آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۶، شماره ۲، اسفند ۱۳۹۷

معرفی چند ژنوتیپ و رقم سیب‌زمینی مقاوم به ویروس برگ قاشقی‌سیب‌زمینی PLRV

جعفر نیکان[1]✉ و رضا پوررحیم[2]

۱- استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی همدان، ایران; ۲- دانشیار موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶؛ تاریخ پذیرش: مهر ۱۳۹۷)

چکیده

بیماری برگ قاشقی سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین و شایعترین بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی است و مانند سایر ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی مؤثرترین روش مبارزه با آن استفاده از ارقام مقاوم است. در این تحقیق واکنش تعدادی رقم و ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی در برابر آلودگی به ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی (*Potato leafroll virus*= PLRV) در یک آزمایش مزرعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۱۲ تیمار و سه تکرار ارزیابی شد. مایه‌زنی بوته‌های سیب‌زمینی با استفاده از شته سبز هلو حامل PLRV صورت گرفت. یک ماه پس از مایه زنی، بوته‌ها از نظر آلودگی به PLRV با استفاده از علایم ظاهر شده و آزمون الایزا بررسی شد. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌های سیب‌زمینی مورد بررسی از نظر میزان ابتلا به PLRV اختلاف معنی‌دار وجود دارد. ژرم‌پلاسم شماره ۸۰۳۹۷۰/۱۳ بدون هیچ‌گونه آلودگی به‌عنوان ژنوتیپ خیلی مقاوم به PLRV ارزیابی گردید. رقم سانته مقاوم بود، رقم لیدی‌رزتا و ژنوتیپ شماره ۳۹۷۰۱۵/۳۱ نسبتاً مقاوم و رقم دیامانت نسبتاً حساس بود. مابقی ارقام و ژرم‌پلاسم‌ها حساس یا بسیار حساس ارزیابی شدند. همچنین نتایج بیانگر همبستگی معنی‌دار ۷۹ درصدی بین میزان آلودگی بر مبنای ظهور علایم و میزان آلودگی بر مبنای آزمون الایزا بود.

واژه‌های کلیدی: الایزا، ژرم‌پلاسم ، واکنش ، *Potato leafroll virus*

Introducing some *Potato leafroll virus* resistant potato genotypes and cultivars

J. NIKAN[1]✉ and R. POURRAHIM[2]

1- Plant Protection Department, Hamedan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Hamadan, Iran;
2- Plant Disease Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Tehran, Iran

Abstract

Potato leaf roll disease is one of the most important and widely distributed viral diseases of potato. Like other plant viruses, the use of resistant cultivars is the most effective control measure of this disease. In this study, the reactions of some potato cultivars and genotypes to *Potato leafroll virus* (PLRV) were evaluated in a field trial experiment. The experiment conducted as a randomized complete block design with 12 treatments and three replications. Each plot of the experimental design included a planting row of five potato plants of each cultivar/genotype. The experimental plants were then inoculated with the virus by putting 10 PLRV-carrying green peach aphids on each plant. One month after inoculation, the plants were examined for PLRV infection by observing symptoms development and using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) test. The results revealed significant differences between the PLRV-infection rates of the potato cultivars/genotypes tested. The potato genotype 803970/13 with having no infected plant was evaluated as highly resistant to PLRV. The cultivar "Sante" was resistant, the cultivar "Lady Rosetta" and the genotype "397015/31" were moderately resistant, cultivar "Diamant" was moderately susceptible and the rest of genotypes or cultivars were found susceptible or highly susceptible. The results also showed a significant correlation (79%) between the infection rates of the test plants based on symptom development and those of the ELISA tests.

Key words: ELISA, field trial, PLRV, reaction, resistant

✉ **Corresponding author: jnikan@gmail.com**

مقدمه

بیماری برگ‌قاشقی سیب‌زمینی یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین بیماری‌های ویروسی سیب‌زمینی است. این بیماری توسط ویروس *Potato leafroll virus* (PLRV) ایجاد می‌شود (Barker, 2001). این بیماری در ایران از بیشتر مناطق سیب‌زمینی‌کاری کشور گزارش گردیده است (Danesh *et al.*, 1993;Jafarpour, 1995; Pourrahim *et al.*, 2002). آلودگی به PLRV باعث کاهش کمیت و کیفیت (بازار پسندی) محصول سیب‌زمینی می‌گردد. در یک بررسی در سال ۱۹۸۸ میزان کاهش محصول ناشی از ابتلا به این ویروس سالانه ۲۰ میلیون تن در دنیا ذکر گردید (Kojima and Lapierre, 1988). در بسیاری از موارد ویروئید دوکی شدن غده سیب‌زمینی (*Potatos pindle tuber viroid* =PSTVd) که معمولاً با شته منتقل نمی‌شود، دراثر آلودگی‌های هم‌زمان PLRV و PSTVd قابلیت انتقال با شته را پیدا می‌کند (Salazar *et al.*, 1995). ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی توسط چند گونه شته به‌طریقه گردشی غیرتکثیری (Eskandari *et al.,* 1979) انتقال می‌یابد که مهم‌ترین آن‌ها شته سبز هلو(*Myzus persicae*) است. این ویروس هم‌چنین به‌وسیله پیوند و غده سیب‌زمینی انتقال پیدا می‌کند ولی به‌طریقه مکانیکی و با بذر حقیقی منتقل نمی‌شود. حداقل زمان‌های کسب و تلقیح ویروس توسط شته ناقل یک ساعت است و یک دوره کمون ۱۲ ساعته نیز وجود دارد (البته احتمال انتقال با افزایش زمان کسب افزایش می‌یابد (Harrison,1984). همانند دیگر ویروس‌های بیماری‌زای گیاهی موثرترین روش مبارزه با PLRV استفاده از ارقام مقاوم است (Barker, 1992; Stevenson *et al.*, 2001). انواع مختلفی از مقاومت به PLRV در سیب‌زمینی شناسایی شده‌اند که شامل: مقاومت به آلودگی، مقاومت به تجمع ویروس، مقاومت به حرکت ویروس از برگ‌ها به غده‌ها، تحمل، فوق حساسیت و مقاومت به شته ناقل می‌باشند (Valkonen, 1994; Beekman& Waterhouse, 1999; Barker 1987). رقم بیسمارک و رقم پنتلند کروان که به‌ترتیب در برابر آلودگی به PLRV و تجمع آن مقاومت دارند از ارقام تجاری سیب‌زمینی مقاوم به این ویروس می‌باشند. در سال‌های ۱۹۷۵ و ۱۹۷۶ که شیوع ویروس پیچیدگی برگ سیب‌زمینی در اراضی تولید بذر سیب‌زمینی اسکاتلند چشم‌گیر بود، تنها یک درصد از مزارع بذری رقم پنتلند کروان (رقم مقاوم به PLRV) از نظر آلودگی به PLRV مورد تأیید سیستم گواهی بذر قرار نگرفت در حالی‌که در مورد سایر ارقام سیب‌زمینی مانند دزیره، کینگ ادوارد، ماریس پایپر و رکورد به‌ترتیب ۹/۲ ،۹/۶، ۱۹/۷ و ۵/۸ درصد مزارع به‌عنوان بذر تأیید نشدند (Barker, 1987). در یک مطالعه تعداد ۱۲ کلون سیب‌زمینی در سه محل مختلف در معرض آلودگی به PLRV قرار گرفتند. در برخی کلون‌های حساس تا ۹۲ درصد بوته‌ها آلوده شدند در حالی‌که دیگر کلون‌ها نسبتاً مقاوم بودند. مثلاً کلون G8107(1) از *Solanum tuberosum* در هر سه محل آزمایش عاری از ویروس و بسیار مقاوم شناخته شد (Solomon- Blakburn and Barker, 1993). در تحقیقی دیگر گزارش شد که کلون G8107 (1) پس از مایه‌زنی از طریق پیوند در برابر تجمع PLRV و پس از مایه‌زنی به‌وسیله شته در برابر آلودگی به این ویروس بسیار مقاوم است (Solomon-Blackburn *et al.*, 2008). نتایج این آزمایش‌ها نشان داد که یکی از عناصر مهم در مقاومت بالای این کلون در برابر PLRV، مقاومت آن در برابر حرکت ویروس از برگ‌ها به دمبرگ‌ها و در نتیجه ممانعت از انتشار ویروس به سایر اندام‌های گیاه می‌باشد. در یک مطالعه دیگر عکس‌العمل ۳۵ ژنوتیپ و رقم سیب‌زمینی در برابر آلودگی به PLRV بررسی شد که براساس نتایج حاصل، هفت رقم و ژنوتیپ مقاوم، دو رقم نسبتاً مقاوم (ارقام Dura و Sante)، یک رقم (Diamant) و یک ژنوتیپ حساس و بقیه ارقام و ژنوتیپ‌ها نسبتاً حساس ارزیابی شدند (Khan, 2006). جلالی و همکاران در سال ۲۰۰۸ در یک آزمایش مزرعه‌ای بیشترین میزان ابتلا به ویروس‌های PVY و PLRV را در رقم مارفونا گزارش نمودند (Jalali *et al.,* 2008). در تحقیقی دیگر ۲۹ رقم و ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی از نظر مقاومت به PLRV براساس

علائم‌شناسی و آزمون الایزا بررسی و غربال شدند که یک ژنوتیپ عاری از علائم (394032-16) و سه لاین با مقاومت متوسط (Moderately Resistant) یافت شد (Batool *et al*., 2011). امروزه روش‌های مزرعه‌ای ارزیابی مقاومت در برابر آلودگی به PLRV به‌طور چشم‌گیری تکامل یافته‌اند که از جمله آن‌ها رها سازی مصنوعی شته در صورت پایین بودن تراکم شته ناقل در مزرعه می‌باشد (Wilson and Jones, 1993; Barker, 1987). در تحقیق حاضر با توجه به اهمیت استفاده از ارقام مقاوم به ویروس، میزان آلودگی۱۲ رقم و ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی از نظر آلودگی به PLRV ارزیابی شد.

روش بررسی

فراهم آوردن ویروس

جدایه PLRV مورد بررسی در این تحقیق با جمع‌آوری بوته‌های مشکوک (بوته‌های نسبتاً رنگ‌پریده، کوتوله و دارای علایم پیچیدگی برگ به‌سمت داخل) از مزارع سیب‌زمینی استان همدان و تأیید آلودگی آن‌ها به ویروس با آزمون الایزا مهیا گردید. بدین‌ترتیب که غده‌های حاصل از بوته‌های آلوده جمع‌آوری و پس از کاشت در داخل گلدان و تأیید مجدد آلودگی بوته‌های رشد یافته، از آن‌ها به‌عنوان منبع کسب ویروس توسط شته ناقل استفاده گردید. ضمناً اطمینان ازعدم آلودگی این بوته‌ها به سایر ویروس‌های مهم سیب‌زمینی (PVA, PVY, PVS, AlMV) نیز با آزمون الایزا صورت گرفت.

جمع‌آوری و تکثیر شته ناقل

نمونه‌های شته مورد نیاز برای انتقال PLRV از مزارع سیب‌زمینی استان جمع‌آوری و پس از شناسائی گونه شته سبز هلو (*Myzus persicae*) اقدام به تکثیر آن به فرم شته بالغ بی‌بال بر روی گیاهان سیب‌زمینی و کلزا گردید. به‌منظور سالم سازی کلنی شته‌ها از ویروس‌های احتمالی همراه، پوره‌های تازه متولد شده با قلم ظریف به آرامی برداشته شده و روی گیاهچه‌های جوان سالم انتقال داده شد. عمل پاساژ حداقل سه مرتبه متوالی انجام شد.

ارقام و ژرم پلاسم‌های مورد بررسی

در این بررسی واکنش شش رقم سیب‌زمینی از ارقام زراعی رایج (مارفونا، آگریا، دیامانت، سانته، بورن و لیدی رزتا) و شش کلون از ژرم‌پلاسم‌های امید بخش سیب‌زمینی که طی پنج سال بررسی، صفات زراعی مطلوبی از خود نشان داده بودند شامل کلون‌های ۳۹۰۰۷/۹، ۳۹۷۰۰۹/۳، ۳۹۷۰۰۹/۹، ۳۹۷۰۱۵/۱، ۳۹۷۰۱۵/۳۱ و ۸۰۳۹۷۰/۱۳ از نظر ابتلا به PLRV ارزیابی شد. به‌منظور اطمینان از سلامت مواد آزمایشی، ارقام و ژرم‌پلاسم‌های مورد بررسی از کلاس بذری بالا انتخاب گردیده و گیاهچه‌های جوان حاصل از رشد اولیه آن‌ها آزمون الایزا شد.

ارزیابی عکس‌العمل ارقام و ژرم‌پلاسم‌ها در برابر آلودگی به PLRV

ارقام و ژرم‌پلاسم‌های مورد بررسی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل ۱۲ تیمار در سه تکرار در یک مزرعه در شهرستان همدان کاشته شدند. هر پلات این طرح شامل پنج بوته از هر رقم یا ژرم‌پلاسم سیب‌زمینی بررسی شد که به فاصله ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر بر روی یک پشته کاشته شدند. فاصله پشته‌ها ۷۵ سانتی‌متر و فاصله تکرارها از یکدیگر یک متر در نظر گرفته شد. پس از آن‌که ارتفاع بوته‌های کاشته شده به حدود ۱۵ سانتی‌متر رسید، با استفاده از شته‌های حامل ویروس مایه‌زنی شدند (هر بوته توسط ۱۰ عدد شته مایه‌کوبی گردید). دوره‌های کسب و مایه‌زنی ویروس توسط شته ناقل به‌ترتیب ۲۰ و ۱۰ روز بود. پس از طی دوره مایه‌زنی شته‌ها با انجام سمپاشی (با استفاده از سم ایمیداکلوپراید به نسبت ۵/. در هزار) کشته شدند و یک ماه بعد وضعیت بوته‌های مایه‌زنی شده از نظر آلودگی یا عدم آلودگی به PLRV بر مبنای وجود یا عدم وجود علائم بیماری(رنگ‌پریدگی و پیچیدگی برگ‌های جوان به‌سمت داخل) (Loebenstein, 2001)، ثبت گردید. به‌علاوه وضعیت آلودگی ارقام و ژرم‌پلاسم‌های مورد بررسی به ویروس با استفاده از آزمون الایزا تعیین گردید. در پایان فصل رشد غده‌های تولیدی هر بوته به‌طور جداگانه برداشت و توزین

شدند و اختلاف عمل‌کرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آلودگی (عمل‌کرد بوته‌های آلوده) و شرایط عدم آلودگی (عمل‌کرد بوته‌های سالم) محاسبه شد. سپس داده‌های مربوط به‌نتایج الایزا و اختلاف عمل‌کرد بوته‌های آلوده و غیر آلوده ژنوتیپ‌ها تجزیه آماری شد.

آزمون الایزا (ELISA)

نمونه‌های برگی (از دومین برگ انتهائی) از نظر آلودگی احتمالی به ویروس PLRV، با استفاده از آنتی‌بادی اختصاصی این ویروس (تهیه شده از بیوربا سوئیس) به‌روش ساندویچ دو طرفه الایزا (DAS-ELISA) (Clark and Adams, 1977) مورد بررسی قرارگرفتند. در این آزمون نمونه‌هایی که میزان جذب نوری در چاهک‌های مربوط به آن‌ها در طول موج ۴۰۵ نانومتر، مساوی یا بیشتر از سه برابر میانگین جذب نوری چاهک مربوط به نمونه شاهد منفی (سالم) بودند به‌عنوان نمونه آلوده به ویروس در نظر گرفته شدند.

تجزیه آماری داده‌ها

تجزیه آماری داده‌های ثبت شده شامل درصد آلودگی تیمارها به ویروس و اختلاف عمل‌کرد بوته‌های آلوده و غیرآلوده ژنوتیپ‌ها با استفاده از نرم افزار SAS صورت گرفت و میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی مقایسه شد. میزان همبستگی بین آلودگی ظاهری و آلودگی حقیقی ژنوتیپ‌ها با استفاده ازنرم افزارSPSS به روش پیرسون (Pearson) تعیین گردید.

نتیجه و بحث

تجزیه آماری داده‌های مربوط به‌نتایج تست‌های الایزا نشان داد که بین ارقام و ژنوتیپ‌ها از نظر میزان آلودگی به PLRV در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها از این نظر تیمارها را به چند گروه تقسیم‌بندی نمود. کمترین میزان ابتلا به‌PLRV (بدون آلودگی) در ژنوتیپ ۸۰۳۹۷۰/۱۳ دیده‌شد که به‌همراه چند رقم و ژنوتیپ دیگر در گروهی مجزا (گروه A) قرار گرفتند. بیشترین میزان ابتلا به ویروس (۸۰ درصد آلودگی) در ژنوتیپ‌های ۳۹۷۰۰۹/۳ و ۳۹۷۰۱۵/۱ مشاهده گردید که همراه چند ژنوتیپ دیگر در گروه C قرار گرفتند (جدول ۳).

مقایسه عمل‌کرد ارقام و ژنوتیپ‌ها در شرایط آلودگی (عمل‌کرد بوته‌های آلوده) نسبت به شرایط عدم آلودگی (عمل‌کرد بوته‌های سالم) نشان داد که بین عمل‌کرد بوته‌های آلوده و بوته‌های غیرآلوده اختلاف معنی‌دار وجود دارد. تجزیه واریانس اختلاف عمل‌کرد ژنوتیپ‌ها در شرایط آلودگی و عدم آلودگی نشان داد که از نظر میزان کاهش عملکرد در نتیجه ابتلا به PLRV نیز بین ارقام و ژرم‌پلاسم‌ها اختلاف معنی‌دار وجود دارد (جدول۲). مقایسه میانگین‌های اختلاف عمل‌کرد تیمارها در شرایط آلودگی و عدم آلودگی، ارقام و ژرم‌پلاسم‌ها را به چند گروه تقسیم کرد. کمترین میزان کاهش عملکرد در نتیجه آلودگی بهPLRV (۱۷گرم دربوته) در رقم مارفونا مشاهده شد و بیشترین کاهش عملکرد در رقم آگریا و ژنوتیپ ۳۹۷۰۱۵/۱ به‌ترتیب با ۴۰۱ و۳۹۴ گرم در بوته مشاهده گردید (جدول ۳). آزمون همبستگی بین آلودگی ظاهری (بر مبنای علائم) و آلودگی حقیقی (بر مبنای سنجش الایزا) نشان داد که بین این دو در سطح یک درصد به میزان ۷۹ درصد همبستگی وجود دارد. بیشترین میزان همبستگی و تطابق نتایج الایزا با بوته‌های دارای علایم مربوط به رقم سانته بود (۱۰۰ درصد) و کمترین میزان آن در مورد ژنوتیپ ۳۹۷۰۱۵/۱ دیده شده (۷۴ درصد). این میزان در مورد رقم آگریا ۸۰ درصد بود.

وجود اختلاف معنی‌دار بین ارقام و ژرم‌پلاسم‌های مورد بررسی از نظر میزان آلودگی به PLRV با یافته‌های محققان دیگر که بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی خویش اختلاف معنی‌دار مشاهده کردند منطبق می‌باشد (Solomon-Blakburn and Barker, 1993)، (Khan, 2006) و (Batool *et al*., 2011). مقایسه میانگین‌های میزان آلودگی تیمارها به PLRV نشان داد

که از این نظر ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در گروه‌های متفاوتی قرار می‌گیرند (جدول۳).

جدول ۱- آنالیز واریانس درصد آلودگی ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی به ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی (براساس نتایج آزمون الایزا).

Table 1. Analysis of variance for the infection percents of the potato genotypes to PLRV, based on the results of ELISA tests.

P	F	MS	DF	Sources of variance
0.4426	0.85^{ns}	133.3333	2	**Replication**
<.0001	16.48^{**}	2596.9697	11	**Genotype**
		157.5757		**error**

^{ns}(No significant difference): عدم وجود اختلاف معنی‌دار

CV: 21.94

جدول ۲- آنالیز واریانس اختلاف عملکرد ژرم‌پلاسم‌های سیب‌زمینی در شرایط آلودگی (عملکرد بوته‌های آلوده) و شرایط عدم آلودگی (عمل‌کرد بوته‌های سالم) به ویروس برگ قاشقی سیب‌زمینی.

Table 2. Analysis of variance for the yield differences of virus -free and PLRV- infected plants of the potato genotypes.

P	F	MS	DF	Sources of variance
0.1033	2.52^{ns}	9620.8958	2	**Replication**
<.0001	20.44^{**}	77984.2045	11	**Genotype**
		3815.4186	22	**error**

^{ns}(No significant difference): عدم وجود اختلاف معنی‌دار

CV: 22.05

ژنوتیپ ۸۰۳۹۷۰/۱۳ بدون آلودگی به‌ویروس به‌همراه ارقام سانته و لیدی‌رزتا به‌ترتیب با ۶/۶ درصد و۱۳/۳ آلودگی و ژنوتیپ ۳۹۷۰۱۵/۳۱ با ۲۰درصد در گروه a قرار گرفتند. رقم دیامانت با ۲۶/۶درصد آلودگی در گروه ab قرارگرفت. در بقیه ارقام و ژرم‌پلاسم‌ها میزان آلودگی بین۶۰ تا ۸۰ درصد بود. اگرچه آزمون توکی ژنوتیپ‌ها و ارقام را از نظرمیزان آلودگی بهPLRV به چند گروه تقسیم نمود ولی با توجه به وسعت دامنه آلودگی (از صفر تا ۸۰ درصد) به نظر می‌رسد می‌توان آن‌ها را به گروه‌های کوچکتری نیز گروه‌بندی نمود. این گروه‌های ژنوتیپی شامل: خیلی مقاوم (بدون آلودگی)، مقاوم (۱ تا ۱۰ درصد آلودگی)، نسبتاً مقاوم (۱۱ تا ۲۰ درصد آلودگی)، نسبتاً حساس (۲۱ تا ۴۰ درصد آلودگی)، حساس (۴۱ تا ۶۰ درصد آلودگی) و بسیار حساس (آلودگی بالای ۶۰ درصد) می‌باشند.

جدول ۳- مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌های[×] میزان آلودگی ژنوتیپ‌ها به PLRV و اختلاف عملکرد آن‌ها در شرایط آلودگی و عدم آلودگی با استفاده از آزمون توکی.

Table 3. Comparison of the means of PLRV infection rates and the yield differences of virus -free and PLRV-infected plants of the potato genotypes, using the Tuckey's test.

Potato genotype	Mean of the virus infection	Yield difference of virus - free and infected plants (gr/plant)
803970/13	0±0a	683±77a
Sante	6.6±12a	236±67bc
Lady Rosetta	13.3±12a	228±72bc
397015/31	20±0a	231±53bc
Diamant	26.6±12ab	290±96bc
Marfona	60±0bc	18±15a
Agria	60±20bc	401±91b
3977007/9	60±0 bc	271±97bc
Buren	66.6±12c	241±55bc
397009/9	66.6±23c	196±21cd
397009/3	80±0c	173±38cd
397015/1	80±20c	394±30b

× اعدادی که با حروف یکسان نشان داده شده‌اند از نظر آماری اختلاف معنی‌دار ندارند و در گروهی یکسان قرار می گیرند.

The data followed by the same letters are not significantly different and are placed in the same group (P = 0.05).

در آزمایش‌های ما، سیب‌زمینی رقم سانته با ۶/۶ درصد آلودگی جزو ژنوتیپ‌های مقاوم ارزیابی گردید که مشابه یافته‌های (Khan, 2006) است. رقم لیدی‌رزتا با ۱۳/۳ درصد آلودگی در گروه ارقام نسبتاً مقاوم قرار گرفت که در تطابق با گزارش پیتن و همکاران می‌باشد (Peeten *et al*., 2007). سیب‌زمینی رقم دیامانت با ۲۶/۶ درصد آلودگی جزو ارقام نسبتاً حساس بود که با یافته‌های حاصل از تحقیقات (Batool *et al*., 2011) که آن را رقمی با حساسیت متوسط معرفی کرده‌اند در تطابق می‌باشد. سیب‌زمینی رقم مارفونا نیز جزو ارقام حساس گزارش می‌گردد که مشابه یافته‌های (Jalali *et al*,. 2008) می‌باشد. ژنوتیپ ۸۰۳۹۷۰/۱۳ بدون آلودگی به PLRV برای نخستین بار به عنوان ژنوتیپ بسیار مقاوم به این ویروس معرفی می‌گردد.

دربرخی ارقام و ژنوتیپ‌هایی کـه درصـد آلـودگی آن‌هـا بالاست (مانند رقم آگریا و ژنوتیپ۳۹۷۰۱۵/۱) میزان کـاهش عملکرد در نتیجه ابتلا ویروس نیز بالاست کـه نشـان دهنـده حساسیت این ژنونتیپ‌ها اسـت. درحـالی‌کـه در مـورد رقـم مارفونا علی‌رغم داشتن میزان آلودگی بالا (۶۰ درصد) مقـدار کاهش عمل‌کرد آن (۱۷گرم در بوتـه) در مقایسـه بـا کـاهش عمل‌کرد سایر ژنوتیپ‌ها نسبتاً کم بود که از این نظر می‌تـوان آن را به‌عنوان رقم متحمـل در برابـر ویـروس PLRV معرفـی نمود. به هرحال در مورد ارقام متحمل ذکـر ایـن نکتـه حـائز اهمیت است که اگر چه این نوع ارقام خسارت کمی متحمـل می‌شوند ولـی مـی‌تواننـد بـه‌عنـوان منبـع و کـانون آلـودگی به ویروس برای گسترش آن به سایر ارقـام یـا گیاهـان دیگـر عمل نمایند.

تجزیـه آمـاری داده‌هـای مربـوط بـه عملکـرد ارقـام و ژنوتیپ‌ها نشان داد که عمل‌کرد بوته‌های آلـوده و بوتـه‌هـای غیرآلوده (عمل‌کرد در شرایط آلودگی و عمـل‌کـرد درشـرایط عدم آلودگی) اختلاف معنی‌دار دارند. بنـابر ایـن آلـودگی بـه PLRV باعث کاهش چشم‌گیر عمل‌کرد می‌گردد. ایـن مطلـب قـبلاً نیـز توسـط محققـین دیگـر گـزارش گردیـده اسـت (Harper *et al*., 1975; Kojima and Lapierre, 1988). وجـود همبستگی بالای بین آلـودگی ظـاهری (بـر مبنـای علائـم) و آلودگی حقیقی (بر مبنای آزمون الایـزا) کـه توسـط محققـین دیگر (در مورد ویروس تریستزا در مرکبات) نیز گزارش شده است (D'Onghia *et al*., 1998) نشان می‌دهد که استفاده از علائم برای تعیین آلودگی بوته‌ها به PLRV مـی‌توانـد جـایگزین مناسـبی برای آزمون الایزا باشد که تا حد زیادی باعث صرفه‌جـوئی در وقت وهزینه‌ها می‌گردد. این امـر بـه‌خصـوص در مـورد ارقـامی مانند سانته و آگریا که میزان همبستگی بین آلودگی ظـاهری (بـر مبنای علائم) و آلودگی حقیقی (بر مبنای آزمون الایـزا) در آن‌هـا بالاست (به‌ترتیب ۱۰۰ و ۸۰ درصد) صدق می‌کند.

References

DANESH, D., FILSOOF, F. and DEHGHAN, M. 1993. Frequencies of four potato viruses in Faridan experimental potato fields, Isfahan province, Iran. Iranian Journal of Plant Protection, No 28: 1-9.

JAFARPOUR, B. 1995. Study on *Potato leafroll virus* in Mashhad. Proceedings of the 12th Iranian Plant Protection Congress, 2-7 September, Karaj, Iran, p162.

BARKER, H. 1987. Multiple component of the resistance of potatoes to potato leafroll Virus. Annals of Applied Biology, No111: 641-648.

BARKER, H. 1992. Potato leafroll. In Plant Diseases of Internation importance, Vol 11: Diseases of vegelables and oil lseed crop, pp. 124-144. Eds H. S., Chaube, U. S., Singh, A. N., MUKHOPADHYAY, and J., KUMAR. London: prentice Hall international.

BARKER, H. 2001. Potato Leafroll. In Encyclopeddia of plant pathology. Vol 2: pp. 804. Eds: O. C., MALOY and T. D., MURRAY. New York. USA: John Wiley & sons inc.

BARKER, H., WATERHOUSE, .P M. 1999. The development of resistance to luteovirus mediated by host genes and pathogen- derived transgenes. In The Luteoviridae. pp. 169-210. Eds: H. G., SMITH and H. BARKER. Wallingford. Oxon. Uk: CABI Publishing.

BATOOL, A., ASLAM KHAN, N., FAROOQ, J., MUGHAL, S. M. and IFTIKHAR, S. 2011. ELISA-Based screening of potato germplasms against potato leafroll virus. Journal of Agricultural Research, No 49(1): 57-63.

BEEKMAN, A. J. B. 1987. Breeding for resistance. In Viruses of potatoes and seed- potato production. pp. 162-170. Eds J. A. de Bokx and J. P. H VAN DER WANT. Wageningen: pudoc Wageningen.

CLARK, M. F. and ADAMS, A. N. 1977. Characterization of the microplate method of enzyme-linked immunosorbent assay for detection of plant viruses. Journal of General Virology, No 34: 475-83.

D'ONGHIA, A.M., DJELOUAH, K., ALIOTO, D., CASTELLANO, M.A. and SAVINO, V. 1998. ELISA correlates with biological indexing for the detection of citrus psorosis-associated virus. Journal of Plant Pathology, 80 (2), 157-163.

ESKANDARI F, SYLVESTER E S, RICHARDSON J. 1979. Evidence of lack of propagation of potato leafroll virus in its aphid vector, *Myzus persicae*. Phytopathology, No 69: 45-47.

HARRISON, B. D. 1984. Potato leafroll virus. Description of plant Viruses, No 291. Surrey, UK: The commonwealth Mycological Institute and Association of Applied Biologists.

JALALI, S., NEMATOLLAHI, M. R. and POURRAHIM, R. 2008. Investigation on spreading of viral infection of seed tuber potatoes and determination of infective indicator in Freidan region of Isfahan. Seed and Plant Improvement Journal, No 23(4) :505-514.

KHAN, M. A. 2006. Identification of resistant sources against Potato leafroll virus and Myzus persicae Sulz. by biological tests and ELISA. Pakistan Journal of Phytopathology, No18(2): 191-198.

KOJIMA, R. and LAPIERRE, H. 1998. *Potato leafroll virus*. In Europena Handbook of plant Diseases, pp. 23-24. Eds: I. M., SMITH, V., DUNEZ, D. H. PHILIPS, R. A., LELIOT, and S. A. ARCHER. Oxford: Blackwell Scientific publications.

LOEBENSTEIN G. 2001. *Potato leafroll virus.* In Virus and Virus-like Diseases of Potatoes and Production of Seed-Potatoes, pp. 69-75. Eds G LOEBENSTEIN, P H BERGER, A A BRUNT AND R H LAWSON. Amsterdam: Kluwer Academic Publishers.

PEETEN, H. M.G., SHIPPER, E., SHIPPER, J.K. and BAARVELD H.R. 2007. Netherlands catalogue of potato varieties. NIVAP, Den Haag, The Netherlands.

POURRAHIM, R., FARZADFAR, S. and GOLNARAGHI, A. R. 2002. Plant viruses of Iran. Saman Co, Tehran. Iran.

SALAZAR, L. F., QUERCI, M., BARTOLINI, I. and LAZARTE, V. 1995. Aphid transmission of potato spindle tuber viroid assisted by potato leafroll virus. Fitopatologia, No 30: 56-58.

SOLOMON- BLACKBURN, R. M. and BARKER, H. 1993. Resistance to *Potato leafroll luteovirus* can be greatly improved by combining two Independent types of heritable resistance. Annals of Applied Bioligy, No122: 329-336.

SOLOMON-BLACKBURN, R., NIKAN, J. and BARKER, H. 2008, Mechanism of strong resistance to *Potato leafroll virus* infection in a clone of potato (*Solanum tuberosum*). Annals of Applied Biology, No 152: 339–347.

STEVENSON, W. R., LORIA, R., FRANC, G. D. and WEINGARTNER, D. O. 2001. Compendium of potato diseases. St. Paul, Minnesota, USA: APS press. 125 p.

VALKONEN, J .P. T. 1994. Natural genes and mechanism for resistance to viruses in cultivated and wild potato species (Solanumspp.) plant Breeding, No 112: 1-16.

WILSON, C. R. and JONES, R .A. C. 1993. Evaluation of resistance to *Potato leafroll virus* selected potato cultivars under field condition. Australian Journal of Experimental Agriculture, No 33: 83-90.