

ارزیابی مقاومت رقم‌های تجاری سیب‌زمینی به بیماری لکه‌موجی در شرایط گلخانه و مزرعه

مهدی نصرافشانی^{۱*}، گیتی علیزاده مقدم^۲ و محمدعلی کریم‌خواه^۲

۱ و ۲. دانشیار و کارشناس ارشد، بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان.

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۳/۴ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۵/۷)

چکیده

قارچ‌های *Alternaria alternata* و *A. solani* عامل بیماری لکه‌موجی سیب‌زمینی بوده و بیشتر کشتزارهای سیب‌زمینی کشور را تهدید می‌کنند. لذا در جهت ارزیابی رقم‌های مقاوم و یا متحمل، بررسی‌هایی در سطح گلخانه با مایه‌زنی گونه غالب *A. alternata* و نیز در سطح مزرعه با آلودگی به‌طور طبیعی روی ۲۴ رقم مورد کشت تجاری سیب‌زمینی در اصفهان و فریدن انجام شد. میانگین داده‌ها، در سطح گلخانه مشخص کرد، رقم‌های مارکیز، کنبک، پرمیر، آتلانتیک، سائته، سوناته و آگریا به‌ترتیب، بر پایه درصد آلودگی، شدت و شاخص بیماری از حساس‌ترین رقم‌ها هستند و رقم‌های گرانولا، دیامانت، پیکاسو، مارادونا، مارفونا و نیز کایزر به ترتیب کمترین میزان آلودگی، شدت و شاخص بیماری را داشته که به‌ترتیب به‌عنوان مقاوم‌ترین رقم‌ها مشخص شدند. نتایج به‌دست‌آمده از بررسی‌های صحرائی نیز کماکان با کمی اختلاف در ترتیب رقم‌ها نتایج به‌دست‌آمده از گلخانه را تأیید و از همان روند پیروی کرد. روند گسترش و پیشرفت بیماری در مراحل مختلف رشد در رقم‌های مورد بررسی نشان داد، رقم‌های مربوطه واکنش‌های یکسانی نسبت به بیماری لکه‌موجی نداشته و با اثر معنی‌دار از یکدیگر متمایز هستند.

واژه‌های کلیدی: رقم‌ها، سیب‌زمینی، گلخانه، لکه‌موجی، مقاومت، مزرعه و مراحل رشد.

Susceptibility assessment of commercial potato cultivars to early blight disease under the greenhouse and field conditions

Mehdi Nasr Esfahani^{1*}, Giti Alizadeh Moghadam² and Mohammad Ali Karimkhan²

1, 2. Associate Professor and M.Sc. Expert, Plant Protection Research Department, Isfahan Center for Research and Education in Agricultural Science and Natural Resources, (AREEO), Isfahan, Iran

(Received: May 24, 2016 - Accepted: Jul. 29, 2017)

ABSTRACT

The early blight disease of potato caused by *Alternaria alternata* and *A. solani* is one of the most important epidemic diseases of potato crop in Iran, out of which *A. alternata* is the dominant one. For resistance sources, 24 potato cultivars which are grown throughout Iran were assessed at greenhouse and field conditions. The infection percentages, severity, and disease scoring scales means showed that the cultivars Markies, Kennebeck, Premiere, Atlantic, Sante, Sonate, and Agria were the most susceptible ones under greenhouse conditions. However, the cultivars Granula, Diamont, Picasso, Maradona, and Kayzer were the most resistant ones and were ranged in the significant and respective groups of statistical analysis. The other cultivars reacted intermediately with a moderately resistance, tolerance, and moderately susceptible reactions with significant effects. The field results also showed almost the same results as for greenhouse experiments with significant statistical groups and distinct on the basis of the disease developments. The disease expansion in advanced stages of the crop growth showed an ascending level of developments in a varying degree with high significant effects, indicating that, the cultivars reacted independently and were distinct from each other on the basis of disease severity and scoring scale.

Keywords: Cultivars, early blight, field, glass-house, growth stages, potato.

* Corresponding author E-mail: mne2011@gmail.com

مقدمه

بیماری لکه‌موجی که توسط عامل‌های قارچی *Alternaria solani* و *A. Alternata* ایجاد می‌شود، بیماری رایج در اغلب مناطق کشت سیب‌زمینی و گوجه‌فرنگی است (Edin & Andersson, 2014; Gannibal et al., 2014). بیماری لکه‌موجی در گستره‌ای از شرایط اقلیمی به‌صورت همه‌جاگیر (اپیدمیک) بروز می‌کند که گسترش بیماری بستگی به رطوبت برگ‌ها در اثر ریزش باران، مه، شبنم، آبیاری، وضعیت تغذیه‌ای گیاه و حساس بودن رقم‌های زراعی به این بیماری دارد (Ghahreman et al., 2015; Vega & Dewdney, 2014; Wharton & Kirk, 2012). کنترل نکردن بیماری، می‌تواند بسیار زیانبار باشد، به‌طوری‌که بیش از ۲۰ درصد محصول را از بین می‌برد (Abbas et al., 2013; Runno-Paurson et al., 2015). در ایران نیز گونه‌های اصلی عامل بیماری توسط Nasr Esfahani & Ansari pour (2006)، دو گونه یادشده بوده و گونه غالب، *A. Alternata* گزارش شد.

به دلیل حساس بودن رقم‌های تجاری و نبودن رقم‌های مقاوم در سرتاسر جهان، مدیریت بیماری لکه‌موجی با کندی انجام می‌شود. از دشواری‌های عمده در برنامه اصلاحی مقاومت در گیاه سیب‌زمینی، بروز بیماری در مراحل انتهایی رشد گیاه است. همچنین با توجه به اینکه ویژگی‌ها و شناسایی ژن مقاومت در رقم‌های تجاری تاکنون شناخته نشده و منابع ژنتیکی مقاومت در گونه‌های وحشی دیده شده است، بنابراین دست‌یابی به رقم‌های مقاوم تجاری با دشواری روبرو است (Christ & Haynes, 2001).

بررسی‌های کمی‌ی اجزای مقاومت رقم‌های زراعی سیب‌زمینی به بیماری لکه‌موجی، می‌تواند نژادگان (ژنوتیپ)‌های سیب‌زمینی را بر پایه سطوح مقاومت از هم جدا ساخته و سازوکارهای احتمالی درگیر در مقاومت را مشخص کند (Rotem, 1994; Sillero & Rubiales, 2002). اجزای کمی مقاومت شامل، دوره نهفتگی تا بروز نشانه‌های بیماری، درصد آلودگی، میزان گسترش آلودگی، شدت بیماری و تولید هاگ در قسمت آلوده است که پی‌درپی در پاتوسیستم

Solanum tuberosum و *A. solani* بررسی شده است (Boiteaux et al., 1995; Christ & Haynes, 2001).

در اغلب بررسی‌ها، شدت بیماری در رقم‌های با سطوح مختلف مقاومت متفاوت و درصد آن در رقم‌های مقاوم کمتر است. این گزارش با دیگر آزمون‌ها در تعیین کمی سطح مقاومت سیب‌زمینی و دیگر گیاهان در پاتوسیستم‌هایی شامل، پنبه دیگر *A. Macrospora* (Bashi et al., 1983) آفتابگردان *A. Helianthi* (Allen et al., 1983) پیاز *A. porri* (Aveling et al., 1994) و کنگر *A. cirsinoxia* (Green & Baily, 2000) همخوانی داشته است.

در برزیل بررسی مقاومت در جهت تشخیص نژادگان‌های مقاوم سیب‌زمینی به لکه‌موجی در برنامه تولید سیب‌زمینی به‌عنوان راهبرد مدیریت بیماری لکه موجی به کار گرفته شده است (Brune et al., 1994). همچنین در ایتالیا ۱۳ رقم زراعی نسبت به بیماری لکه موجی مورد بررسی و تعیین حساسیت شده‌اند (Broggio & Runcci, 1992). در دانشگاه داکوتای آمریکا نیز رقم‌های ردنولند، نورچیپ و سوپر به‌عنوان رقم‌های بسیار حساس معرفی شده‌اند (Holm, 2004). در کشور اسپانیا ۳۱ نتاج (نسل‌های در حال تفکیک) بررسی و رقم دزیره متحمل و DTO-33 حساس معرفی شدند (Anquiz & Mendoza, 1995).

بررسی و معرفی رقم‌های جدید مقاوم و یا متحمل در مبارزه با بیماری‌های گیاهی از روش‌های اقتصادی و بدون هرگونه اثرگذاری سوء زیست‌محیطی بوده و در نهایت موجب بهره‌مندی کشاورزان با بیشترین تولید و کمترین هزینه قارچکش را در بر خواهد داشت. لذا، به علت آنکه سیب‌زمینی *S. tuberosum*، به‌عنوان یک گیاه تتراپلوپیدی بدون ژن‌هایی برای سطوح مقاومت، در برابر شماری از آفات و بیمارگرها ارزیابی شده است، در طول یکصد سال اخیر، تولیدکنندگان سیب‌زمینی در تلاش برای انتقال ژن و یا ژن‌های مقاومت به بیماری‌ها و آفات از گونه‌های وحشی به زراعی بوده‌اند (Jansky, 2000; Pavék & Corsini, 2001).

یکی از مهم‌ترین بیماری‌های سیب‌زمینی به نام Late Blight (LB) (بازدگی) با عامل بیماری‌زای *Phytophthora infestans* است، که از گونه‌های

توصیه‌ها انجام گرفت. گلدان‌های مورد کشت و نگهداری شده در شرایط یکسان در گلخانه در دو نوبت از مرحله رشد گیاهچه‌ای، با دروایه (سوسپانسیون) 10^7 cfu/ml *A. alternata* به فاصله دو هفته مایه‌زنی شدند، همچنین برای حفظ رطوبت و ایجاد آلودگی به مدت سه روز، روی سطح گلدان‌ها با پلاستیک پوشانده شد (Leiminger et al., 2014). در طول رشد رویشی رقم‌های مورد آزمون، عامل‌های بیماری‌زایی شامل درصد آلودگی و شدت بیماری در مراحل مختلف رشد شامل، گیاهچه‌ای، پنجه‌زنی، پیش از گلدهی، پس از گلدهی، پس از ریزش گلبرگ‌ها، غده‌زایی و پیش از برداشت بررسی شدند. برای تعیین درصد آلودگی در هر مرحله از رشد گیاه، همه برگ‌ها شمارش و سپس شمار برگ‌های آلوده و سالم در هر گلدان نیز شمارش شد (Leiminger & Hausladen, 2012). شدت و گستره آلودگی بیماری لکه‌موجی در سطح برگ‌های گیاه در هفت مرحله یادشده، ارزیابی و شاخص‌بندی و از هر گلدان ده برگ بیمار بررسی شد. شدت آلودگی بر پایه تعرفه مؤسسه ملی گیاه‌شناسی کشاورزی انگلیس (NIAB) در شش طیف ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد مشخص شد (Anonymous et al., 1985; Horsfield et al., 2010).

بررسی‌ها در شرایط مزرعه روی نژادگان‌ها، در اواسط اردیبهشت‌ماه در سه تکرار و هر تکرار شامل دو ردیف و هر ردیف ۶ متری، فاصله ردیف‌ها ۷۰ سانتی‌متر و فاصله بین غده‌های مورد کشت ۲۰ سانتی‌متر بود و غده‌های به‌ظاهر سالم در قالب طرح کامل تصادفی (Completely Randomized Design) (CRD) کشت شد. برای آماربرداری از مزرعه مربوطه، در مراحل مختلف به‌ویژه در زمان گیاهچه‌ای، گلدهی، یک ماه پس از گلدهی و دو هفته پیش از خشکیدن و رسیدگی محصول، ده بوته انتخاب و درجه‌های آلودگی در هر تکرار درج شد.

تعیین درصد آلودگی

برای تعیین درصد آلودگی، در هر مرحله پس از شمارش بوته، شمار بوته‌های سالم و آلوده به تفکیک مشخص شدند. سپس درصد نسبت مجموع بوته‌های

وحشی سیب‌زمینی *S. demissum* دست‌کم یازده ژن مقاوم به این بیماری شناسایی و به *S. tuberosum* منتقل شده است (Umaerus & Umaerus, 1994).

این تحقیق به‌منظور بررسی سطوح مختلف مقاومت و نیز چگونگی اجزای آن در رقم‌های سیب‌زمینی مورد کشت کشوری، بررسی‌هایی در دو سطح گلخانه و مزرعه در مراحل مختلف رشدی گیاه سیب‌زمینی در برابر بیماری لکه‌موجی روی رقم سیب‌زمینی مورد کشت انجام شده است.

مواد و روش‌ها

این بررسی‌ها در آزمایشگاه و گلخانه‌های مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان و در ایستگاه تحقیقاتی رزوه در فریدن روی منابع ژنتیکی موجود صورت پذیرفت. در این بررسی از ۲۴ رقم که همگی در این ایستگاه تحقیقاتی در شرایط یکسان کشت، برداشت و انبار شده بودند، استفاده شد. نژادگان‌های موجود از گونه سیب‌زمینی مورد کشت با نام علمی *S. tuberosum*، از رقم‌های رایج تجاری مورد کشت در کشور بودند. جدایه‌های گونه *A. alternata* موجود در این بخش در بررسی‌های گلخانه‌ای استفاده شد. به‌منظور فعال‌سازی قارچ عامل بیماری، جدایه‌ها دوباره روی محیط PDA تجدید کشت، تک‌اسپور و خالص‌سازی شد و بر پایه دستورکارهای Rodriguez et al. (2007)، اعمال مایه‌زنی و کشت در گلدان‌ها و نمونه‌برداری از نقاط فعال آلوده انجام و دوباره کشت روی محیط PDA صورت گرفت. شمار ده عدد غده از هر رقم سیب‌زمینی مورد آزمون که به نظر سالم و بدون هرگونه آلودگی و اندازه و شکل یکنواختی داشتند، انتخاب و به‌طور جداگانه شستشو و با قارچکش رورال تی‌اس ۱۰ درصد ضدعفونی شدند. سپس در شرایط گلخانه در قالب طرح کامل تصادفی با چهار تکرار (یک غده در هر گلدان) کشت شد (Leiminger et al., 2013). در سال بعد نیز به همین صورت، دوباره آزمایش تکرار شد. پس از گذشت حدود سی روز از کاشت، ساقه و برگ‌های جوان نمایان شدند که از این پس مراقبت‌هایی لازم در حفظ و نگهداری گلدان‌ها و تغذیه بخش‌های هوایی گیاه بر پایه

ضریب‌های مربوطه به شمار کل گیاهان آلوده به بیماری به‌عنوان شاخص بیماری مشخص شد. این روند شاخص بیماری را در بازه ۰ تا ۳۲ توزیع می‌کند. بر این اساس بوته‌های آلوده مورد آزمون برحسب شاخص بیماری محاسبه‌شده در پنج گروه مقاوم، به نسبت مقاوم، متحمل، به نسبت حساس و حساس تفکیک شدند (Anonymous et al., 1985; Horsfield et al., 2010). به این ترتیب شاخص بیماری از رابطه (۳) محاسبه شد:

$$\text{شاخص بیماری} = \frac{\sum_{i=1}^N R_i \cdot \alpha_i}{N} \quad (3)$$

α_i = ضریب‌های مربوطه است که در این بررسی $\alpha_i = 0, 1, 2, 4, 8, 16, 32$ بود. همه صفات شامل درصد آلودگی، شدت و شاخص بیماری پس از تبدیل داده‌ها به‌صورت آزمایش ساده و مرکب بررسی و انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌های آماری توسط نرم‌افزار SPSS و مقایسه میانگین داده‌ها نیز با آزمون مقایسه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد انجام شد.

نتایج

نتایج واریانس درصد آلودگی بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در گلخانه و مزرعه نشان داد، اثر متقابل متغیرهای مورد آزمون شامل سال، رقم و زمان‌های بررسی آن‌ها و نیز اثر متقابل با یکدیگر و در مجموع با یکدیگر در سطح ۱ درصد اثر معنی‌دار دارند (جدول‌های ۱ و ۲، $P=0/01$). درصد آلودگی در سال اول نشان داد، رقم‌های مارکیز و پرمیر به ترتیب با ۷/۷۶ و ۷/۶۴، ۶۴/۹۴ درصد بیشترین و رقم گرانولا با ۳/۲۴ درصد کمترین درصد بیماری در یک گروه آماری جداگانه قرار داشتند (جدول ۳، $P=0/01$). البته، رقم‌های کنیک، آتلانتیک و سانته در گروه مشترک بیشترین درصد آلودگی و از سوی دیگر رقم‌های دیامونت، پیکاسو، مارادونا و مارفونا به ترتیب در گروه کمترین درصد آلودگی قرار گرفتند (جدول ۳، $P=0/01$). درصد آلودگی در سال دوم نشان داد، رقم

آلوده به شمار کل نمونه به‌عنوان درصد آلودگی بوته‌ها به بیماری محاسبه شد. بر این پایه درصد آلودگی از رابطه (۱) محاسبه شد:

$$\text{درصد آلودگی} = \frac{\sum_{i=2}^N R_i}{N} \times 100 \quad (1)$$

مجموع شمار بوته‌های آلوده بوده و باید توجه داشت که R_i شمار بوته‌های سالم است که در این رابطه محاسبه نمی‌شود. N = شمار کل نمونه است که در این رابطه $N = 20$ بود.

تعیین شدت بیماری

همان‌طور که بیان شد، این بررسی‌ها برای هر تکرار به‌طور جداگانه، و برای ده بوته از هر رقم در هر مرحله انجام شد. آنگاه شمار گیاه آلوده به بیماری در هر ضریب و هر طیف به‌طور جداگانه ضرب و نتایج به‌دست‌آمده با یکدیگر جمع شد. درصد نسبت این حاصل جمع به شمار گیاهان آلوده، مبین شدت آلودگی به بیماری لکه‌موجی بود. بر این مبنا شدت آلودگی از رابطه (۲) به‌دست آمد:

$$\text{شدت آلودگی} = \frac{\sum_{i=2}^N R_i \cdot S_i}{N} \times 100 \quad (2)$$

مجموع شمار بوته‌ها و S_i = طیف بیماری است که در این آزمایش ۱۰۰ و ۷۵ و ۵۰ و ۲۵ و ۱۰ و ۵ و ۰ است، $S_i=0$ است، شمار بوته‌های سالم و N = شمار کل نمونه‌ها است.

تعیین شاخص

شاخص بیماری در این بررسی برای هفت طیف بیماری ۰، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ بر این اساس محاسبه شد که به هر طیف بیماری نسبت به طیف پیش از آن اهمیتی مضاعف داده شود. برای تعیین این شاخص ضریب‌های ۰ و ۱ و ۲ و ۴ و ۸ و ۱۶ و ۳۲ متناظر با طیف‌های ۰، ۵، ۱۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ قرار داده شد. سپس نسبت مجموع حاصل ضرب شمار گیاهان شناسایی‌شده مربوط به هر طیف در

آتلانتيک و رقم وایت دزیره به ترتيب با ميزان ۱۹/۸۷ و ۸/۱۴ درصد بيشترين و کمترين درصد آلودگی را با اثر معنی دار و در گروه های آماری جداگانه به خود اختصاص داده اند (جدول ۳، $P=0/01$). البته در اینجا نیز، رقم های مورد آزمون برحسب درصد آلودگی، همان روند نتایج در شرایط گلخانه را داشته با این تفاوت که گاهی رقم های مربوطه در گروه های مقاوم، حساس و حد واسط با قدری تفاوت و با تغییر اندک در ترتيب رقم ها در گروه های مربوطه با اثر معنی دار قرار گرفته اند (جدول ۳، $P=0/01$). رقم های آتلانتيک و پرمیر با ميزان ۲۴/۰۹ و ۲۳/۰۸ درصد بيشترين و دیامانت با ۱۰/۲۳ کمترين درصد آلودگی با اثر معنی دار و در گروه های آماری جدا از یکدیگر جداسازی شدند. دیگر رقم ها نیز شامل گرانولا، مارادونا به ترتيب با شدت بیماری ۱۰/۵۵، ۱۱/۲۹ به ترتيب پس از دیامانت واقع شدند، به طوری که از نظر آماری در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۳، $P=0/01$).

پرمیر با ۷/۸۸ درصد بيشترين و در یک گروه جداگانه و نیز کماکان رقم های گرانولا، دیامونت، پیکاسو، مارادونا و مارفونا به ترتيب، کمترين درصد آلودگی را داشته و با یکدیگر در یک گروه آماری جداگانه دیگر قرار داشتند (جدول های ۱ و ۴، $P=0/01$).

نتایج میانگین دو ساله گلخانه ای نشان داد، در مجموع از نظر درصد آلودگی، رقم های پرمیر، مارکیز، کنبک، آتلانتيک و سانته بيشترين ميزان آلودگی را داشتند، همچنين رقم های گرانولا، دیامونت، پیکاسو، مارادونا، مارفونا و کایزر کمترين درصد آلودگی را داشتند. (جدول ۳، $P=0/01$).

درصد آلودگی و محاسبات مربوطه در مزرعه در سال اول نیز نشان داد، رقم های سانته و گرانولا با اثر معنی دار و در گروه های جداگانه و به ترتيب با مقادیر ۳۰/۷۰ و ۱۰/۱۲ درصد بيشترين و کمترين درجه آلودگی را دارند (جدول های ۲ و ۳، $P=0/01$). همچنین نتایج در سال دوم نشان داد که، رقم

جدول ۱. تجزیه واریانس درصد آلودگی بیماری لکه موی روی رقم های سیب زمینی در شرایط گلخانه

Table 2. ANOVA of early blight disease infection percentage on potato cultivars in the greenhouse

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	70.020	70.020	68.95	<.0001
Rep (Y)	3	2.461	0.615	0.61	0.6586
Date	6	4510.261	1503.420	1480.41	<.0001
Y×D	6	199.339	66.446	65.43	<.0001
Cultivar	23	993.787	41.407	40.77	<.0001
Y×C	23	225.583	9.399	9.26	<.0001
D×C	138	477.075	6.626	6.52	<.0001
Y×D×C	138	265.497	3.687	3.63	<.0001

میانگین (Mean 5.266) میانگین خطای آزمایش (Root MSE 1.007) ضریب تغییرات (Coeff Var 19.134) ضریب تشخیص (R-Square 0.943)

جدول ۲. تجزیه واریانس درصد آلودگی بیماری لکه موی روی رقم های سیب زمینی در شرایط مزرعه

Table 2. ANOVA of early blight disease infection percentage on potato cultivars in the field

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	46.476	46.476	1.20	0.273
R (Y)	9	558.677	93.112	2.40	0.026
Cultivar	23	1150.510	50.022	1.29	0.163
V×Y	23	947.273	41.185	1.06	0.381
V×R	207	5365.537	38.880	1.00	0.476
Stage	6	7581.540	1263.590	32.62	0.000
V×S	138	5418.992	39.268	1.01	0.446
S×Y	6	2973.495	594.699	15.35	0.000
V×S×Y	138	5064.994	44.043	1.14	0.169
R×S	54	1962.185	59.460	1.54	0.029

میانگین (Mean 7.289) میانگین خطای آزمایش (Root MSE 1.102) ضریب تغییرات (Coeff Var 21.334) ضریب تشخیص (R-Square 0.645)

جدول ۳. میانگین درصد آلودگی رقم‌های سیب‌زمینی به بیماری لکه‌موجی در شرایط گلخانه و مزرعه

Table 3. Mean infection percentage of potato cultivars to early blight disease under greenhouse and field conditions

Cultivars	Infection Percentage																													
	Greenhouse												Field																	
	No	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24					
	Markise	Kennebec	Premiere	Atlantic	Sante	Sonate	Agria	Shepody	Casmos	Concord	Milova	Cosima	Santana	Boren	Arinda	White D	Satina	Ramos	Kayzer	Marfona	Maradona	Picasso	Diamont	Granola						
	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean	Year 1	Year 2	Mean						
	7.76 A	6.94 AB	7.72 A	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	7.76 A	6.94 AB	7.72 A	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	7.64 A	7.88 A	7.76 A	24.33 A-D	28.30 AB	7.07 AB	19.78 A	28.30 AB	24.09 A	30.70 A	30.70 A	12.94 D-J	17.60 A-C	18.77 D-G	18.77 D-G	19.45 C-E	20.62 B-E	23.91 A-D	17.50 D-G	16.83 D-G	18.33 D-G	18.33 D-G	16.14 A-E	17.27 D-G	16.14 A-E	16.14 A-E	16.14 A-E	16.14 A-E	16.14 A-E	16.14 A-E
	6.54 A-C	6.44 BC	6.81 BC	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	5.60 C-F	5.37 C-F	5.95 C	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	5.72 C-E	5.33 C-G	5.67 C	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	4.88 E-I	4.75 E-J	5.25 C	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	4.59 E-K	4.36 F-L	5.01 D	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	5.16 E-H	4.36 F-L	5.63 C	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	4.35 F-L	4.15 G-M	4.79 DE	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.98 H-M	3.63 I-M	4.33 D-G	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.45 I	3.45 I	3.49 F-H	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.46 I-M	3.42 I	3.44 F-H	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.42 K-M	3.37 I	3.39 GH	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.31 K-M	3.21 I	3.26 GH	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B
	3.24 LM	3/07 I	3.15 H	19.12 C-F	17.62 A-C	7.14 AB	14.71 B-G	17.19 A-D	16.56 AB	24.33 A-D	27.62 A-C	18.55 AB	17.60 A-C	15.08 B-G	15.05 B-G	13.46 C-J	11.39 F-K	14.37 B-G	11.71 E-K	16.14 A-E	13.62 C-I	08.14 K	12.48 E-K	12.93 AB	13.28 AB	14.43 AB	11.29 B	12.05 AB	10.23 B	10.55 B

* Means with the same letter in each column are not significantly different.

* اعداد با حرف‌های همسان در هر ستون بدون اثر معنی‌دار هستند.

کمترین شدت بیماری به ترتیب با ۱/۲۹، ۱/۱۹، ۱/۲۰، ۱/۲۸، ۱/۲۵ و ۱/۴۵ درصد و اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد و در یک گروه آماری با یکدیگر هستند. همچنین، میانگین مجموع دو سال درزمینه شدت بیماری در مجموع نشان داد رقم‌های مارکیز و پریمیر بیشترین شدت بیماری را داشته که به ترتیب با مقادیر ۲/۹۹ و ۲/۹۵ درصد، با اختلاف معنی‌دار متمایز می‌شوند (جدول ۶، $P=0/01$). کمترین شدت بیماری در رقم‌های گرانولا و دیامونت به ترتیب با مقادیر ۱/۲۵ و ۱/۳۳ درصد و با اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد و در یک گروه آماری جداگانه نسبت به دیگر رقم‌ها قرار گرفتند (جدول ۶، $P=0/01$).

نتایج داده‌های آماری نشان داد، شدت بیماری در مجموع دو سال در دو طیف آماری بوده است. به طوری که رقم‌های مارکیز به همراه رقم‌های پریمیر، آتلانتیک، کنیک، سانته و شپدی بیشترین شدت آلودگی را داشتند و به ترتیب دارای میزان ۲/۹۲، ۲/۸۱، ۲/۷۱، ۲/۶۴، ۲/۶۲ و ۲/۴۷ درصد و با اثر معنی‌دار نسبت به دیگر رقم‌ها در یک گروه آماری جداگانه قرار گرفتند. دیگر رقم‌های مورد آزمون در

نتایج واریانس شدت بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در گلخانه و مزرعه نشان داد، اثر متقابل متغیرهای مورد آزمون شامل سال، رقم و زمان‌های بررسی آن‌ها و نیز اثر متقابل با یکدیگر و در مجموع با یکدیگر در سطح ۱ درصد اثر معنی‌دار دارند (جدول‌های ۴ و ۵، $P=0/01$). همچنین، نتایج به‌دست‌آمده از شدت بیماری در سال اول در سطح گلخانه نشان داد که بیشترین شدت بیماری را رقم مارکیز با ۳/۰۲ درصد و با اثر معنی‌دار و در گروه آماری جداگانه به خود اختصاص داد (جدول‌های ۴ و ۶، $P=0/01$). همچنین، کمترین شدت بیماری را رقم گرانولا با میزان ۱/۰۳ درصد و با اثر معنی‌دار در سطح ۱ درصد و در یک گروه آماری جداگانه نسبت به دیگر رقم‌های مورد آزمون داشت (جدول ۶، $P=0/01$). شدت بیماری در سال دوم به‌طور میانگین در سطح گلخانه نشان می‌دهد، بیشترین شدت بیماری در رقم‌های پریمیر، مارکیز و آتلانتیک به ترتیب با شدت ۰۳/۰۰، ۲/۹۷ و ۲/۹۴ در گروه آماری جداگانه به خود قرار گرفته‌اند (جدول ۶، $P=0/01$). ولی رقم‌های گرانولا، دیامونت، پیکاسو، مارادونا، مارفونا و کایزر با

بیماری یک عامل اساسی در معرفی و جدا کردن رقم‌ها به لحاظ ایجاد و شدت بیماری در گیاه است. محاسبات انجام شده در این زمینه در هر سال و در مجموع دو سال رقم‌ها را بر این سال و با اثر معنی‌دار متمایز کرده است (جدول ۴، $P=0/01$).

مجموع در یک گروه آماری جداگانه و با اثر معنی‌دار جداسازی شدند. به طوری که کمترین شدت بیماری را رقم دیامونت و پس از آن رقم گرانتولا با میزان ۱/۰۴ و ۱/۰۷ درصد به خود اختصاص و از رقم‌های مقاوم قلمداد شدند (جدول ۵، $P=0/01$). تعیین شدت

جدول ۴. واریانس شدت بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط گلخانه
Table 4. ANOVA of early blight disease severity on potato cultivars in glasshouse

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	0.743	0.743	142.82	<.0001
R (Y)	3	0.015	0.003	0.72	0.5785
Date	6	12.869	4.289	823.51	<.0001
Y×D	6	0.629	0.209	40.28	<.0001
Cultivar	23	2.719	0.113	21.75	<.0001
Y×C	23	0.978	0.040	7.83	<.0001
D×C	138	1.648	0.022	4.39	<.0001
Y×D×C	138	1.297	0.018	3.46	<.0001

(Mean 1.045) میانگین، (Root MSE 0.099) میانگین خطای آزمایش، (CoeffVar 5.098) ضریب تغییرات، (R-Square 0.890) ضریب تشخیص

جدول ۵. واریانس شدت بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط مزرعه
Table 5. ANOVA of early blight disease severity on potato cultivars in the field

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	1.253	1.2532374	2.82	0.0933
R (Y)	9	3.161	0.5269440	1.19	0.3110
Variety	23	14.443	0.6279919	1.41	0.0942
V×Y	23	9.834	0.4275916	0.96	0.5120
V×R	207	66.777	0.4838971	1.09	0.2436
Stage	6	169.236	28.2060203	63.53	0.0001
V×S	138	61.143	0.4430702	1.00	0.4940
S×Y	6	25.768	5.1536025	11.61	0.0001
V×S×Y	138	57.786	0.5024926	1.13	0.1781
R×S	54	19.675	0.5962248	1.34	0.0965

(Mean 3.225) میانگین، (Root MSE 0.998) میانگین خطای آزمایش، (CoeffVar 18.348) ضریب تغییرات، (R-Square 0.548) ضریب تشخیص

جدول ۶. میانگین شدت بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط گلخانه و مزرعه

Table 6. Mean susceptibility of potato cultivars to early blight disease under greenhouse and field conditions

Disease Severity	Cultivars	No																								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
		Markise	Kennebec	Premiere	Atlantic	Sante	Sonate	Agria	Shepody	Casmos	Concord	Milova	Cosima	Santana	Boren	Arinda	White D	Satina	Ramos	Kayzer	Marfona	Maradona	Picasso	Diamond	Granola	
greenhouse	Year 1	3.02 A	2.75 A-C	2.91 AB	2.44 C	2.57 BC	2.19 DE	2.14 D-F	2.17 D-F	2.06 E-G	1.93 E-H	1.83 E-J	1.87 E-J	1.84 E-J	1.99 E-H	0.96 E-I	1.82 E-J	1.77 F-J	1.72 G-J	1.64 H-J	1.54 J	1.63 H-J	1.60 H-J	1.48 IJ	1.30 .L	
	Year 2	2.97 A	2.85 AB	3.00 A	2.94 A	2.70 A-C	2.52 B-F	2.65 A-D	2.71 A-C	2.61 A-E	2.23 E-I	2.43 C-G	2.20 F-I	2.08 G-I	2.29 D-H	1.98 HI	1.91 HI	1.97 HI	1.88 I	1.45 J	1.25 J	1.28 J	1.29 J	1.19 J	1.20 J	
	Mean	2.99 A	2.80 AB	2.95 A	2.69 BC	2.63 CD	2.35 CE	2.39 CE	2.44 CD	2.33 C-E	2.08 E-G	2.13 D-F	2.03 GH	1.96 F-H	2.14 H	1.47 IJ	1.86 HI	1.87 HI	1.80 HI	1.54 IJ	1.39 IJ	1.45 IJ	1.44 IJ	1.33 J	1.25 J	
	field	Year 1	3.10 A-C	3.21 A-C	3.37 AB	3.36 AB	4.10 A	2.11 B-G	2.77 B-D	3.17 A-C	2.38 B-F	2.31 B-G	3.15 A-C	2.04 B-G	2.27 B-G	2.57 B-E	1.75 DG	2.17 B-G	2.12 B-G	1.20 F-G	1.96 C-G	1.36 E-G	1.35 E-G	1.42 E-G	1.02 G	0.95 G
		Year 2	2.80 A	2.16 B	2.34 B	2.16 B	1.35 B	1.98 B	1.80 B	1.87 B	1.74 B	1.57 B	1.28 B	1.58 B	1.32 B	1.93 B	1.63 B	0.83 B	1.40 B	1.65 B	0.94 B	1.68 B	1.05 B	1.06 B	1.05 B	1.17 B
		Mean	2.95 A	2.64 A	2.81 A	2.71 A	2.62 A	2.04 B	2.25 B	2.47 A	2.04 B	2.03 B	2.14 B	1.79 B	1.76 B	2.11 B	1.70 B	1.45 B	1.73 B	1.44 B	1.41 B	1.53 B	1.19 B	1.22 B	1.04 B	1.07 B

* Means with the same letter in each column are not significantly different.

* اعداد با حرف‌های همسان در هر ستون بدون اثر معنی‌دار هستند.

پی‌درپی بوده ضریب اطمینان بالای مزرعه ندارند. زیرا، مزرعه در شرایط طبیعی بوده و شمار زیادی از گیاهان در دسترس است و کمتر مسائل و مشکلات آفات را در برداشته و گیاهان نیز روند رشدی معمول خود را دارند. لذا، بررسی‌های صحرائی در این زمینه بیشتر مورد اطمینان قرار دارند که به شرح زیر برای هر سال جداگانه و به‌طور میانگین ارائه می‌شوند.

محاسبات شاخص بیماری نیز کماکان از روند محاسبات در تعیین شدت بیماری پیروی کرده است. در واقع رقم‌های با بیشترین شاخص بیماری حساس‌ترین رقم و کمترین آن دال بر مقاومت رقم مورد آزمون تلقی می‌شود. در اینجا نیز شاخص بیماری، رقم‌های مورد بررسی را برحسب رشد و توسعه بیماری تفکیک و متمایز می‌سازد و مبنای کار، شدت بیماری روی گیاه است (جدول ۹).

بررسی‌های آماری نیز رقم‌های موجود را برحسب شاخص بیماری و تجزیه‌های تبدیلی داده‌ها با اثر معنی‌دار و گروه‌های آماری مربوطه تفکیک و متمایز کرده که به‌طور میانگین دو سال و برای هر سال در جدول‌های مربوطه مندرج شده است (جدول ۹). در مجموع دو سال رقم مارکیز با شاخص ۰/۸۰ درصد بیشترین میزان را داشته که به‌تنهایی با اثر معنی‌دار در یک گروه آماری جداگانه قرار گرفت. پس از آن رقم‌های سانتانا، آتلانتیک، آگریا، سوناته و پرمیر به ترتیب با ۰/۵۶، ۰/۴۹، ۰/۴۷، ۰/۴۶ و ۰/۴۶ درصد در یک گروه حد واسطه، با رقم مارکیز هم‌گروه شدند. دیگر رقم‌های مورد آزمون با گروه آماری جداگانه و اثر معنی‌دار، کمترین شاخص بیماری را به خود اختصاص دادند. در اینجا رقم‌های گرانولا، وات‌دزیره و ساتینا با میزان ۰/۲۹، ۰/۳۰ و ۰/۳۱ درصد کمترین شاخص بیماری را داشتند (جدول ۹، $P=0/01$).

نتایج واریانس شاخص بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در گلخانه و مزرعه نشان داد، اثر متقابل متغیرهای مورد آزمون شامل سال، رقم و زمان‌های بررسی آن‌ها و نیز اثر متقابل با یکدیگر و در مجموع با یکدیگر در سطح ۱ درصد اثر معنی‌دار دارند (جدول‌های ۷ و ۸، $P=0/01$). میانگین شاخص بیماری در سال اول، رقم‌های مربوطه را برحسب مقادیر محاسبه‌شده با اثر معنی‌دار در گروه‌های آماری متفاوتی قرار داد (جدول‌های ۷ و ۸، $P=0/01$). در واقع، در اینجا نیز رقم‌های مورد آزمون کماکان برابر با شدت بیماری برحسب یک سیر کاهشی ترتیب یافته‌اند و برحسب بیشترین شاخص بیماری و کمترین مقادیر قرار دارند. همچنین، میانگین شاخص بیماری در سال دوم به همان‌گونه و روند سال اول ترتیب یافته و با اثری معنی‌دار در طیف ۱ درصد در گروه‌های آماری مربوطه درجه‌بندی شده‌اند (جدول ۹) ($P=0/01$). میانگین شاخص بیماری دو ساله نیز گویای این روند است. در اینجا، رقم‌های مارکیز و پرمیر با ۱/۱۶ و ۱/۱۵ درصد با بیشترین شاخص بیماری در یک گروه جداگانه نسبت به دیگر رقم‌ها و نیز با اثر معنی‌دار در گروه جداگانه قرار گرفته‌اند (جدول ۹) ($P=0/01$). کمترین شاخص بیماری را رقم‌های گرانولا و مارفونا با میزان برابر ۰/۹۱ درصد و با اثر معنی‌دار و گروه جداگانه نسبت به دیگر رقم‌ها به خود اختصاص دادند (جدول ۹) ($P=0/01$). شاخص بیماری تأییدی بر شدت بیماری است و در واقع مکمل یکدیگر بوده و یک عامل تکمیلی برای تأیید محاسبات است (جدول ۹، $P=0/01$).

لازم به یادآوری است که بررسی‌های گلخانه نسبت به بررسی‌های صحرائی در این زمینه با توجه به محدودیت مکانی و شمار کم گیاه و اینکه گاهی آفات به‌ویژه کنه‌ها مشکل‌ساز هستند و مستلزم سم‌پاشی‌های

جدول ۷. واریانس شاخص بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط گلخانه

Table 7. ANOVA of early blight disease scales on potato cultivars in greenhouse

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	2.676	2.676	24.91	<.0001
R (Y)	3	0.210	0.052	0.49	0.7430
Date	6	674.304	224.768	2091.35	<.0001
Y×D	6	27.547	9.182	85.44	<.0001
Cultivar	23	126.767	5.281	49.15	<.0001
Y×C	23	30.154	1.256	11.69	<.0001
D×C	138	80.228	1.114	10.37	<.0001
Y×D×C	138	45.770	0.635	5.91	<.0001
R-Square	0.894				
CoefVar	9.445				
Root MSE	0.823				
Mean	2.778				

جدول ۸. واریانس شاخص بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط مزرعه

Table 8. ANOVA of early blight disease scales on potato cultivars in the field

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Year	1	10207.630	10207.630	166.39	0.0001
R (Y)	9	11984.477	1997.412	32.56	0.0001
Variety	23	16953.565	737.111	12.02	0.0001
V×Y	23	6364.317	276.709	4.51	0.0001
V×R	207	19380.469	140.438	2.29	0.0001
Stage	6	531189.469	88531.578	1443.09	0.0001
V×S	138	27359.338	198.256	3.23	0.0001
S×Y	6	148699.629	29739.926	484.77	0.0001
V×S×Y	138	15160.672	131.831	2.15	0.0001
R×S	54	19538.384	592.072	9.65	0.0001
R-Square 1.995		CoeffVar 12.554	Root MSE 5.963	Mean 4.765	

جدول ۹. میانگین شاخص بیماری لکه‌موجی روی رقم‌های سیب‌زمینی در شرایط گلخانه و مزرعه

Table 9. Mean scales of potato cultivars to early blight disease at growth stages in greenhouse and field

Cultivars	greenhouse		field	
	Year 1	Year 2	Year 1	Year 2
Markise	1.16 A	1.17 A	0.80 A	1.08 A
Kennebec	1.12 AB	1.13 A-D	0.38 B	0.36 B
Premiere	1.15 AB	1.13 A-C	0.46 AB	0.44 B
Atlantic	1.12 AB	1.14 A-C	0.49 AB	0.44 B
Sante	1.10 A-C	1.12 A-E	0.42 B	0.37 B
Sonate	1.07 B-D	1.10 B-F	0.46 AB	0.46 B
Agria	1.08 B-D	1.15 AB	0.47 AB	0.41 B
Shepody	1.10 A-C	1.12 A-E	0.37 B	0.33 B
Casmos	1.07 B-D	1.07 C-G	0.36 B	0.34 B
Concord	1.07 B-D	1.09 B-F	0.33 B	0.29 B
Milova	1.06 CD	1.10 B-F	0.32 B	0.25 B
Cosima	1.04 DE	1.06 D-I	0.40 B	0.36 B
Santana	1.03 DE	1.07 C-G	0.56 AB	0.30 B
Boren	1.06 CD	1.08 C-G	0.35 B	0.34 B
Arinda	1.01 DE	1.06 C-H	0.36 B	0.31 B
White D	0.98 EF	1.03 F-K	0.30 B	0.23 B
Satina	0.96 EF	0.98 KL	0.31 B	0.27 B
Ramos	0.98 EF	1.05 E-J	0.33 B	0.32 B
Kayzer	0.98 EF	1.07 C-G	0.32 B	0.28 B
Marfona	0.91 G	0.99 H-L	0.40 B	0.38 B
Maradona	0.95 FG	1.01 G-L	0.33 B	0.32 B
Picasso	0.93 FG	0.98 J-L	0.35 B	0.30 B
Diamond	0.95 FG	0.99 I-L	0.32 B	0.29 B
Granola	0.91 G	0.96 L	0.29 B	0.26 B
Total	1.16 A	1.12 AB	0.80 A	0.80 A

* Means with the same letter in each column are not significantly different. * اعداد با حرف‌های همسان در هر ستون بدون اثر معنی‌دار هستند.

مختلف نیز با اثر معنی‌دار روند افزایشی و گسترش بیماری را تأیید می‌کند (جدول ۱۰، $P=0/01$). یعنی مرحله آخر یا مرحله هفتم با شدت ۸/۵۰ و در نتیجه مرحله ششم با شدت ۴/۶۹، مرحله پنجم ۲/۶۳، مرحله چهارم ۱/۱۶، مرحله سوم ۰/۵۸ به ترتیب هرکدام در گروه آماری مربوط به خود و با اثر معنی‌دار نسبت به دیگر مراحل قرار گرفته‌اند (جدول ۱۰، $P=0/01$). تجزیه آماری شاخص بیماری در مراحل مختلف رشدی نشان داد، مرحله هفتم و ششم با بیشترین شاخص و اثر معنی‌دار نسبت به دیگر مراحل در یک گروه آماری جداگانه‌ای قرار گرفتند (جدول ۱۰، $P=0/01$).

درصد آلودگی در مراحل مختلف، اثر معنی‌داری را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد (جدول ۱۰، $P=0/01$). به‌طوری‌که مرحله اول، با کمترین میزان یعنی ۰ درصد، مرحله دوم با ۰/۰۳ درصد آلودگی و مرحله سوم با ۰/۵۱ درصد به ترتیب و با اثر معنی‌دار در یک گروه آماری نسبت به دیگر مراحل قرار دارند. سپس، دیگر چهار مرحله مورد بررسی یعنی مرحله آخر با ۶۶/۹۶ درصد در یک گروه آماری و اثر معنی‌دار نسبت به دیگر مراحل قرار گرفته است. البته دیگر مراحل نیز هرکدام به‌طور جداگانه با اثر معنی‌دار در یک گروه آماری مربوط به خود قرار گرفته‌اند (جدول ۱۰، $P=0/01$). تجزیه آماری، شدت بیماری در مراحل

جدول ۱۰. میانگین درصد آلودگی، شدت و شاخص بیماری لکه‌موجی در مراحل رشد در مزرعه

Table 10. Mean infection, severity and scales of early blight disease at growth stages in the field

Stages Growth	Infection Percentage	Disease Severity	Disease Index
Stage 7	66.963 A	8.506 A	1.000 A
Stage 6	39.981 B	4.692 B	0.878 A
Stage 5	23.596 C	2.633 C	0.699 B
Stage 4	E 06.799	1.169 D	0.357 D
Stage 3	00.515 D	0.581 D	0.151 C
Stage 2	00.039 E	0.003 D	0.001 E
Stage 1	00.000 E	0.000 D	0.000 E

* Means with the same letter in each column are not significantly different.

* اعداد با حرف‌های همسان در هر ستون بدون اثر معنی‌دار هستند.

بحث

مارکیز داشتند که در واقع یک نتیجه عکس را نشان می‌دهد. لذا، درصد آلودگی را در اینجا نمی‌توان پایه تفکیک و تمایز رقم‌های دانست. چراکه، توسعه بیماری در گیاه است که در واقع همان تعیین شدت بیماری بوده که می‌توان ملاک عمل قرار داد و بر آن اساس رقم‌های را تفکیک و متمایز کرد. بررسی‌های انجام‌شده در زمینه تعیین درصد آلودگی بوته‌های رقم‌های سیب‌زمینی مورد آزمون در مزرعه نشان می‌دهد، که در مجموع رخداد بیماری در آغاز متفاوت بوده، ولی هرچه به پایان فصل نزدیک‌تر شده، درصد آلودگی بیشتر و در نهایت همه رقم‌ها در پایان فصل درصد یکسانی از آلودگی را دارند. لازم به یادآوری است، که درصد آلودگی در مراحل مختلف اثر معنی‌داری را نسبت به یکدیگر نشان می‌دهد، به طوری که مرحله اول، با کمترین میزان یعنی ۰ درصد، مرحله دوم با ۰/۳ درصد آلودگی و مرحله سوم با ۰/۵۱ درصد به ترتیب نسبت به دیگر مرحله‌ها قرار دارند، پس از آن چهار مرحله دیگر مورد بررسی یعنی مرحله‌های آخر با ۶۶/۹۶ درصد نسبت به دیگر مرحله‌ها قرار گرفته است. با وجود این تفاسیر، درصد آلودگی در واقع ملاک عمل نیست، چون که ممکن است در نهایت شماری از برگ‌های رقم‌های مورد آزمون به بیماری آلوده شده و آلودگی ممکن است، با شدت بسیار کم و قابل چشم‌پوشی تا شدت بالا باشد. لذا، بایستی به شدت آلودگی و در نهایت به شاخص بیماری توجه داشت.

داده‌های به‌دست‌آمده از شدت بیماری، یعنی در واقع توسعه بیماری در گیاه و در اینجا، توسعه بیماری لکه‌موجی روی سطح برگ‌های رقم‌های مورد آزمون، به روشنی رقم‌ها را تفکیک و به گروه‌های آماری متفاوت برحسب درجه شدت بیماری متمایز

داده‌های به‌دست‌آمده از بررسی‌های گلخانه‌ای و صحرایی، روی رقم‌های تجاری سیب‌زمینی مورد کشت کشور نشان داد که رقم‌های مربوطه نسبت به بیماری لکه‌موجی واکنش‌های متفاوتی داشته و به تفکیک درصد آلودگی، شدت و شاخص بیماری با اثر معنی‌دار در گروه‌های آماری متفاوت قرار می‌گیرند. این نتایج در مجموع با نظر و دیدگاه Christ & Haynes (2001) و دیگران، در زمینه شدت بیماری در مقاومت رقم‌های سیب‌زمینی نسبت به بیماری همخوانی دارد (Duarte et al., 2014; Edin, 2012).

بررسی‌های گلخانه‌ای با مایه‌زنی گونه غالب *A. alternata* در زمینه درصد آلودگی نشان داد که بیماری لکه‌موجی، چه زمانی روی گیاه سیب‌زمینی رخ می‌دهد. همچنین در سطح مزرعه رخ دادن بیماری را مشخص می‌کند. یعنی اینکه نشان می‌دهد کدام یک از رقم‌ها زودتر به این بیماری مبتلا شده است. در واقع، رقم‌های حد واسط هر چه به سوی طیف مقاوم نزدیک‌تر باشند، رقم‌های به نسبت مقاوم و اگر به سمت رقم‌های حساس نزدیک باشند، رقم‌های به نسبت حساس قلمداد می‌شوند. البته این نتایج بیشتر در زمینه شدت و شاخص بیماری صادق بوده و درصد آلودگی، ملاکی برای ارزیابی میزان حساسیت گیاه در زمینه تعیین مقاومت آن نیست. به‌عنوان مثال رقم مارکیز در سطح مزرعه در مجموع دو سال از حساس‌ترین رقم‌های با شدت بیماری ۲/۹۲ بوده، در صورتی که درصد آلودگی آن ۱۶/۵۶ درصد است. ولی پس از آن دو رقم پرمیر و آتلانتیک، به ترتیب با ۲۳/۴۵ و ۲۳/۰۹ درصد آلودگی با شدت بیماری ۲/۸۱ و ۲/۷۱ به ترتیب حساسیت کمتری نسبت به رقم

(2007)، بیشتر نسل‌های در حال تفکیک که در اثر جهش به ثمر رسیده بودند، حساس به بیماری لکه‌موجی قلمداد شده‌اند که در مقابل رقم‌های آراسی (مقاوم)، دلتا (به نسبت مقاوم) و بنجه (حساس) در شرایط برزیل هستند.

کمترین شدت بیماری لکه‌موجی در شرایط گلخانه به ترتیب روی رقم‌های گرانولا، دیامونت، پیکاسو، مارادونا و نیز مارفونا در طیف ۱/۵۶-۱/۴۰ بوده، در صورتی که در شرایط مزرعه، رقم‌های دیامونت، گرانولا، مارادونا، پیکاسو و کایزر در طیف ۱/۴۱-۱/۰۴ تعیین شده است. این نتایج کماکان به یکدیگر نزدیک و تا حدودی به‌طور همسان در طیف مقاوم در اینجا تلقی می‌شوند. گزارش‌ها در این زمینه توسط Dita *et al.* (2007)، مبنی بر اینکه شدت بیماری در رقم مقاوم آراسی به مراتب کمتر از رقم‌های به نسبت مقاوم و حساس شامل رقم دلتا بوده است و با نتایج بالا همخوانی دارد. همچنین دیگر گزارش‌های روی ۱۸۴ رقم و کلن سیب‌زمینی در کشور پرتغال توسط Brune *et al.* (1994)، در اسپانیا روی ۳۱ نتاج و یا نسل‌های در حال تفکیک رقم دزیره که گاهی متحمل بوده‌اند توسط Anguiz & Mendoza (1995)، در ایتالیا در زمینه رقم‌های نورکد، نورچیپ و سوپر توسط Holm (2004) و نیز توسط Christ (2002) روی رقم‌های کاتاهدین، کانولیک، پی‌که‌سرباکو و اسنودان در ایتالیا و نیز معرفی ذخایر توارثی (ژرم پلاس) مقاوم F87084 توسط Morphy (2001)، نتایج به‌دست‌آمده از این تحقیق را تأیید می‌کنند.

دیگر رقم‌های مورد آزمون در این تحقیق، در طیف حد واسط مقاوم و حساس قرار گرفتند. به‌طوری‌که، هر چه به سمت رقم‌های مقاوم نزدیک‌تر بودند، رقم‌های به نسبت مقاوم و برعکس هر چه به سمت رقم‌های حساس نزدیک‌تر باشند، در اینجا رقم‌های به نسبت حساس تلقی می‌شوند. رقم‌های میانی و یا حد واسط شامل وایت دزیره، بورن، سانتانا، کوزیما و میلوا از رقم‌های متحمل نسبت به دیگر رقم‌های مورد آزمون در این آزمایش‌ها هستند. این نتایج با گزارش‌های Anguiz & Mendoza (1995) و Dita *et al.* (2007)، در زمینه

کرد. لازم به یادآوری است، که از بین اجزای کمی مقاومت، شدت بیماری در پاتوسیستم‌های گوناگون به‌ویژه لکه‌موجی سیب‌زمینی توسط Christ & Haynes (2001) و گوجه‌فرنگی توسط Foolad *et al.* (2002)، Jia *et al.* (2014) و Meng *et al.* (2015)، حتی، در زمینه بادزدگی سیب‌زمینی توسط Birhman & Singh (1995) به‌عنوان راهبردی سریع و آسان در تفکیک رقم‌ها در جهت تعیین سطوح مختلف مقاومت گیاه به بیماری تأیید شده است. دیتا و همکاران روی ارتباط سن بافت گیاه و اجزای کمی مقاومت روی چهار رقم شامل آراسی، دلتا، بنجه و دزیره بررسی انجام داده و نشان دادند که، در رقم مقاوم آراسی دوره نهفتگی بیماری طولانی‌تر و شمار جایگاه‌های پاسخ‌میزبان نیز بیشتر است (Dita *et al.*, 2007). همچنین، درصد آلودگی برگ‌ها و گسترش بیماری در رقم مقاوم آراسی و برگ‌های جوان کمتر و در رقم حساس بنجه بیشترین بود (Pelletier & Fry, 1989; Christ, 1991).

شدت بیماری در رقم‌های مورد آزمون در شرایط گلخانه و مزرعه، کماکان با کمی اختلاف رقم‌های مربوطه را نسبت به بیماری لکه‌موجی به طیف‌های مقاوم، حساس و حد واسط تفکیک کرد. در اینجا، رقم‌های مارکیز، کنیک، پرمیر، آتلانتیک، سانتا، سوناته، آگریا، شپدی و کاسموس با میانگین دو ساله در شرایط گلخانه بیشترین شدت بیماری را داشته که از نظر میزان در طیف ۲/۳۳-۳/۰۱ بوده و به ترتیب حساس‌ترین رقم‌ها در این آزمایش‌ها تلقی شده‌اند. ولی در شرایط مزرعه، بیشترین شدت بیماری روی رقم‌های مارکیز، پرمیر، آتلانتیک، کنیک، سانتا، شپدی و آگریا در طیف ۲/۹۲-۲/۲۵ بود که نشان می‌دهد، چندان تفاوت قابل‌توجهی نداشته و تا حدودی از یک‌روند همسان پیروی شده است. این نتایج با گزارش‌های Pavék *et al.* (2001)، در زمینه مشتقات ناشی از رقم فورجا و یا گونه وحشی *Solanum brevidence* و نیز نتایج Christ & Haynes (2002) بر پایه تلاقی رقم‌های تجاری کنونی با رقم وحشی از مجموعه ۲۸۰ همسانه (کلون) همخوانی دارد. در تحقیقات اخیر توسط Rodriguez *et al.*

رقم‌های رنج‌روست و روست‌بوربانک مقاوم‌تر بوده و مصرف قارچکش در آن‌ها کمتر است (Stevenson *et al.*, 2001; Novy *et al.*, 2006).

همان‌طور که در نتایج و قسمت بحث در این تحقیق مشخص شد، به نظر می‌رسد که استفاده از رقم‌های مقاوم امری پرهیزناپذیر است و به سهولت می‌توان به آن‌ها دستیابی کرد و کمترین رقم‌های مقاوم، به نسبت مقاوم و حتی متحمل را شناسایی کرد. البته، لازم به یادآوری است با توجه به روش‌های فناوری زیستی (بیوتکنولوژی) و آسانگری، سرعت و دقت در انتقال ژن قابل اجرا است. در این تحقیق نتایج گویای آن بود، که به ترتیب رقم‌های گرانولا، دیامونت، پیکاسو، مارداونا، مارفونا، راموس، ساتینا، وایت دزیره و آریندا بیشترین مقاومت در برابر بیماری لکه‌موجی را داشتند. لذا در این رقم‌های مورد آزمون، می‌توان رقم‌هایی را برحسب شرایط جغرافیایی و همچنین با در نظر گرفتن مراتب کمی و کیفی برای کشت توصیه کرد. بنابراین، در پایان می‌توان اشاره کرد، با توجه به اینکه بیشتر مقاومت‌ها با بروز نژادهای جدید شکسته خواهد شد، لذا رقم‌های مقاوم یا متحمل در تلفیق با دیگر روش‌های به‌زرعی، به‌نژادی و شیمیایی در راستای کاهش کاربرد سموم و تأثیر سوء زیست‌محیطی استفاده شود.

رقم دزیره و یا وایت‌دزیره در اینجا همخوانی دارد. همچنین Rodriguez *et al.* (2007)، رقم دلتا را به نسبت مقاوم در شرایط برزیل گزارش کرده‌اند. البته، تعیین شاخص بیماری نیز کماکان همان روند شدت بیماری را دارد و تأییدی در داده‌های به‌دست‌آمده از شدت بیماری است و نیازی به بحث به نظر نمی‌رسد. گزارش‌های نتایج بررسی نشان می‌دهد، مقاومت با سطوح بالا به شماری از بیماری‌ها در سیب‌زمینی، از گونه وحشی *S. brevidens* نیز مشاهده شده، که یک‌گونه دیپلوئید بدون غده‌زایی است. همچنین، از همجوشی پروتوپلاستی دورگ بدنی (هیبریدسوماتیک) این‌گونه وحشی با گونه زراعی سیب‌زمینی یعنی *S. tuberosum* به‌دست‌آمده است (Austin *et al.*, 1988). رقم‌های جدید مقاوم نیز به بیماری‌های EB و LB معرفی شده‌اند که در بررسی‌های میدانی بدون سم‌پاشی با قارچکش مقاومت بالایی از خود نشان داده‌اند. Stevenson *et al.* (2001)، رقم مقاوم جدیدی به بیماری EB با بیشترین تولید به نام کستیل (Castile) گزارش کرد. همچنین، در سال ۲۰۰۴ مرکز تحقیقات کشاورزی آمریکا رقم جدید دیفنדר را که مقاوم به برخی از بیماری‌ها بودند معرفی کرد. این رقم به‌عنوان رقمی با ویژگی‌های زراعی بالا، بیشینه محصول‌دهی، مقاوم به EB، LB و متحمل به بیماری پوسیدگی صورتی معرفی شده است که نسبت به

REFERENCE

1. Abbas, M. F., Naz, F. & Irshad, F. (2013). Important fungal diseases of potato and their anagement – a brief review. *Mycopath*, 11(1), 45-50.
2. Allen, S. J., Brown, J. F. & Kochman, J. K. (1983). The effect of leaf age, host growth stage, leaf injury and pollen infection on sunflower by *Alternaria helianthi*. *Phytopathology*, 73, 896-898.
3. Anguiz, R. J. & Mendoza, H. A. (1995). Correlation between seedling and adult potato plants for resistance to early blight (*Alternaria solani* sorauer). *Fitopatol Bras*, 30(2), 100-106.
4. Anonymous. (1985). *Diseases Assessment Manuel for Crop Variety Trials*. National-insurance. Agricultr. Botany. Combridge. CB3OLE.
5. Austin, S., Ehlenfeldt, M. K., Kelman, A. & Helgeson, J. P. (1988). Fertile interspecific somatic hybrids of *Solanum*: a novel source of resistance to *Erwinia* soft rot. *Phytopathology*, 78, 1216-1220.
6. Aveling, T. A. S., Snyman, H. G. & Rijkenberg, F. I. I. J. (1994). Morphology of infection of onion leaves by *Alternaria porri*. *Canadian Journal of Botany*, 72, 1164-1170.
7. Bashi, E., Rotem, J., Pinnschmidt, H. & Kranz, J. (1983). Influence of controlled environment and age on development of *Alternaria macrospora* and shedding of leaves of cotton. *Phytopathology*, 73, 1145-1147.
8. Birhman, R. K. & Singh, B. P. (1995). Path-coefficient analyses and genetic parameters of the component the field resistance of potatoes to late blight. *Annals of Applied Biology*, 127, 353-362.
9. Boiteaux, L. S., Reifschneider, F. J. B., Fonsea, M. E. & Buso, J. A. (1995). Search for sources of early blight (*Alternaria solani*) field-resistance not associated with vegetative late maturity in tetraploid potato germplasm. *Euphytica*, 83, 63-70.
10. Broggio, M. & Ranucci, A. (1992). A comparison of two infection methods of potato early blight. *Advance in Horticultural Science*, 6(1), 18-22.

11. Brune, S., De Melo, P. E. & Mirtes, M. F. (1994). Resistencia a *Alternaria solani*, características agronomicas e qualidade de fritura em clones de batata imunes a PVY e PVX. *Horticultura Brasileira, Brasília*, 12, 125-130.
12. Christ, B. J. (1991). Effect of disease assessment method on ranking potato cultivars for resistance to early blight. *Plant Disease*, 75, 353-356.
13. Christ, B. J. (2002). Potato late blight and early blight management for Pennsylvania. *Fact Sheet*. pp. 1-8.
14. Christ, B. J. & Haynes, K. G. v. (2001). Inheritance to early blight disease in a diploid potato population. *Plant Breeding*, 120, 169-172.
15. Dita, M. A., Brommonschenkel, S. H., Matsuoka, K. & Mizubuti, E. S. G. (2007). Histopathological study of the *Alternaria solani* infection process in potato cultivars with different levels of early blight resistance. *Phytopathology*, 155, 462-469.
16. Dita, M. A., Brommonschenkel, S. H., Matsuoka, K. & Mizubuti. (2006). Components of resistance to early blight in four potato cultivars: Effect of leaf position. *Phytopathology*, 154, 230-235.
17. Duarte, H. S. S., Zambolim, L., Rodrigues, F. A., Paul, P. A., Padua, J. G., Ribeiro, J. L., Junior, A. F. N. & Rosado, A. W. C. (2014). Field resistance of potato cultivars to foliar early blight and its relationship with foliage maturity and tuber skin types. *Tropical Plant Pathology*, 39(4), 294-306.
18. Edin, E. (2012). Species specific primers for identification of *Alternaria solani*, in combination with analysis of the F129L substitution associates with loss of sensitivity toward strobilurins. *Crop Protection*, 38, 72-73.
19. Edin, E. & Andersson, B. (2014). The early blight situation in Sweden - species abundance and strobilurin sensitivity. In: Schepers H, eds. In: Proceedings of the 14th EurBlight Workshop. Limassol, Cyprus: Wageningen UR, pp. 83-84.
20. Foolad, M. R., Zhang, L. P., Khan, A. A., Nino-Liu, D. & Lin, G. Y. (2002). Identifications of QTLs for early blight (*Alternaria solani*) resistance in tomato using backcross populations of a *Lycopersicon esculentum* × *L. hirsutum* cross. *Theoretical and Applied Genetics*, 104, 945-958.
21. Gannibal, P. B., Orina, A. S., Mironenko, N. V. & Levitin, M. M. (2014). Differentiation of the closely related species, *Alternaria solani* and *A-tomatophila*, by molecular and morphological features and aggressiveness. *European Journal of Plant Pathology*, 139(3), 609-623.
22. Ghahreman, N., Varshaviana, V., Javan-Nikkhab, M. & Liaghata, A. (2015). Forecasting of Potato Early Blight Disease Using Different Sets of Meteorological Data. *Canadian Journal of Basic and Applied Sciences*, 03(02), 59-66.
23. Green, S. & Baily, K. L. (2000). Effects of leaf maturity, infection site, and application rate of *Alternaria cirsiinnoxia* conidia on infection of Canada thistle (*Cirsium arvense*). *Biological Control*, 19, 167-174.
24. Holm, A. I. (2004). *Early blight*. Department of Plant Pathology. North Dakota State University. Fact Sheet. pp. 1-3.
25. Holm, A. L., Rivera, V. V., Seor, G. A. & Gudmestad, N. C. (2003). Temporal sensitivity of *Alternaria solani* to foliar fungicides. *American journal of Potato Research*, 80, 33-40.
26. Horsfield, A., Wicks, T., Davies, K., Wilson, D. & Paton, S. (2010). Effect of fungicide use strategies on the control of early blight (*Alternaria solani*) and potato yield. *Australasian Plant Pathology*, 39(4), 368-375.
27. Jansky, S. (2000). Breeding for disease resistance in potato. In: Janick. *Jornal* (ed) *Plant breeding reviews*. Wiley, New York, pp. 69-155.
28. Jia, C., Zhang, L., Liu, L., Wang, J., Li, C. & Wang, Q. (2013). Multiple phytohormone signalling pathways modulate susceptibility of tomato plants to *Alternaria alternata* f. *sp lycopersici*. *Journal of Experimental Botany*, 64(2), 637-650.
29. Leiminger, J. H. & Hausladen, H. (2012). Early Blight Control in Potato Using Disease-Orientated Threshold Values. *Plant Disease*, 96(1), 124-130.
30. Leiminger, J. H., Adolf, B. & Hausladen, H. (2014). Occurrence of the F129L mutation in *Alternaria solani* populations in Germany in response to QoI application, and its effect on sensitivity. *Plant Pathology*, 63(3), 640-650.
31. Leiminger, J.H., Auinger, H.J., Wenig, M., Bahnweg, G. & Hausladen, H. (2013). Genetic variability among *Alternaria solani* isolates from potatoes in Southern Germany based on RAPD-profiles. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 120(4), 164-172.
32. Meng, J. W., Zhu, W., He, M. H., Wu, E. J., Yang, L. N., Shang, L. P. & Zhan, J. (2015). High genotype diversity and lack of isolation by distance in the *Alternaria solani* populations from China. *Plant Pathology*, 64(2), 434-441.
33. Morphy, A. M. (2001). The germplasm release of F87084, adapted clone with multiple disease resistance. *American Journal of Potato Research*, 78, 141-149.
34. Nasr Esfahani, M. & Ansaripour, B. (2006). Studies on foliar diseases of potato in Feraydan. In: Proceedings of 17th Iranian Plant Protection Congress. pp 213. (in Farsi)

35. Novy, R. G., Love, S. L., Corsini, D. L., Pavek, J. J., Whitworth, J. L., Mosley, A. R., James, R. V., Hone, D. C., Shock, C. C., Rykbost, K. A., Brown, C. R., Thomson, R. E., Knowles, N. R., Pavek, M. J., Olsen, N. & Inglis, D. A. (2006). Defender: A high-yielding, processing potato cultivar with foliar and tuber resistance to late blight. *American Journal of Potato Research*, 83(1), 9-19.
36. Odilbekov, F., Carlson-Nilsson, U. & Liljeroth, E. (2014). Phenotyping early blight resistance in potato cultivars and breeding clones. *Euphytica*, 197(1), 87-97.
37. Pavek, J. J. & Corsini, D. L. (2001). Utilization of potato genetic resources in variety development. *American Journal of Potato Research*, 78, 433-441.
38. Pelletier, J. R. & Fry, W. E. (1989). Characterization of resistance to early blight in three potato cultivars: Incubation period, lesion expansion rate, and spore production. *Phytopathology*, 79, 511-517.
39. Rodriguez, N. V., Kowalski, B., Rodriguez, L. G., Carabaloso, I. B., Suarez, M. A., Perez, P. O., Quintana, C. R., Gonzalez, N. & Ramos, R. Q. (2007). In vitro and ex vitro selection of potato plantlets for resistance to early blight. *Phytopathology*, 155, 582-586.
40. Rotem, J. (1994). The Genus *Alternaria*; Biology, Epidemiology, and Pathogenicity. American Phytopathological Society Press, Minnesota, USA, p. 326.
41. Runno-Paurson, E., Loit, K., Hansen, M., Tein, B., Williams, I. H. & Maend, M. (2015). Early blight destroys potato foliage in the northern Baltic region. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B-Soil and Plant Science*, 65(5), 422-432.
42. Sillero, J. C. & Rubiales, D. (2002). Histopathological characterization of resistance to *Uromyces viciae-fabae* in faba bean. *Phytopathology*, 92, 294-299.
43. Stevenson, W. R. (1994). The potential impact of field-resistance to early blight on fungicide inputs. *American Potato Journal*, 71, 317-324.
44. Stevenson, W. R., Loria, F. R., Franc, G. D. & Weingartner, D. P. (2001). Compendium of potato diseases. (2nd ed.). *American Phytopathological Society*, Saint Paul, MN; USA.
45. Umaerus, V. & Umaerus, M. (1994). Inheritance of resistance to late blight. In: Bradshaw, J. E., Mackay, G. R. (ed) *Potato genetics*. CAB International, Wallingford. pp. 365-401.
46. Vega, B. & Dewdney, M. M. (2014). Distribution of Qol Resistance in Populations of Tangerine-Infecting *Alternaria alternata* in Florida. *Plant Disease*, 98(1), 67-76.
47. Wharton, P. & Kirk, W. (2012). *Early Blight*. *Potato Disease*, Michigan State University. Available at: <http://www.potatodiseases.org/earlyblight.html>