل ۱- علائم ساق سیاه توتون *P. nicotianae* در مزرعه توتون گرمخانه‌ای (راست) و بارلی ۲۱ (چپ)

Figure 1. Symptoms of tobacco black shank (*P. nicotianae*) in flue-cured tobacco field (right) and burley 21 (left).

شکل ۲- صفحات دیسک مانند تیره در مغز ساقه ناشی

شکل ۳- از بین رفتن ریشه‌های توتون ناشی از

از بیماری ساق سیاه توتون

Figure 2. Typical segmenting of pith in stalk of black shank-infected plant.

بیماری ساق سیاه توتون

Figure 3. Destruction of the roots caused by disease of tobacco black shank

از زمان شروع تشکیل این علایم طی بازدیدهای مستمر هفتگی، مقدار بیماری در مزارع و مناطق مختلف یادداشت شد. در هر مزرعه ۵۰۰ بوته در ۵ ردیف کاشت ۱۰۰ بوته‌ای در نقاط مختلف مزرعه در نظر گرفته شد و وجود یا عدم وجود علایم بیماری در آن‌ها طی مراحل مختلف ثبت شده و میزان وقوع بیماری (درصد بوته‌های دارای علایم) تعیین گردید. از این طریق زمان شروع، پایان و بیشترین میزان تشکیل علایم مشخص شد. با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های مربوط به بیشترین وقوع علایم بیماری، اختلاف مزارع و مناطق تحت بررسی از این لحاظ در طی فصل زراعی مشخص شد.

جهت اطمینان از عامل بیماری بطور تصادفی چند بوته از هر مزرعه انتخاب و جداسازی و شناسایی و اثبات بیماریزایی انجام شد. بدین منظور ابتدا، بافت آلوده طوقه و ریشه به مدت ۲۰ الی ۳۰ دقیقه در زیر جریان ملایم آب شستشو داده شد. سپس قطعات حدود پنج در پنج میلی‌متر از حد فاصل بافت آلوده و سالم بریده شده، پس از انجام ضدعفونی سطحی توسط محلول یک درصد هیپوکلریت سدیم برای مدت سه دقیقه، چند بار در آب مقطر سترون شستشو و سپس روی کاغذ صافی سترون خشک گردید. نمونه‌ها در محیط کشت آرد ذرت آگار[۷] و یا محیط کشت نیمه انتخابی PARPH (حاوی۱۰ میلی گرم ریفامپسین، ۱۲ میلی گرم پیماریسین، ۵۰ میلی گرم هیمکسازول، ۱۰۰ میلی گرم پنتاکلرو نیترو بنزن[۸] و ۲۵۰ میلی گرم آمپی سیلین در هر لیتر محیط کشت آرد ذرت آگار) کشت شدند. ظروف پتری در دمای ^{o}C ۲۵ نگهداری و پس از مشاهده رشد قارچ، قطعاتی از آن به محیط آب آگار دو درصد منتقل و به روش کشت از نوک ریسه خالص-سازی شد (Chehri *et al*., 2010). شناسایی گونه‌های فیتوفترا بر اساس بررسی و مقایسه خصوصیات مورفولوژیک و پاره‌ای ویژگی‌های فیزیولوژیک با استفاده از کلید شناسایی استمپ و همکاران صورت گرفت (Stamps *et al*., 1990).

برای آزمایش اثبات بیماری‌زایی، در گلدان‌های ۱/۵ کیلوگرمی حاوی خاک بدون آلودگی، نشاهای ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متری رقم کا ۳۲۶ کاشته شد. برای مایه‌زنی، قطعات کوچکی از حاشیه کلنی فعال بیمارگر در محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار کشت و به مدت پنج الی هفت روز تا پر کردن کامل پتری در دمای ^{o}C۲۵ نگهداری شد. پس از این مدت کلنی بیمارگر توسط سوزن

[5] . CMA
[6] . PCNB

سترون به قطعات ۵×۵ میلی‌متر بریده شد. قطعات میسلیوم در اطراف طوقه و ریشه گیاهچه‌ها با کنار زدن خاک اطراف آن‌ها ریخته و از خاک گلدان روی آن‌ها برگردانده شد. درگلدان‌های شاهد از محیط کشت بدون میسلیوم استفاده شد (Ershad *et al*., 1974). جهت جداسازی مجدد عامل بیماری بعد از اثبات بیماری‌زایی از ساقه و ریشه گیاهان مایه‌زنی شده طبق موارد ذکر شده، جداسازی و شناسایی گردید.

سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری

شاخص سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری نیز معیار خوبی برای مقایسه آلودگی به بیماری در شرایط گوناگون می‌باشد که این شاخص‌ها برای میزان وقوع بیماری و نیز شدت متوسط بیماری در مزارع مختلف تعیین گردید. جهت محاسبه سطوح زیر منحنی پیشرفت بیماری از معادله $AUDPC=\Sigma_i^{n-1}[((x_i + x_{i+1})/2)(t_{i+1} + t_i)]$ استفاده گردید که در این معادله *AUDPC* بیانگر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، n بیانگر تعداد ارزیابی، x_i بیانگر وقوع یا شدت متوسط بیماری در i امین ارزیابی و t_i بیانگر زمان i امین ارزیابی می‌باشد. با تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده-های مربوط به سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری، اختلاف بین مزارع و مناطق تحت بررسی از این لحاظ نیز در طی فصل زراعی مشخص شد. مرتب کردن داده‌ها و ترسیم برخی از نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Microsoft Excell 2007 (شرکت Microsoft) و تجزیه و تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار StatGraphics Centurion XV, Version 15.2.05 (شرکت StatPoint) صورت گرفت.

نتایج و بحث

علایم بیماری

ظهور اولین علایم بیماری روی بوته توتون از تاریخ ۹۴/۴/۱۲ در روستای والش‌آباد گرگان و سپس در مناطق دیگر مشاهده شد. از لحاظ حداکثر وقوع بیماری در مناطق مختلف اختلاف معنی‌داری وجود نداشت اما در مزارع مختلف یک روستا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشته است (جدول ۱).

جدول۱- تجزیه واریانس وقوع بیماری ساق سیاه در مزارع توتون استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Table 1. Variance analysis of disease incidence of black shank in tobacco fields in Golestan province in 2015.

Source of variation (SOV)	Degrees of freedom	Means square		
		Eighth Recorde of disease incidence	tenth Recorde of disease incidence	AUDPC
region	1	24.3 ^{ns}	9.2 ^{ns}	333227^{ns}
village	8	9.9 ^{ns}	18.5 ^{ns}	100056^{ns}
field	40	412.09^{ns}	499.9 **	1729560**
error	150	7	11.03	398699
total	199			
CV (%)		16.3	18.4	15.4

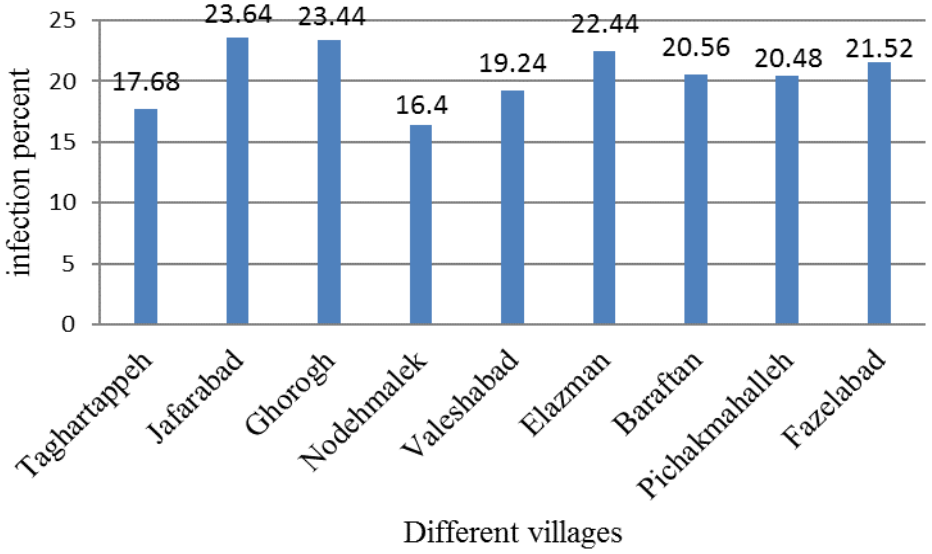
**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

**:significant at 1% probability level.

^{ns}: غیر معنی‌دار

^{ns}: no significant

تغییرات درصد آلودگی بین صفر (یک مزرعه در همه روستاها بجز روستاهای برفتان و جعفرآباد) تا حداکثر مزرعه‌ای با ۴۳/۴ درصد آلودگی در روستای والش‌آباد بود و در مجموع روستای جعفرآباد با ۲۳/۶۴ درصد بیشترین آلودگی و روستای نوده‌ملک با ۱۶/۴ درصد کمترین آلودگی را داشته است. از لحاظ وقوع نهایی بیماری بین مناطق مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود داشت (شکل۴).

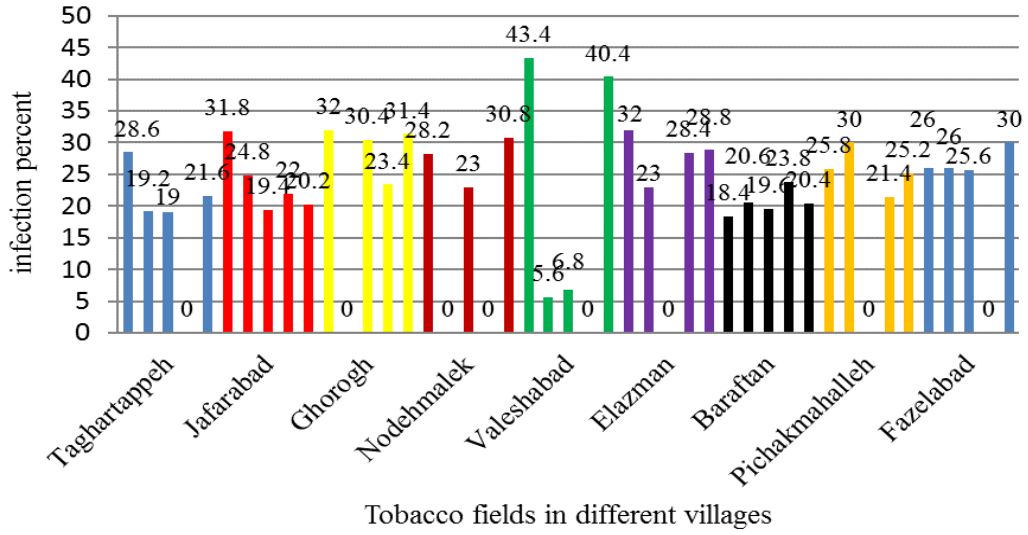


شکل ۴- درصد آلودگی بیماری ساق سیاه توتون در روستاهای مختلف استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Figure 4. Infection percent of disease of tobacco black shank in different villages in Golestan province in 2015.

نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد بیماری ساق سیاه توتون در تمام مناطق توتون‌کاری استان گلستان با میزان وقوع متفاوت گسترش دارد. همچنین اکثر مزارع مورد بررسی این تحقیق از آلودگی متوسط برخوردارند; زیرا ۵۷/۷۷ درصد مزارع مورد تحقیق، آلودگی بین ۲۰ تا ۳۰ درصد و ۲۴/۴ درصد از مزارع بالاتر از ۳۰ درصد و ۳۳/۳ درصد مزارع آلودگی کمتر از ۲۰ درصد را نشان می‌دهند (شکل ۵).

۵۲ جدایه شبه قارچ *Phytophthora nicotianae* جداسازی و شناسایی گردید که همه جدایه‌ها بیماری‌زا بودند. در تحقیقی گزارش شد که شبه قارچ فیتوفترا نیکوتیانا که دارای چهار نژاد ۰، ۱، ۲ و ۳ در مناطق مختلف توتون‌کاری در دنیا می‌باشد در سطح استان گلستان، نژاد ۰ و ۱ فعال می‌باشد (Sajjadi & Assemi, 2012). رشد کلنی روی محیط کشت آگاردار متوسط و روی محیط کشت آرد ذرت آگار سریعتر از محیط کشت سیب زمینی دکستروز آگار بود (روزانه معمولاً ۱۲-۱ میلی‌متر در دمای بهینه). کلنی معمولاً سفید مایل به زرد و بصورت کم و بیش پنبه‌ای و از قسمت پشت تشتک منظره‌ای بدون ساختار و حاشیه‌ای دندانه‌ای داشت. ریسه‌ها دارای ضخامت غیر یکنواخت در طول و اغلب با برجستگی‌هایی گره مانند (آماس) و بدون دیواره عرضی بود. اسپورانژیوفور معمولا باریک، طویل، گاهی قابل تشخیص از ریسه‌های معمولی و انشعابات اکثرا از آماس ریسه‌ها خارج شدند و بصورت سیمپودیال نیز منشعب بودند. استقرار اسپورانژیوم‌ها روی اسپورانژیوفور معمولاً انتهایی و شکل اسپورانژیوم‌ها تخم مرغی، گلابی وارونه، بیضوی یا نامنظم و معمولا دارای پاپیل است. کلامیدوسپورها کروی و گاهی مایل به بیضوی و اکثرا به صورت انتهایی و گاهی میانی تشکیل می‌گردند. اندام‌های جنسی شامل آنتریدی همیشه آمفیژن می‌باشد و شکل آن اغلب کروی و یا گاهی گوشه‌دار است و ااگون کروی و جدار صاف و ابتدا بی‌رنگ و به مرور زردرنگ می‌شوند. تخم‌ها کروی و ااگون‌ها را پر نمی‌کنند. دیواره‌ای صاف و رنگ مایل به زرد دارند. تمام ۵۲ جدایه در آزمایش اثبات بیماری‌زایی بر روی رقم کا ۳۲۶ پاسخ مثبت دادند و مجددا جداسازی و شناسایی قارچ بیماری‌زا از بوته‌های مایه‌زنی شده صورت گرفت. هفت روز پس از مایه‌زنی در محل طوقه لکه‌های قهوه‌ای تیره یا سیاه ظاهر شده و بیماری به سرعت از ساقه به برگ‌ها توسعه یافت. برگ‌های پژمرده بر ساقه آویزان شدند. مهمترین علامت بیماری تشکیل صفحات دیسک مانند تیره در مغز ساقه بود. سیستم ریشه رشد و توسعه طبیعی نداشت و پوسیده شد. بوته‌های آلوده دچار مرگ گیاهچه یا بوته‌میری شدند.

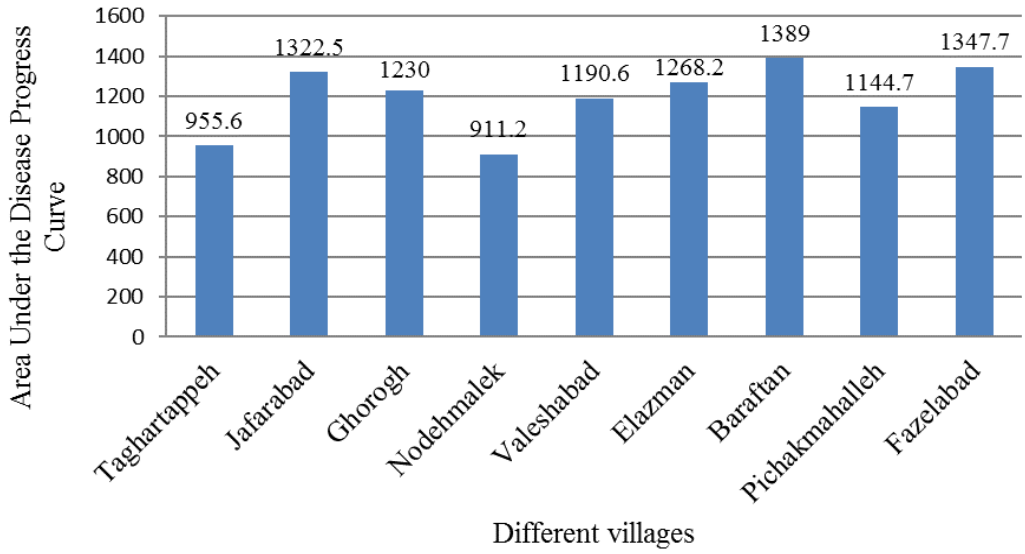


شکل ۵ – درصد آلودگی بیماری ساق سیاه در مزارع مختلف توتون در استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Figure 5. Infection percent of black shank disease in different fields of tobacco in Golestan province in 2015.

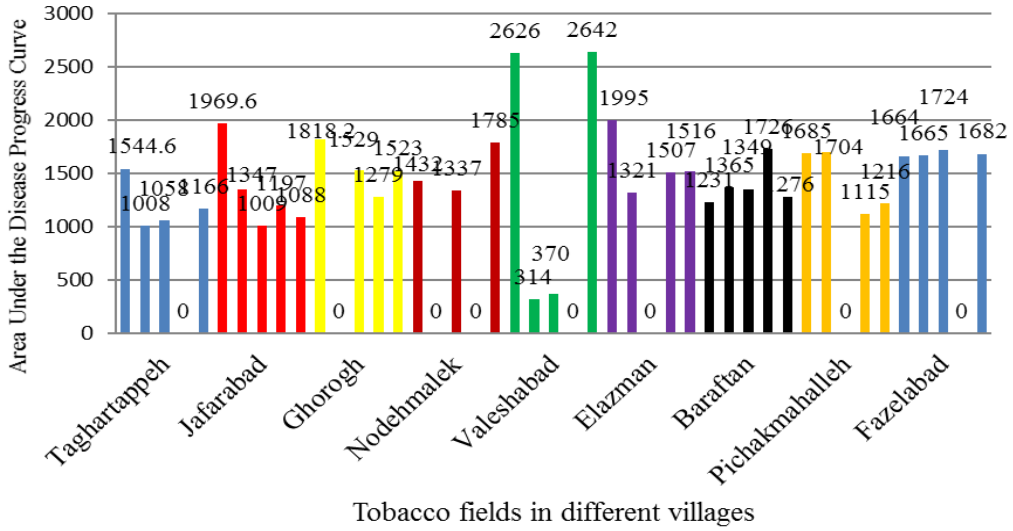
سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری

تجزیه واریانس سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری بر اساس طرح آشیانه‌ای در جدول ۱ آمده است. نتایج تجزیه واریانس نشان می‌دهد که بین مناطق اختلاف معنی‌داری وجود نداشته اما در مزارع مختلف یک روستا اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد وجود داشته است. در مجموع روستای برفتان (۱۳۸۹) بیشترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری و روستای نوده‌ملک (۹۱۱/۲) کمترین سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری را داشته است (شکل ۶). حداکثر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در یکی از مزارع روستای والش‌آباد (۲۶۴۲) بود (شکل ۷).



شکل ۶- سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری ساق سیاه توتون در روستاهای مختلف استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Figure 6. Area Under the Disease Progress Curve of disease of tobacco black shank in different villages in Golestan province in 2015.



شکل ۷- سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری ساق سیاه توتون در مزارع مختلف در استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Figure 7. Area Under the Disease Progress Curve of disease of tobacco black shank in different fields in Golestan province in 2015.

بررسی وقوع اپیدمی بیماری

همانطور که در جدول یک آمده است از نظر درصد آلودگی اختلاف معنی‌داری بین مناطق و روستاهای مختلف در استان گلستان وجود ندارد و این نشان می‌دهد که شرایط آب و هوایی در بین دو منطقه و روستاهای مختلف تفاوت ندارد ولی با توجه به اینکه درصد آلودگی بین مزارع مختلف از نظر درصد آلودگی معنی‌دار است نشان می‌دهد که عوامل زراعی بین توتون‌کاران متفاوت بوده که درصد آلودگی بصورت متفاوت بروز داده است.

در جدول دو بهترین مدل برای برازش اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان با توجه به همبستگی (۰/۸۹)، ضریب تبیین (۸۲/۹) و ضریب تبیین تعدیل شده (۸۱/۷) مدل گومپرتز بهترین مدل معرفی می‌گردد. در پژوهشی مدل گومپرتز، مناسب‌ترین مدل رشد برای توصیف پیشرفت بیماری ساق زخم توتون در شرایط استان گلستان گزارش شد (Bazazi *et al*., 2016).

جدول۲- خلاصه آماره‌های تجزیه رگرسیون خطی برای برازش مدل‌های اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان

Table 2. Linear regression analysis statistics for fitting epidemic models of disease of tobacco black shank in Golestan province

Model	P-Value	correlation	R-squared (%)	Ra-squared (%)	SEE	Intercept	slope
linear	0	0.71	51.4	51.15	0.83	-0.048	0.026
Monomolecular	0	0.71	53.9	53.2	0.04	-0.045	0.0023
Logistic	0	0.73	76.4	76.1	0.85	-4.56	0.029
Log-Logistic	0	0.86	79.4	79.3	0.86	-10.8	2.01
Gompertz	0	0.89	82.9	81.7	0.33	-1.6	0.01

در جدول سه مدل‌های خطی و بهترین مدل معنی‌دار شده برای هر یک از صفات مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که متغیرهای تاریخ وجین یک و دو، تعداد سمپاشی در خزانه و مزرعه، جمعیت نماتد و قارچ در خاک، تعداد و زمان آبیاری در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شدند ولی ضریب همبستگی متغیرهای تاریخ وجین یک و دو، تعداد آبیاری پایین و قابل قبول نمی‌باشد. در تحقیقی گزارش شد که میزان بیماری ساق سیاه توتون در مزرعه به جمعیت اولیه قارچ در خاک بستگی دارد (Ferrin & Mitchell, 1986).

جدول ۳- مدل‌های خطی و بهترین مدل‌های معنی‌دار شده توسعه داده شده به وسیله تجزیه رگرسیون ساده برای درصد آلودگی بیماری ساق سیاه توتون در مناطق مختلف استان گلستان

Table 3. Linear models and the best significant models developed by regression analysis for disease percent of tobacco black shank indifferent regions of Golestan province

Dependent variable (X)	Independent variable (Y)	Model	P-Value	correlation	R-squared (%)	Raquared (%)	SEE	Intercept	slope
Transplanting Date	AUDPC	Linear	0.43	-0.11	1.4	0.85	7.3	1951	-10.5
		Square root-Y Squared-X	0.12	-0.22	5.28	3.08	15.4	46.3	-0.002
Fertilization Date	D8	Linear	0.16	-0.2	4.4	19.3	2.17	32.29	-0.2
		Square root-Y Squared-X	0.05	-0.29	8.5	6.39	1.8	5.4	-0.0003
	D10	Linear	0.13	-0.22	5.1	2.9	11.5	37.8	-0.2
		Square root-Y Squared-X	0.04	-0.3	9.06	6.9	1.9	5.8	-0.0003
	AUDPC	Linear	0.18	-0.2	4.1	1.8	693.6	2112.4	-13.02
		Square root-Y Squared-X	0.05	-0.28	8.3	6.2	15.1	44.2	-0.002
Time of Hoeing and Breaking soil-crust	D8	Linear	0.0001	-0.5	30.9	29.3	8.8	90.4	-0.64
		Squared -Y reciprocal -X	0	0.59	35.3	33.7	288.6	-1891	259545
	D10	Linear	0.0004	-0.5	25.9	24.2	6.7	178.8	-0.43
		Double Squared	0.0001	-0.53	28.2	27.2	360.8	1995.6	-0.11
	AUDPC	Linear	0.0004	-0.5	25.3	23.7	611.3	5578	-38.9
		Square root-Y Squared-X	0.0003	0.51	26.3	25.1	1.36	-7.11	1.007
Time of Hoeing and Earthing up	D8	Linear	0.0041	-0.4	17.6	15.7	9.6	97.38	-0.55
		Square root-Y Squared-X	0.0002	-0.52	27.08	25.4	306.4	-2240.2	377619
	D10	Linear	0.0063	-0.4	16.3	14.1	10.8	105.17	-0.59
		Squared -Y reciprocal -X	0.0005	0.49	24.8	23.1	370.9	-2497.9	431542
	AUDPC	Linear	0.013	-0.36	13.3	11.3	659.4	5790.2	-32.4
		Squared -Y reciprocal -X	0.0025	0.44	19.4	17.5	1.4	-8.1	1.4
Number of spraying in field	D8	Linear	0	-0.7	50.69	49.4	7.4	59.3	-12.9
		Square root-Y Squared-X	0	-0.78	61.43	60.5	1.2	8.2	-0.43
	D10	Linear	0	-0.69	51.69	46.8	8.56	65.37	-14.08
		Square root-Y Squared-X	0	-0.77	59.96	59.03	1.3	8.7	-0.45
	AUDPC	Linear	0	-0.69	48.19	46.98	509.7	3879.4	-844.6
		Square root-Y Squared-X	0	-0.7	59.4	58.4	10.11	66.95	-3.4
Number of fungi in soil	D8	Linear	0	0.89	80.6	80.1	4.6	1.3	4.2
	D10	Linear	0	0.87	77.31	76.78	5.6	2.3	4.6
		Square root-X	0	0.88	78.05	77.5	5.5	-3.6	13.2
	AUDPC	Linear	0	0.88	78.9	78.4	325.1	93.07	280.2
Number of irrigation	D8	Linear	0.1	0.37	14.4	12.4	9.8	-5.8	3.3
		Square root-Y reciprocal-X	0.02	0.34	11.87	9.7	336.9	1199	-5287
	D10	Linear	0.01	0.37	13.85	11.84	11	-5.5	3.6
		Square root-Y reciprocal-X	0.01	0.45	20.58	10.2	400	1486	-6412
	AUDPC	Linear	0.004	0.41	17.59	15.5	643	-563	248

ادامه جدول ۳-

dependent variable (X)	independent variable (Y)	Model	P-Value	correlation	R-squared (%)	Ra-quared (%)	SEE	Intercept	slope
Number of irrigation	AUDPC	Square root-Y reciprocal-X	0.007	0.48	23.5	21.5	13.8	78.4	-328
Time of irrigation	D8	Linear	0	0.76	59.02	58	6.7	-9.3	3.9
		Square root-Y reciprocal-X	0	0.82	68.3	67.5	1.09	8.2	-28
	D10	Linear	0	0.76	59.07	58.1	7.58	-10	4.39
		Square root-Y reciprocal-X	0	0.82	68.7	67.9	1.1	8.8	-30
	AUDPC	Linear	0	0.74	55.7	54.6	471	-583.4	254.9
		Square root-Y reciprocal-X	0	0.81	66.6	65.8	9.1	66.7	-226
Number of nematode in soil	D8	Linear	0	0.8	64.1	63.2	6.3	6.5	8.3
		Double Square root	0	0.91	83.1	82.7	0.79	0.54	3.1
	D10	Linear	0	0.78	62.2	61.3	7.2	7.9	9.1
		Double Square root	0	0. 9	82.5	82.1	0.86	0.6	3.3
	AUDPC	Linear	0	0.8	65.1	64.3	418	421	561
		Square root-Y reciprocal-X	0	0.91	83.6	83.2	6.4	4.2	25.7
Number of plow	D8	Linear	0.23	0.18	3.3	1.07	10.4	12.6	3.8
		Square root-Y Squared-X	0.18	0.19	3.9	1.7	1.9	3.2	0.25
	D10	Linear	0.25	0.17	0.9	0.68	11.68	14.8	4.02
		Double Square root	0.21	0.19	3.6	1.38	2.03	1.8	1.8
	AUDPC	Linear	0.1	0.24	5.8	3.7	687	711.5	340.2
		Squared-X	0.1	0.24	5.89	3.7	687.1	938.3	113.4
Number of disk	D8	Linear	0.1	0.24	6	3.8	10.3	12.7	1.2
		Square root-Y Squared-X	0.05	0.28	8.1	5.9	1.8	3.1	0.02
	D10	Linear	0.1	0.21	4.4	2.2	11.5	15.4	1.2
		Square root-Y Squared-X	0.07	0.26	7	4.8	1.9	3.4	0.02
	AUDPC	Linear	0.05	0.29	8.4	6.2	677	773	100
		Squared-X	0.03	0.31	10.2	8.1	671	927	12.2
Number of leaves harvest	D8	Linear	0.8	0.03	0.11	2.2	10.6	16.5	0.31
		Square root-Y Squared-X	0.76	0.04	0.21	1.2	1.9	3.6	0.008
	D10	Linear	0.8	0.02	0.04	2.2	11.8	19.5	0.23
		Square root-Y Squared-X	0.8	0.03	0.14	1.2	2.06	3.8	0.007
	AUDPC	Linear	0.6	0.06	0.42	1.8	706	1002	40.5
		Squared-X	064	0.07	0.49	1.8	706	1083	4.6
Number of spraying in seedbed	D8	Linear	0	-0.85	73.8	73.2	5.4	48.5	-11.6
		Square root-Y Squared-X	0	-0.88	87.2	77.7	0.9	6.6	-0.38
	D10	Linear	0	-0.86	74	73.4	6	54.6	-12.9
		Square root-Y Squared-X	0	-0.88	77.9	77.5	0.97	7.1	-0.41
	AUDPC	Linear	0	-0.87	76.4	75.8	344.2	3260	-787.4
		Square root-Y Squared-X	0	-0.89	79.7	79.2	7.1	54.6	-3.1

در جدول چهار وضعیت معنی‌داری متغیرهای کیفی زراعی در بروز بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان را نشان می‌دهد که متغیرهای میزان کود، نوع تناوب، علف هرز و بافت خاک در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شده است و متغیر واریته از لحاظ درصد آلودگی در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شده است. متغیر نوع خزانه معنی‌دار نشد. نتایج مشابهی از تحقیق سایر محققان برای بیماری ساق زخم توتون در استان گلستان هم گزارش شده است (Bazazi *et al.*, 2016).

جدول ۴- وضعیت معنی‌داری متغیرهای کیفی زراعی در دوره زمانی اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان بر اساس ANOVA

Table 4. Significant status of agricultural quality variables in during epidemic period of disease of tobacco black shank in Golestan province based on ANOVA

dependent variable (X)	independent variable (Y)	Number of level	P-Value	F- Ratio
Variety	D8	2	0.026	5.27
	D10	2	0.03	4.93
	AUDPC	2	0.06	3.7
Seedbed	D8	2	0.14	2.21
	D10	2	0.12	2.45
	AUDPC	2	0.23	1.48
Fertilizer rate	D8	2	0	59.37
	D10	2	0	63.8
	AUDPC	2	0	59.6
Rotation	D8	2	0	23.37
	D10	2	0	23.9
	AUDPC	2	0.0004	15.01
Weed	D8	2	0.0008	12.96
	D10	2	0.0007	13.23
	AUDPC	2	0.005	8.49
Soil texture	D8	4	0	17.06
	D10	4	0	17.26
	AUDPC	4	0	16.41

در جدول پنج نتایج مدل‌سازی اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان بر اساس متغیرهای زراعی با استفاده از روش آماری رگرسیون لجستیک ارائه شده است که بر اساس سطح احتمال، ضریب تبیین و ضریب تبیین تعدیل شده، فاکتورهای جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد دفعات سمپاشی در خزانه و مزرعه و مدت آبیاری با ضریب تبیین ۹۹/۹، ۹۹/۹، ۸۲/۵، ۶۹/۳ و ۷۶/۰۵ مهم‌ترین عوامل بودند. در تحقیقی گزارش شد وقوع ساق سیاه توتون با افزایش جمعیت قارچ در خاک افزایش می‌یابد. همچنین در مزارعی که جمعیت اولیه قارچ در هر گرم خاک کمتر از

۱۰ اندام قارچ (پروپاگول) باشد و با توتون رقم بارلی ۲۱ (حساس به بیماری) نشاکاری شده ۴-۳ هفته بعد از نشاکاری مرگ و میر توتون بعه علت بیماری ساق سیاه اتفاق می‌افتد (Flower & Hendrix, 1972) و بعد از دو هفته جمعیت قارچ در هر گرم خاک به ۳۴ پروپاگول می‌رسد (Flower & Hendrix, 1974).

جدول۵– نتایج مدل‌سازی اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان بر اساس متغیرهای زراعی با استفاده از روش آماری رگرسیون لجستیک

Table 5. The results of modeling the epidemic of disease of tobacco black shank in Golestan province based on agricultural variables using logistic regression statistical method

dependent variable (Y)	independent variable (X)	variable	P-Value	R^2	a R^2
EPI1	D10	Number of fungi in soil	0	100	90.5
		Number of nematode in soil	0	100	90.5
		Number of spraying in seedbed	0	82.5	73.05
		Number of spraying in field	0	63.3	59.8
		Time of irrigation	0	76.05	66.5
		Number of irrigation	0.002	21.2	11.7
		Time of Hoeing and Breaking soil-crust	0.013	14.39	0.76
		Time of Hoeing and Earthing up	0.026	11.62	2.1
		Fertilization Date	0.05	9.09	0
		Number of Disk	0.07	7.4	0
		Transplanting Date	0.08	6.8	0
		Number of plow	0.26	2.9	0
		Number of leaves harvest	0.98	0.0005	0

در جدول شش نتایج مدل‌سازی اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان بر اساس متغیرهای زراعی با استفاده از روش آماری تجزیه تابع تشخیص آمده است که فاکتورهای جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد دفعات سمپاشی در خزانه و مدت و تعداد آبیاری با ۱۰۰ درصد حساسیت پیش بینی صحیح بروز اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون می‌کند و فاکتورهای جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد دفعات سمپاشی در مزرعه و مدت آبیاری با ۱۰۰ درصد و فاکتورهای تعداد دفعات سمپاشی در خزانه با ۸۷/۵ و مدت و تعداد آبیاری با ۷۵ درصد پیش بینی صحیح عدم بروز اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون می‌کند. با توجه به اینکه جهت مبارزه با بیماری ساق سیاه توتون استفاده از قارچ‌کش متالاکسیل (ریدومیل مانکوزب پودر وتابل ۷۲ درصد) توصیه شده است (۱۴) و زمان بروز بیماری تقریباً یک‌ماه تا چهل روز پس از نشاکاری می‌باشد در این فاصله زمانی سمپاشی با قارچ‌کش از بروز بیماری و اپیدمی شدن آن در مزرعه جلوگیری خواهد کرد. همچنین توصیه می‌شود قبل از انتقال نشا به مزرعه در خزانه سمپاشی با قارچ‌کش صورت گیرد. با توجه به اینکه چهل روز بعد از نشاکاری مزارع توتون، گیاه وارد مرحله رشد سریع می‌شود و همزمان با

شروع آبیاری می‌باشد و هر دو هفته آبیاری به صورت جوی و پشته‌ای تکرار می‌شود و دمای هوا در تیر و مرداد ماه و شرایط آبیاری برای جوانه‌زنی اسپورانژیوم‌ها مساعد است بنابراین سمپاشی با قارچ‌کش متالاکسیل (ریدومیل مانکوزب پودر وتابل ۷۲ درصد) توصیه می‌شود (Sajjadi & Assemi, 2012; Jahagirdar & Hundekar, 2009).

جدول۶– نتایج مدل‌سازی اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان بر اساس متغیرهای زراعی با استفاده از روش آماری تجزیه تابع تشخیص

Table 6. The results of modeling the epidemic of disease of tobacco black shank in Golestan province based on agricultural variables using statistical method discriminant analysis

dependent variable (Y)	independent variable (X)	variable	P-Value	Canonical correlation	Cases correctly classical (%)	Specifity 0-0%	Sensivitye 1-1%
EPI1	D10	Number of fungi in soil	0	0.85	71.11	100	100
		Number of spraying in seedbed	0	0.84	57.78	87.5	100
		Number of nematode in soil	0	0.71	51.1	100	100
		Time of irrigation	0	0.7	46.67	75	100
		Number of spraying in field	0	0.69	55.56	100	0
		Time of weeding 1	0.003	0.53	35.56	0	50
		Number of irrigation	0.05	0.4	35.5	37.5	100
		Fertilization Date	0.09	0.37	40	0	50
		Transplanting Date	0.17	0.33	35.56	0	50
		Number of plow	0.22	0.31	28.9	0	100
		Number of Disk	0.24	0.3	37.87	75	0
		Number of leaves harvest	0.75	0.16	31.11	0	100
		Variety	0.67	0.13	42.2	62.5	56

اختصاصی: پیش بینی صحیح عدم وقوع اپیدمی

Specifity: The correct prediction of non-occurrence of the epidemic.

حساسیت: پیش بینی صحیح عدم وقوع اپیدمی

Sensivity: The correct prediction of occurrence of the epidemic

در جدول هفت همبستگی بین عوامل زراعی در بروز بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان نشان می‌دهد که درصد بیماری در یادداشت‌برداری دهم با مقدار کوددهی، تناوب، تعداد دفعات سمپاشی در مزرعه و خزانه، جمعیت قارچ و نماتد در خاک، بافت خاک و مدت آبیاری معنی‌دار با سطح احتمال بیشتر از ۵۵ درصد شد. این نتایج با نتایج سایر محققین مطابقت داشت. در تحقیقی

مشخص شد با افزایش سمپاشی در مزارعی که ارقام حساس به بیماری ساق سیاه توتون نشاکاری شده بود در انتهای فصل میزان بیماری کاهش پیدا کرد (Kannwischer & Mitchell, 1978).

شکل ۸ وضعیت بیماری ساق سیاه توتون در روستاهای مختلف استان گلستان را نشان می‌دهد و همچنین تاریخ شروع بیماری و روند افزایش آن در طول فصل زراعی در پنج مزرعه هر روستا مشخص شده است. شکل نه نشان می‌دهد که هر چه جمعیت قارچ عامل بیماری بیشتر باشد وقوع بیماری هم بیشتر خواهد بود و اگر مثلا جمعیت قارچ ۱۰ کلنی در هر گرم خاک باشد به احتمال ۷۶/۸ درصد بروز بیماری به ۵۰ درصد خواهد رسید. این نتایج با تحقیقات سایر محققین مطابقت داشت که گزارش نمودند با افزایش تراکم قارچ عامل بیماری از ۰/۵ به ۰/۷۵ پروپاگول در هر گرم خاک مقدار بیماری ساق سیاه توتون در مزرعه افزایش پیدا کرد (Kannwischer & Mitchell, 1978).

شکل ده نشان می‌دهد که هرچه تعداد سمپاشی بیشتر باشد بیماری کمتر رخ می‌دهد. اگر یکبار سمپاشی در مزرعه صورت گیرد به احتمال ۴۸/۸ درصد نزدیک به ۵۰ درصد بیماری بروز می‌کند. در شکل ۱۱ مشخص است که هرچه تعداد دفعات آبیاری بیشتر باشد بروز بیماری بیشتر خواهد بود. اگر تعداد دفعات آبیاری به ۱۳ بار برسد به احتمال ۵۸/۷ درصد نزدیک به ۵۰ درصد بیماری بروز می‌کند که نتایج این تحقیق با سایر محققین مطابقت داشت (Ristaino, 1991). میزان رطوبت بالای خاک شدت بیماری را افزایش می‌دهد. رطوبت زیاد خاک برای آزادسازی و انتشار زئوسپورها (اسپور قارچ که دارای تاژک بوده و می‌تواند در آب حرکت کند) ضروری است. بقایای محصول زراعی آلوده و کلامیدوسپورهای آزاد در خاک، نقش اینوکلوم اولیه عامل بیماری ساق سیاه را دارند. کلامیدوسپورها در خاک گرم و مرطوب جوانه می‌زنند و یک تا چند لوله تندشی[۹] (ریسه اولیه حاصل از رشد سیتوپلاسم یا دیواره اسپور) تولید می‌کنند. این لوله‌ها یا مستقیما ریشه توتون را آلوده می‌کنند، یا اسپورانژیوم تولید می‌کنند. زئوسپورهایی که از اسپورانژیوم به هنگام اشباع بودن خاک آزاد می‌شوند، به سوی ریشه جلب شده، و در آنجا تشکیل کیست داده و جوانه می‌زنند. قارچ از طریق اپیدرم تا کورتکس نفوذ می‌کند. عامل بیماری‌زا از طریق نشاهای آلوده، آب یا خاک منتشر می‌شود. چسبیدن خاک آلوده به چرخ‌های تراکتور و ادوات کشاورزی و حتی کفش توتون‌کاران نیز می‌تواند موجب انتشار عامل بیماری باشد. شدت ساق سیاه با حضور نماتد ریشه گرهی بسیار افزایش می‌یابد (Lucas, 1975).

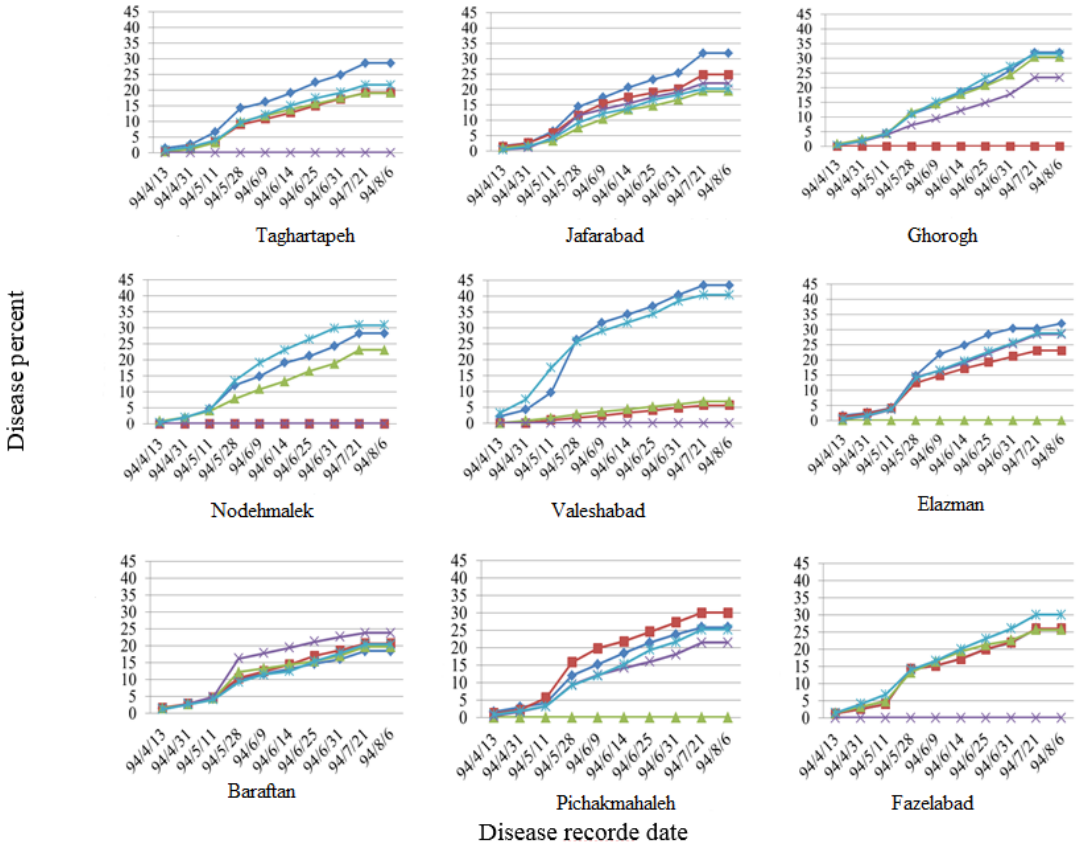
۹. Germ tube

جدول ۷- همبستگی بین عوامل زراعی در بروز بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان

Table 7. Correlation between Agronomic Factors in the disease incidence of tobacco black shank in Golestan province

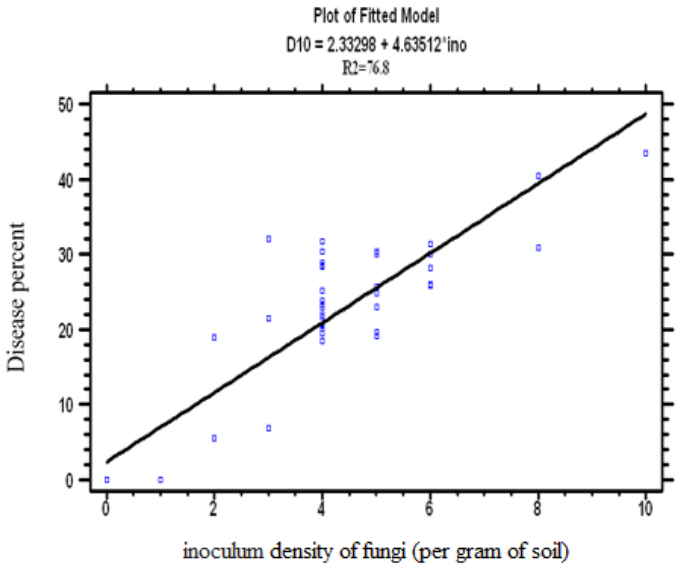
	D8	D10	AUDPC	TD	Variety	Seedbed	FR	FD	HB	HE	R	Weed	SF	NF	NI	TI	N	S	P	D	T
D10	0.99**																				
AUDPC	0.98**	0.97**																			
TD	-0.18	-0.18	-0.1																		
Variety	0.33*	0.32*	0.28	-0.45*																	
Seedbed	0.14	0.23	-0.18	0.16	0.17																
FR	0.76**	0.77**	0.76**	-0.13	0.28	0.13															
FDate	-0.2	-0.23	-0.2	0.57**	-0.4	0.1	-0.22														
HB	-0.5**	-0.5**	-0.5**	0.52**	-0.5**	-0.04	-0.3*	0.65**													
HE	-0.4**	-0.4**	-0.4**	0.28	-0.31*	0.01	0.2	0.44**	0.7**												
R	0.59**	0.59**	0.5**	-0.17	0.23	0.22	0.57**	-0.01	-0.3*	-0.32*											
Weed	0.48**	0.48**	0.4**	-0.2	0.2	0.3*	0.39**	-0.01	-0.14	-0.16	0.53**										
SF	-0.7**	-0.7**	-0.7**	0.2	-0.25	-0.25	-0.42*	0.09	0.38**	0.18	-0.4**	-0.3									
NF	0.8**	0.88**	0.88**	-0.13	0.27	0.16	0.69**	-0.2	-0.5**	0.48**	0.43*	0.39**	-0.7**								
NI	0.37*	0.37*	0.41**	0.17	0.17	-0.03	0.37**	-0.2	-0.17	0.08	0.046	0.13	-0.4**	0.37							
TI	0.76**	0.77**	0.74**	-0.2	0.31*	0.14	0.56**	-0.3	-0.53	-0.38*	0.6**	0.6**	-0.7**	-0.7**	0.29						
N	0.8**	0.79**	0.8**	-0.03	0.07	0.2	0.56**	-0.23	-0.45	-0.36*	-0.24	0.32	-0.6**	0.84**	0.46**	0.6**					
S	0.72**	0.72**	0.7**	-0.13	0.18	0.1	0.72**	-0.02	-0.2	-0.18	0.57**	0.34	-0.5**	0.61**	0.39**	0.44**	0.5**				
P	0.18	0.16	0.24	-0.1	0.1	-0.2	0.25	-0.14	0.09	0.13	-0.13	-0.19	0.02	0.1	0.55**	-0.14	0.12	0.34*			
D	0.24	0.2	0.29	-0.26	0.16	-0.13	0.24	0.11	-0.16	0.05	-0.07	-0.08	-0.32*	0.27	0.58**	0.01	0.24	0.4*	0.8**		
T	0.03	0.01	0.06	-0.13	0.27	0.1	0.04	-0.04	-0.04	0.08	-0.02	-0.22	-0.2	-0.006	0.39**	-0.18	-0.03	0.13	0.66**	0.6**	
SS	-0.8**	-0.8**	-0.8**	-0.001	-0.16	-0.26	-0.7**	0.05	0.28	0.18	-0.4**	-0.36	-0.36	0.77**	-0.48	-0.6**	-0.7*	-0.7*	-0.28	-0.3*	-0.1

TD: Transplanting Date, FR: Fertilizer rate, FD: Fertilizer Date, HB: Time of Hoeing and Breaking soil crust, HE: Time of Hoeing and Earthing up, R: Rotation, SF: Number of spraying in field, NF : Number of fungi in soil, NI: Number of irrigation, TI: Time of irrigation, N: Number of nematode in soil, S: Soil texture, P: Number of plow, D: Number of disk, T: Number of leaves harvest, SS: Number of spraying in seedbed



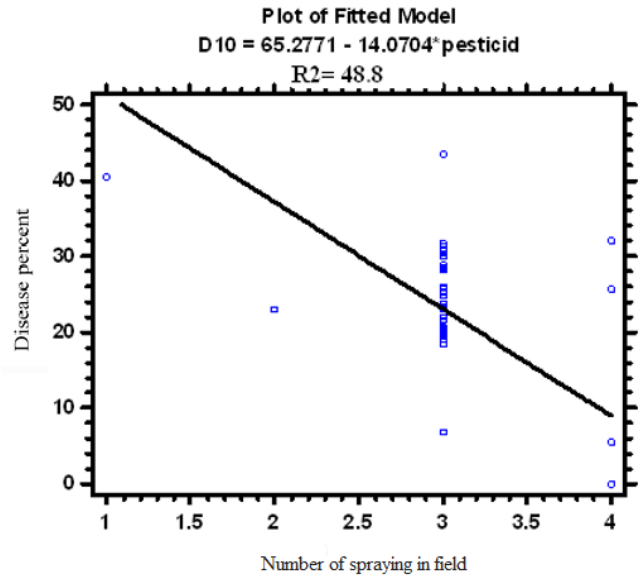
شکل ۸- وضعیت بیماری ساق سیاه توتون در روستاهای مختلف گرگان و علی‌آباد در استان گلستان در سال ۱۳۹۴

Figure 8. Disease status of tobacco black shank in different villages in Gorgan and Aliabad in Golestan province in 2015.



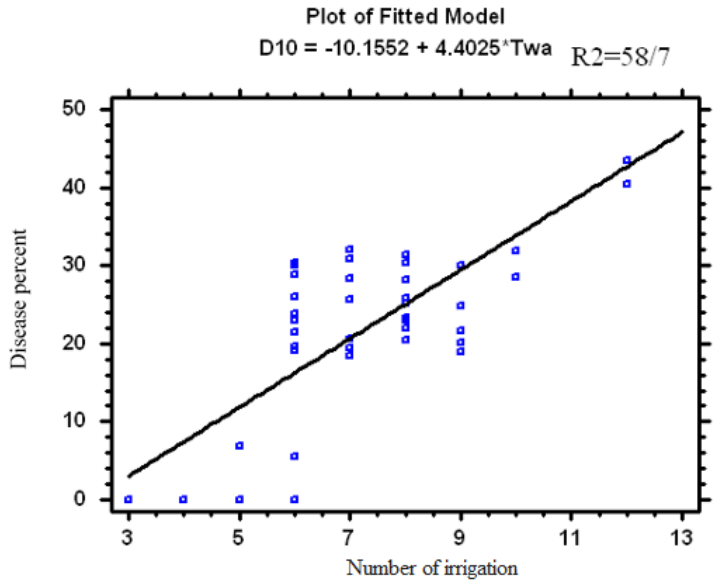
شکل ۹- رابطه بین جمعیت زادمایه و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 9. Relationship between of inoculum density of fungi and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



شکل ۱۰- رابطه بین تعداد سمپاشی در مزرعه و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

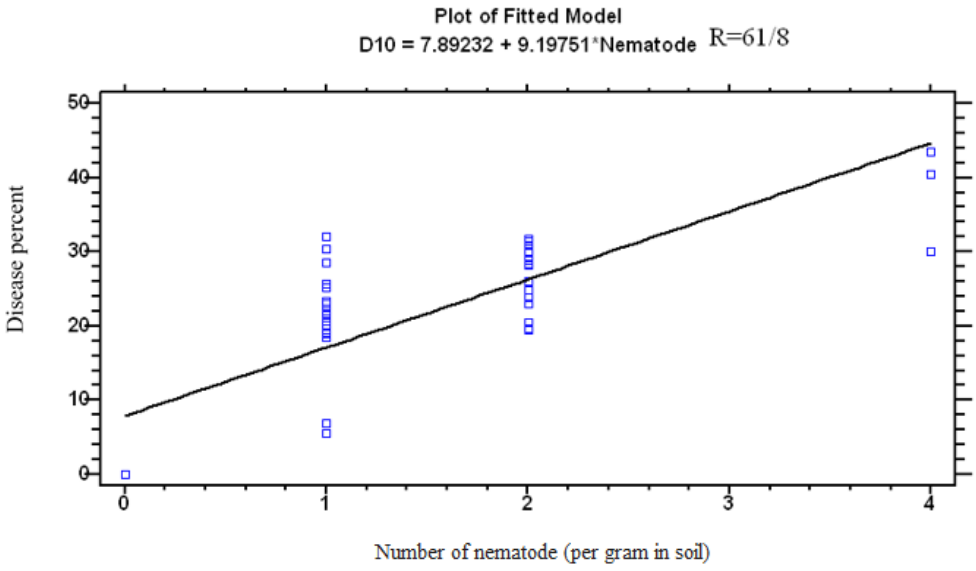
Figure 10. Relationship between of number of spraying in field and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



شکل ۱۱- رابطه بین تعداد دفعات آبیاری و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 11. Relationship between of Number of irrigation and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.

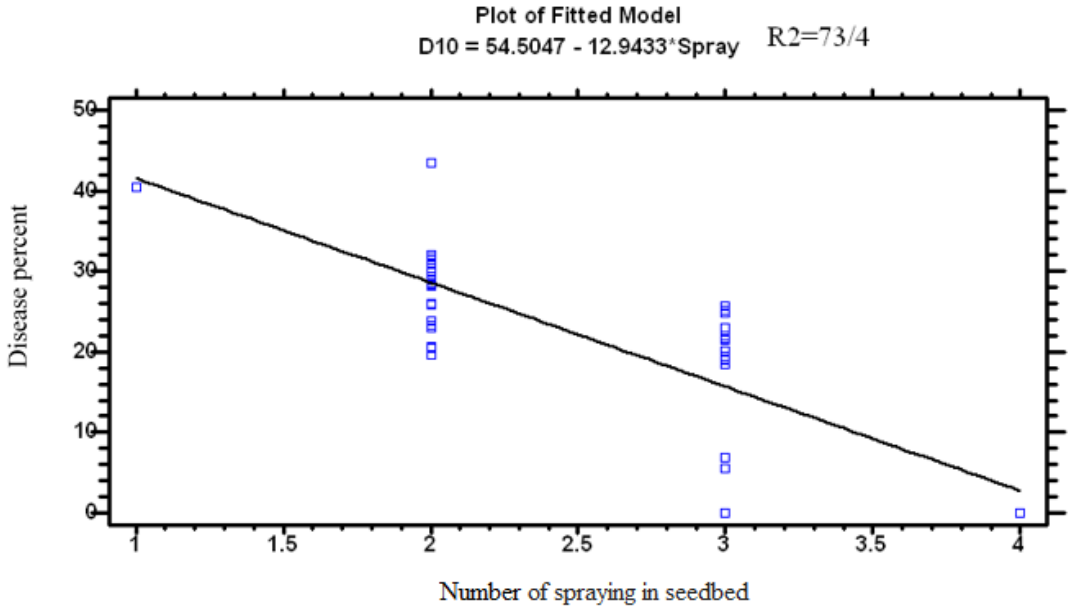
شکل ۱۲ نشان می‌دهد که هرچه تعداد نماتد در خاک بیشتر باشد بروز بیماری بیشتر خواهد بود. در پژوهشی اثر متقابل نماتد ریشه گرهی و عامل ساق سیاه و قارچ‌کش متالاکسیل بر روی ارقام حساس و مقاوم توتون بررسی شد و نتایج نشان داد که نماتد ریشه گرهی، اثر کنترل‌کنندگی متالاکسیل بر روی شبه قارچ فیتوفترا و پوسیدگی ریشه بر روی ارقام حساس به نماتد را کاهش می‌دهد. همچنین زمانی‌که متالاکسیل برای مدیریت ساق سیاه توتون استفاده می‌شود کنترل نماتد هم ضروری می‌باشد (Shengfu *et al*., 1994). در تحقیقی گزارش کردند که بافت‌های گال ریشه توتون آلوده به نماتد برای رشد شبه قارچ فیتوفترا بسیار مساعد است. ریسه‌های شبه قارچ به سرعت در گال‌ها رشد می‌کنند و این سلول‌های بزرگ را در کمتر از ۷۲ ساعت از بین می‌برند (Powell & Nusbaum, 1960). با توجه به اینکه اکثر مزارع توتون روستاهای شهرستان گرگان و علی‌آباد به نماتد ریشه گرهی آلودگی دارند (Sajjadi *et al*., 2014) لذا در مدیریت بیماری ساق سیاه مدیریت نماتد هم باید مد نظر قرار گیرد. در پژوهشی مخلوط متالاکسیل و فنامیفوس (نماکور گرانول ۱۰ درصد) برای کنترل آلودگی توام ساق سیاه توتون و نماتد ریشه گرهی توصیه شد (Johnson *et al*., 1992).



شکل ۱۲- رابطه بین تعداد نماتد در خاک و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 12. Relationship between of Number of nematode in soil and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.

شکل ۱۳ نشان می‌دهد که هرچه تعداد سمپاشی در خزانه بیشتر باشد امکان بروز بیماری در مزرعه کمتر خواهد بود. اگر ۴ بار سمپاشی در خزانه صورت گیرد به احتمال ۷۳/۴ درصد بروز بیماری ساق سیاه توتون در مزرعه بسیار ناچیز خواهد بود.



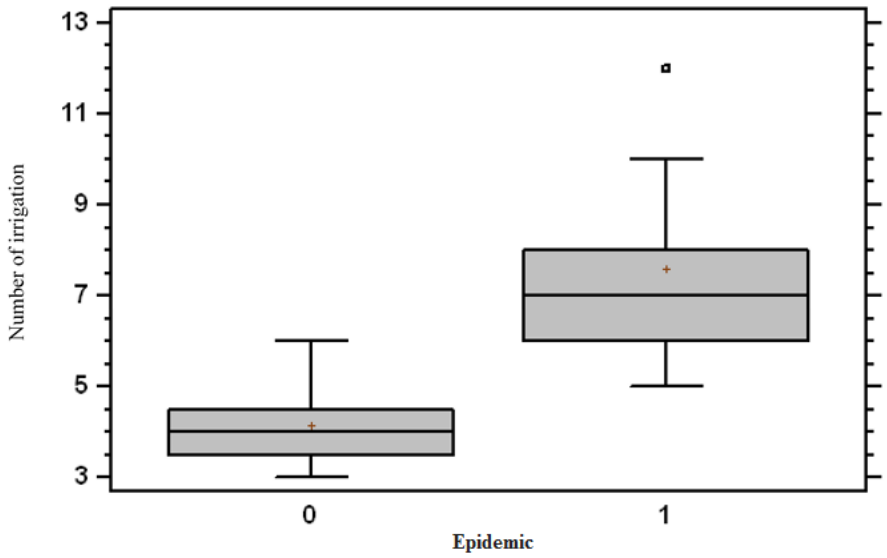
شکل ۱۳- رابطه بین تعداد سمپاشی در خزانه و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 13. Relationship between of Number of spraying in seedbed and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.

همانگونه که در شکل جعبه‌ای ۱۴ نشان داده شده است اگر تعداد دفعات آبیاری تا ۵ بار باشد اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون رخ نمی‌دهد اما اگر تعداد دفعات آبیاری بیشتر از ۶ بار باشد اپیدمی بیماری رخ می‌دهد. مطالعات متعددی بر اهمیت مدیریت آب در گسترش قارچ فیتوفتورا گزارش شده است. پروپاگول‌های *P. nicotianae* مانند زئوسپورها و کلامیدوسپورها اغلب به همراه آب آبیاری منتقل می‌شوند و به راحتی به مناطق سالم و غیرآلوده منتشر می‌شوند (Stanghellini, 1994; Bush *et al*., 2003).

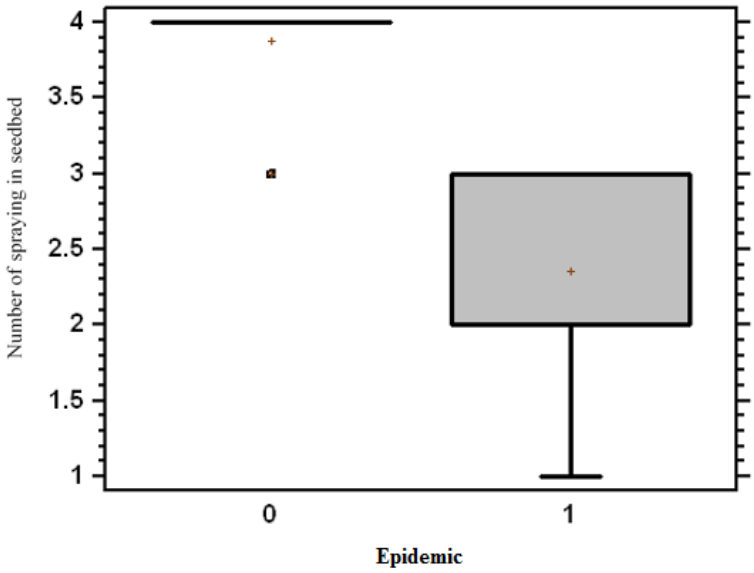
شکل ۱۵ نشان می‌دهد که اگر تعداد سمپاشی در خزانه چهار بار باشد اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون رخ نمی‌دهد اما اگر کمتر از سه بار باشد اپیدمی بیماری رخ می‌دهد. اگر جمعیت زادمایه قارچ کمتر از دو کلنی در هر گرم خاک باشد اپیدمی بیماری اتفاق نخواهد افتاد اما اگر جمعیت زادمایه بیشتر از ۴ کلنی در هر گرم خاک باشد بروز اپیدمی اتفاق می‌افتد (شکل۱۶). شکل ۱۷ نشان می‌دهد که اگر تعداد سمپاشی در طول فصل زراعی در مزرعه چهار بار باشد اپیدمی بیماری ساق سیاه توتون رخ نمی‌دهد اما اگر کمتر از سه بار باشد اپیدمی بیماری رخ می‌دهد. شکل جعبه-ای ۱۸ رابطه تناوب و درصد بیماری بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان را

نشان می‌دهد که اگر تناوب یک که با گیاهان غیر میزبان عامل بیماری بود رعایت گردد بیماری ساق سیاه توتون صفر تا کمتر از ۲۳ درصد بود اما مزارعی که با گیاهان میزبان تناوب داشتند بیماری بین ۲۵ تا ۴۷ درصد بروز کرد. شکل ۱۹ نشان می‌دهد که در بافت خاک سبک (شنی) بیماری ساق سیاه توتون بروز نمی‌کند. در بافت خاک نیمه سبک سیلتی- شنی) بیماری بین صفر تا ۲۰ درصد بروز می‌کند. در بافت خاک نیمه سنگین (لومی-رسی) بیماری بین ۲۰ تا ۳۰ درصد بروز کرد و در خاک سنگین (رسی) بیماری ساق سیاه توتون بیش از ۳۰ درصد بروز نمود.



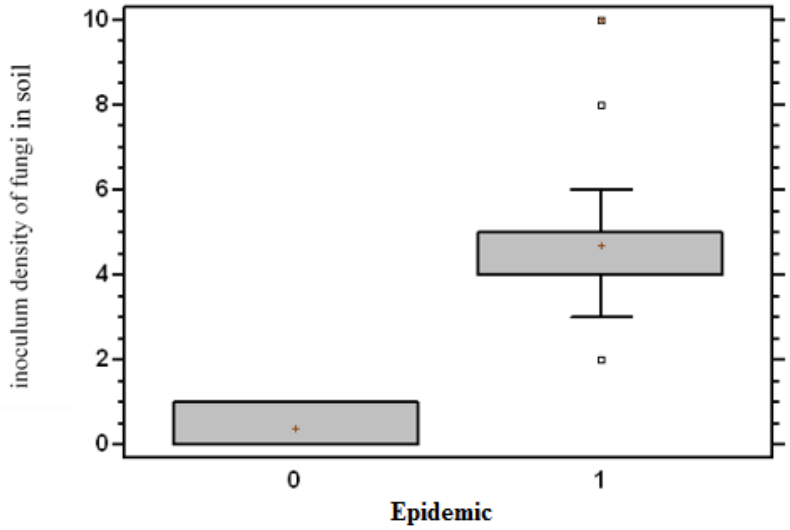
شکل ۱۴- نمودار جعبه‌ای تعداد آبیاری در مدل‌سازی اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 14. Box diagram of number of irrigation in modeling of epidemics of disease of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



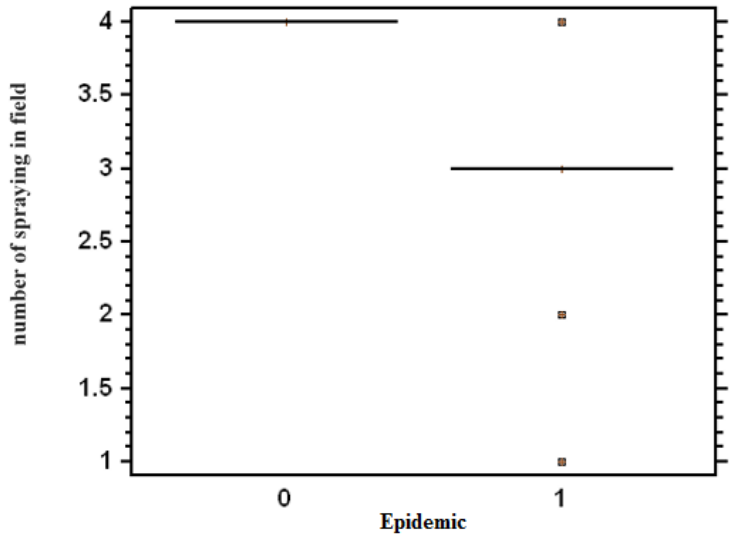
شکل ۱۵- نمودار جعبه‌ای تعداد سمپاشی در خزانه در مدل‌سازی اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 15. Box diagram of number of spraying in seedbed in modeling of epidemics of disease of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



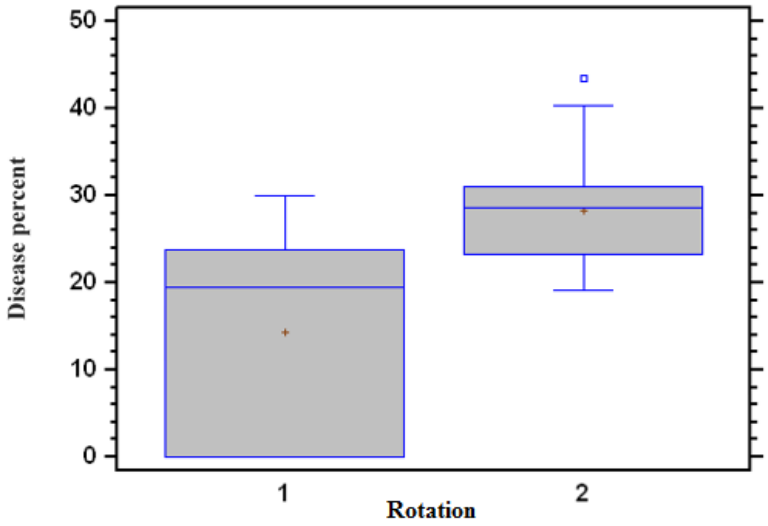
شکل ۱۶- نمودار جعبه‌ای جمعیت قارچ در خاک در مدل‌سازی اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 16. Box diagram of inoculum density of fungi in soil in modeling of epidemics of disease of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



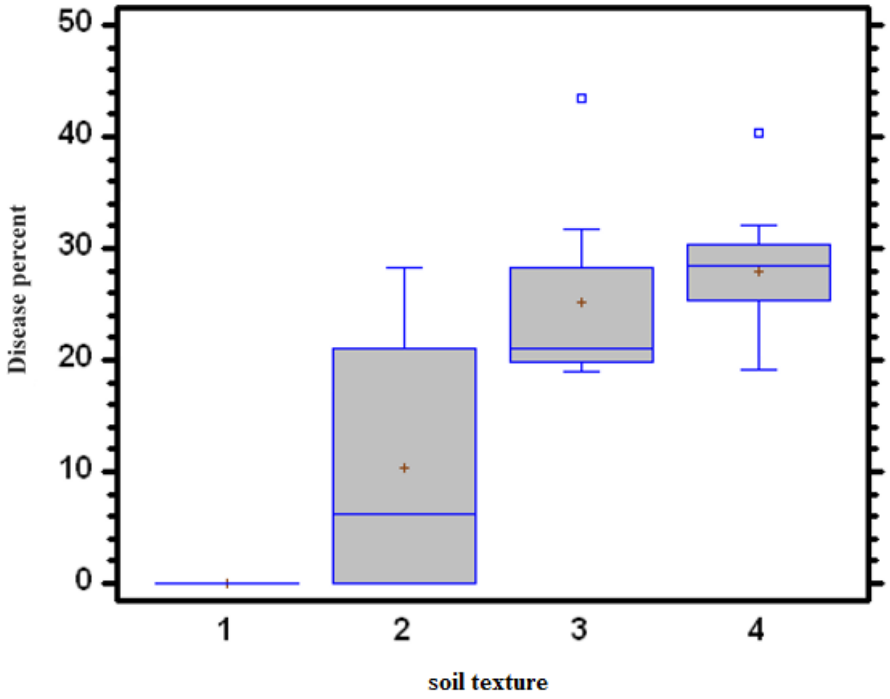
شکل ۱۷- نمودار جعبه‌ای تعداد سمپاشی در مزرعه در مدل‌سازی اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 17. Box Diagram of number of spraying in field in Modeling of Epidemics of disease of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



شکل ۱۸- نمودار جعبه‌ای رابطه تناوب و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 18. Box Diagram of relationship between rotation and disease percent of tobacco black shank in Golestan province in 2015.



شکل ۱۹- نمودار جعبه‌ای رابطه بافت خاک و درصد بیماری ساق سیاه توتون طی سال ۱۳۹۴ در استان گلستان

Figure 19. Box Diagram of relationship between of soil texture and disease of tobacco black shank in Golestan province in 2015.

نتیجه‌گیری کلی

- بیماری ساق سیاه توتون در تمام مناطق علی آباد و گرگان پراکنده است.
- حداکثر آلودگی مزرعه‌ای با ۴۳/۴ درصد در روستای والش‌آباد بود.
- در مجموع روستای نوده‌ملک کمترین آلودگی (۱۶/۴درصد) را داشت.
- مدل گومپرتز توانسته بهترین توصیف از اپیدمی‌های بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان در طول زمان را ارایه دهد.
- شرایط آب و هوایی در سال ۱۳۹۴ در مناطق مختلف مشابه بود.
- جمعیت قارچ و نماتد در خاک، تعداد دفعات سمپاشی در مزرعه و خزانه، مدت آبیاری، تناوب و بافت خاک مهم‌ترین متغیرها در بروز بیماری ساق سیاه توتون در استان گلستان در سال زراعی ۱۳۹۴ بودند.

منابع

Anonymous. 2012. *Statistical report of Iranian Tobacco Company*. Golestan, Iran (in Persian)

Bazazi. B. Zolfaghari, A. & Sajjadi, A. 2017. Effect of agronomic factors in severity of Sore Shin disease of tobacco in Golestan province. *The Second National Congress of Monitoring and Forecasting in Plant Protection*, 601-605

Bush, E. A., Hong, C., & Stromberg, E. L. 2003. Fluctuations of *Phytophthora* and *Pythium* spp. in components of a recycling irrigation system. *Plant Disease*, 87(12): 1500-1506.

Campbell, C. L., & Madden, L. V. 1990. *Introduction to Plant Disease Epidemiology*. John Wiley & Sons.

Campbell, C. L., Jacobi, W. R., Powell, N. T., & Main, C. E. 1984. Analysis of disease progression and the randomness of occurrence of infected plants during tobacco black shank epidemics. *Phytopathology*, 74(2): 230-235.

Cardoso, J. E., Santos, A. A., Rossetti, A. G., & Vidal, J. C. 2004. Relationship between incidence and severity of cashew gummosis in semiarid north eastern Brazil. *Plant Pathology*, *53*(3): 363-367.

Chehri, K., Abbasi, S., Reddy, K. R. N., & Salleh, B. 2010. Occurrence and pathogenicity of various pathogenic fungi on cucurbits from Kermanshah province, Iran. *African Journal of Microbiology Research*, 4(12): 1215-1223.

Ershad J, Zalpour N, & Makki M. 1974. Occurrence of black shank disease of tobacco in Iran. *Iranian Journal of Plant Pathology*, 10 (1): 92-100.

Ferrin D M and Mitchell D J, 1986. Influence of soil water status on the epidemiology of tobacco black shank. Phytopathology. 76: 1213-1217.

Ferrin, D. M., & Mitchell, D. J. 1986. Influence of initial density and distribution of inoculum on the epidemiology of tobacco black shank. *Phytopathology*, 76(11): 1153-1158.

Flowers, R. A., & Hendrix, J. W. 1972. Population density of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* in relation to pathogenesis and season. *Phytopathology*, 62: 474-477.

Flowers, R. A., & Hendrix, J. W. (1974). Host and nonhost effects on soil populations of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae*. *Phytopathology*, 64: 718-720.

Guan, J., & Nutter Jr, F. W. 2003. Quantifying the intrarater repeatability and interrater reliability of visual and remote-sensing disease-assessment methods in the alfalfa foliar pathosystem. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25(2): 143-149.

Gallup, C. A., Sullivan, M. J., & Shew, H. D. 2006. *Black Shank of Tobacco. The Plant Health Instructor. The American Phytopathological Society*.

Jacobi, W. R., Main, C. E., & Powell, N. T. 1983. Influence of temperature and rainfall on the development of tobacco black shank [*Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* on

Nicotiana tabacum, critical-point model assessment of disease incidence and loss, quantitative relationships between environment (rainfall and air temperature) and disease progression]. *Phytopathology*, 73: 139-143.

Jahagirdar, S., & Hundekar, A. R. 2009. Major diseases of tobacco and their management in Karnataka-a review. *Agricultural Reviews*, 30(3): 206-212.

James WC, 1971. An illustrated series of assessment keys for plant disease, their preparation and usage. *Canadian Plant Disease Survey*, 51: 39-65.

Jenkins, WR. 1964. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. *Plant disease Reporter*, 48: 692.

Johnson, A. W., Csinos, A. S., Golden, A. M., & Glaze, N. C. (1992). Chemigation for control of black shank-root-knot complex and weeds in tobacco. *Journal of nematology*, 24(4S): 648-655

Kannwischer, M. E., & Mitchell, D. J. 1978. The influence of a fungicide on the epidemiology of black shank of tobacco. *Phytopathology*, 68(12): 1760-1765.

Kannwischer, M. E., & Mitchell, D. J. 1981. Relationships of numbers of spores of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* to infection and mortality of tobacco. *Phytopathology*, 71: 69-73.

Lucas, G. B. 1975. *Diseases of Tobacco*. 3rd ed. Biological Consulting Associates, Raleigh, NC.

Powell, N. T., & Nusbaum, C. J. 1960. The black shank-root-knot complex in flue-cured tobacco. *Phytopathology*, 50(12): 899-906.

Ristaino, J. B., Respess, K., Sullivan, T., & Whittington, D. 1991. Influence of rainfall, drip irrigation, and inoculum density on the development of *Phytophthora* root and crown rot epidemics and yield in bell pepper. *Phytopathology*, 81(8): 922-929.

Sajjadi, A., & Assemi, H. 2012a. Identification of pathogenic soilborne fungi of tobacco in Golestan province fields. *Applied Plant Protection*, 1(3): 233-248.

Sajjadi, A., & Assemi, H. 2012b. Antifungal activity of plant extracts of catmint, tobacco and thyme on pathogens fungal of tobacco. Biological Control of pests and Plant Diseases. 3 (1): 41-52.

Sajjadi, A., Hosseininejad, A., & Assemi, H. 2012. Determination of damage of root knot nematode (Meloidogyne incognita) on some of tobacco commercial cultivar. *Applied Entomology and Phytopathology*, 80, 13-22.

Shengfu, Y., Shew, H. D., & Barker, K. R. 1994. International of *Meloidogyne incognita*, *Phytophthora nicotianae* var *nicotianae* and Metalaxyl on resistant and susceptible tobacco. *Journal of Nematology*, 26: 538-571.

Shew, H. D. 1987. Effect of host resistance on spread of *Phytophthora parasitica* var. *nicotianae* and subsequent development of tobacco black shank under field conditions. *Phytopathology*, 77: 1090-1093.

Stamps, D. J., Waterhouse, G. M., Newhook, F. J., & Hall, G. S. 1990. *Revised tabular key to the species of Phytophthora* (No. Ed. 2). CAB-International, UK.

Stanghellini, M. E. 1994. Hydroponics: a solution for zoosporic pathogens. *Plant Disease*, 78: 1129-1138.

Plant Protection Journal
(Islamic Azad University, Shiraz Branch)
2017 – 8(2) : 41-73

Study on the infections status and important agronomic factors in severity of black shank disease of tobacco in Golestan province

Seyed Afshin SAJAADI[1*], Mohammad Ali AGHAJANI[2], Hoda ASSEMI[1], Mohammad Reza NAJAFI[1]

1. Plant Protection Department of Tirtash Research and Education Center
[*](Corresponding author, Email: sajjadi_a@yahoo.com)
2. Agricultural and Natural Resources Research Center of Golestan, Gorgan

Abstract

Phytophthora nicotianae Breda de Haan (=*P. parasitica* Dasture) is the causal agent of black shank disease and one of the most important pathogen in tobacco fields. In order to study the infection status of this disease in tobacco fields of Golestan province, 45 tobacco fields in five different regions of Gorgaan (Taghartappeh, Jafarabad, Ghorogh, Nodehmalek and Valeshabad) and four different regions of Aliabad (Pichakmahaleh, Baraftan, Fazelabad and Elazman) selected in 2014. The amount of disease was recorded during the infection period from the beginning of symptoms appearance, weekly. Stat Graphics Centurion XVI and Harward Graphics softwares were used to statistical analysis and draw charts of the development of epidemiological models, respectively. The factors influencing the epidemiology of disease were determined using two statistical methods of analysis of discriminant analysis and logistic regression. Based on the highest disease incidence there were no significant differences between regions, but there were significant differences ($P<0.001$) between fields. One field with disease incidence 43.4% in Valeshabad had the highest disease incidence. Jafarabad with 23.64% disease incidence had the highest infection and Nodehmalek with 16.4% disease incidence had the lowest infection. The results of this study show that disease of tobacco black shank in two regions of Gorgan and Aliabad in Golestan province with different rate of expansion. Study of temporal analysis of the epidemic using five different growth models (Exponential, Monomolecular, Logistic, Gompertz and Log-Logistic) showed that the Gompertz was the best fit model for describing this disease epidemic in the Golestan province condition. Weather conditions were similar in the different regions in 2015 year. The amount of fungi and nematode of inoculum in soil, Number of spraying in field and seedbed, duration of irrigation, rotation and soil texture were the most important variables in the incidence of disease in the Golestan province in the 2015 crop year.

Keywords: *Phytophthora nicotianae*, Incidence of disease, Area under progress disease curve, infection period.