

## بررسی حساسیت ارقام سیب زمینی به سه گونه قارچ فوزاریوم عامل

### پوسیدگی خشک سیب زمینی در اصفهان

Study on comparative susceptibility of potato cultivars to three *Fusarium* species causing potato dry rot in Isfahan

احمد مرتضوی بک، مهدی نصر اصفهانی و محمدرضا شهبازی

مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان

(تاریخ دریافت: مهر ۱۳۷۹، تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۸۱)

#### چکیده

بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی غده سیب زمینی در انبار، یکی از بیماری‌های مهم قارچی است که در کشور خسارت زیادی به غده‌های سیب زمینی وارد می‌سازد. در سال ۱۳۷۵، حساسیت ۱۶ رقم سیب زمینی به نام‌های الوا (Oleva)، بارکا (Baraka) کوزیما (Cosima)، کیزر (Caesar)، کوریگان (Korrigane)، اریگو (Erigo)، آیدا (Aida)، اطلس (Atlas)، ملیسا (Melissa)، اریجک (Marjke)، تیوا (Tiva)، ساتورنا (Saturna)، دزیره (Desiree)، آریان (Ariane)، فلوا (Flova) و فرگیگت (Fregate) نسبت به سه‌گونه قارچ *Fusarium sambucinum*، *F. solani* و *F. oxysporum* در آزمایشگاه بررسی شد. میانگین‌های شاخص آلودگی ارقام مورد مطالعه به گونه‌های مختلف فوزاریوم با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند. ارقام مورد آزمایش به ترتیب بیشترین و کمترین حساسیت را به *F. sambucinum* و *F. oxysporum* دارا بودند. تحمل ارقام مورد مطالعه نسبت به دو گونه *F. solani* و *F. oxysporum* مستقل نبود. رقم ساتورنا نسبت به هر سه گونه قارچ از تحمل بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار بود.

واژه‌های کلیدی: سیب زمینی، فوزاریوم، پوسیدگی خشک، اصفهان

بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی غده‌های سیب زمینی در انبار توسط گونه‌های زیادی از قارچ فوزاریوم ایجاد می‌شود (Ayers, 1956; Moore, 1945; Theron and Holz, 1989). خسارت این بیماری در انبار از لحاظ اقتصادی قابل توجه است و در مزرعه نیز موجب پوسیدگی بذر در خاک می‌شود (Davis, et al., 2000; Schisfer et al., 1998; Weingather and Hooker, 1997). بیماری‌زایی گونه‌های *F. solani* و *Fusarium sambucinum* (Syn. *sulphurem*)، در انبار نسبت به گونه‌های دیگر از جمله *Fusarium oxysporum* از اهمیت بیشتری برخوردار هستند (Wastie et al., 1989; Secor et al., 1996). در انبارهای فرییدن اصفهان این بیماری حدوداً ۵ درصد خسارت به محصول وارد می‌کند (Nasr Isfahani and Mortazavi Bak, 1995).

ارقام تجاری سیب زمینی درجات مختلفی از حساسیت را به این بیماری نشان می‌دهند (Theron and Holz, 1987; Wastie and Bradshaw, 1993) در مطالعه‌ای که توسط پلات (Platt, 1992) در کانادا روی پروژنی غده‌های بذری با منشاء کلون‌های بومی و کشت بافت با مایه زنی *F. solani* و *F. sambucinum* انجام گرفت، تفاوت معنی‌داری بین این دو گونه از نظر شدت بیماری در ارقام مختلف مشاهده و ارقام کنبک (Kennebec)، روزت باربنک (Russet Burbank) و سباگو (Sebago) به ترتیب متحمل تر از سایر ارقام بودند. همچنین در مطالعه دیگری که توسط وستی و بردشا (Wastie and Bradshaw, 1993) روی بیست پروژنی از هفت والد نسبت به *F. solani* و *F. sambucinum* طی دو سال متوالی انجام گرفت، حساسیت‌های متفاوتی در عکس‌العمل به این گونه‌ها در ارقام ملاحظه گردید. در بررسی‌های ترن و هولز (Theron and Holz, 1987) نیز که در افریقای جنوبی انجام شد ارقام نسبت به *F. solani* عکس‌العمل متفاوت داشته‌اند.

در مطالعه دیگری که روی غده‌های تولید شده از گیاهچه‌های بیست و دو پروژنی از تلاقی هفت والد انجام شد، سطوح مختلف مقاومت به *F. solani* و *F. sambucinum* مشاهده گردید و مشخص شد که تفاوت بین ارقام نسبت به *F. solani* مطلقاً بستگی به قابلیت ترکیب پذیری عمومی (GCA) والدین دارد، ولی در ارتباط با *F. sambucinum* تفاوت‌ها ضعیف و چندان روشن نبود که نشان دهنده مکانیزم‌های متفاوت اعمال شده توسط ارقام نسبت به این دو گونه می‌باشد (Moore, 1945). در تحقیقات اخیر در بررسی عکس‌العمل غده‌های ارقام زراعی در

سیب‌زمینی مشاهده گردیده است که ارقام رنکا (Ranka) و دزیره حساس‌ترین وهیبرید S7-9-1K/20 مقاوم‌ترین ژنوتیپ به گونه‌های فوزاریوم می‌باشند (Tamburic-Illincici, 1996). هدف از این آزمایش، بررسی حساسیت ۱۶ رقم سیب‌زمینی تجاری به سه گونه عامل بیماری پوسیدگی خشک فوزاریومی به‌نام‌های *F. sambucinum*، *F. solani* و *F. oxysporum* جهت به کارگیری منابع درمقاومت اصلاح ارقام مناسب بود.

### روش بررسی

در این بررسی شانزده رقم سیب‌زمینی به نام‌های الو، باراکا، کوزیما، کیزر، کوریگان، اریکو، آیدا، اطلس، ملیسا، ماریجک، تیوا، ساتورنا، دزیره، آریان، فلوا و فرگیت که هرساله در شرایط یکسان در فریدن اصفهان کشت می‌شدند. بعد از برداشت در شرایط مناسب انبار در دمای ۱۰-۶ درجه سانتی‌گراد در منطقه حفظ شدند.

جدایه‌های *F. oxysporum* و *F. solani*، *F. sambucinum* که قبلاً از منطقه فریدن جدا گردیده و توسط مؤسسه تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی شناسایی و بیماری‌زائی آنها اثبات گردیده بود به رقم کوزیما مایه‌زنی شد. بدین منظور غده‌های سالم مورد نظر شسته شدند، پس از خشک شدن غده‌ها حفره‌هایی در قسمت طولی غده‌ها توسط چوب پنبه سوراخ کن به قطر ۵ و عمق ۱۰ میلی‌متر ایجاد شد و جدایه‌های ذکر شده مایه‌زنی شدند. پس از فعال شدن جدایه‌ها و اطمینان از بیماری‌زائی مجدد آنها، قسمت‌های فعال نقاط آلوده روی محیط کشت حاوی عصاره سیب‌زمینی، دکستروز و آگار (PDA) منتقل گردیدند. سپس محیط‌های کشت ایجاد شده در انکوباتور در دمای  $25 \pm 2$  درجه سانتی‌گراد به مدت ده روز قرار داده شدند.

غده‌های ارقام سیب‌زمینی از انبار به آزمایشگاه منتقل شدند. سپس ۵ غده از هر رقم که دارای اندازه و شکل تقریباً مساوی و ظاهراً عاری از هرگونه آلودگی بودند انتخاب گردیدند. غده‌های انتخاب شده با آب معمولی شسته و پس از خشک شدن توسط محلول ۱۰ درصد وایتکس (هیپوکلریت سدیم) ضدعفونی گردیدند. سپس غده‌های ضدعفونی شده با آب مقطر استریل مورد شستشو قرار گرفتند. برای خشک شدن، غده‌ها به مدت یک شب در آزمایشگاه قرار داده شدند. در قسمت طولی غده‌ها توسط چوب پنبه سوراخ کن حفره‌هایی به قطر ۵ و عمق ۱۰ میلی‌متر ایجاد شد. برای مایه‌زنی غده‌ها، محیط کشت هرگونه (قارچ + PDA) به نسبت ۱:۱

به ماسه سترون مخلوط و سپس پنج عدد غده از هر رقم بطور جداگانه مایه زنی گردید. غده‌ها برحسب رقم و گونه مایه‌زنی شده بطور جداگانه در سبدهای پلاستیکی همراه با مشخصات مربوطه در شرایط دمای حدود ۱۰ درجه سانتی‌گراد و رطوبت ۸۰ درصد در اتاق‌های حرارت ثابت بدون نور به مدت دو ماه قرار گرفتند.

ارزیابی میزان آلودگی و روند بیماری در اثر هریک از گونه‌های مایه زنی شده، با بریدن غده‌های مورد آزمون بصورت طولی از وسط حفره‌های ایجاد شده انجام گردید. مقدار بافتی از غده‌ها که در معرض قارچ قرار گرفته بود و از لبه پیشرفت بیماری، قارچ مورد آزمون جدا می‌گردید تخمین زده شد (Wastie and Bradshaw, 1993, 1995) و به مقادیر کمی تبدیل شد. برای تعیین شدت بیماری در درون غده‌ها از روش استاندارد معمول که در شش شاخص متمایز  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$  و ۰ می‌باشد استفاده گردید. در اینجا عدد صفر یعنی هیچ گونه آلودگی در درون بافت غده توسعه نیافته است و بترتیب تا شاخص  $\frac{1}{2}$  که بیماری بیش از نیمی از غده را فرار گرفته است توصیف می‌گردد. لذا تعداد غده در هریک از ۶ کلاس آلودگی ( $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}$  و ۰) به ترتیب در اعداد ۲۴، ۱۲، ۶، ۳، ۱ و ۰ ضرب و حاصل آنها جمع گردید، سپس حاصل جمع بدست آمده بر عدد ۵ (تعداد غده‌های مورد آزمایش) تقسیم شد. بدین ترتیب حداقل و حداکثر مقدار کمی حاصل به ترتیب ۲۴ و ۰ بدست آمد. عدد حاصل برای هر رقم تحت تأثیر هریک از گونه‌های قارچ فوزاریوم به عنوان شاخص آلودگی آن رقم در نظر گرفته شد. به پائین‌ترین و بالاترین شاخص آلودگی هر رقم تحت تأثیر هرگونه قارچ به ترتیب رتبه ۱ الی ۱۶ داده شد. میانگین و انحراف معیار شاخص بدست آمده تمامی ارقام تحت تأثیر هرگونه قارچ محاسبه گردید. میانگین‌ها با آزمون t مقایسه گردیدند. ضرایب همبستگی پیرسون (Pearson) بین رتبه‌های اختصاص داده شده برای کلیه ارقام برای هر دو گونه قارچ توسط نرم‌افزار SAS محاسبه گردیدند. شاخص‌های آلودگی محاسبه شده برای ارقام مختلف تحت تأثیر گونه‌های مختلف فوزاریوم توسط نرم‌افزار SPSS به روش متوسط فاصله (Average linkage) مورد تجزیه کلاستر (Cluster analysis) قرار گرفت و دندروگرام مربوطه رسم گردید.

## نتیجه و بحث

شاخص آلودگی، رتبه اختصاصی برای هر رقم تحت تأثیر هر گونه قارچ و میانگین و انحراف معیار شاخص های آلودگی ارقام تحت تأثیر هر گونه قارچ در جدول ۱ نشان داده شده است.

رقم الوا با شاخص آلودگی ۷/۴۰ و رتبه ۱۶ و رقم فرگیت با شاخص آلودگی ۰/۳۰ و رتبه ۱ به ترتیب حساس ترین و متحمل ترین ارقام نسبت به *F. oxysporum* بودند. رقم اطلس با شاخص آلودگی ۱۳/۳ و رتبه ۱۶ و رقم فرگیت با شاخص آلودگی ۲/۶۰ و رتبه ۱ به ترتیب جدول ۱، شاخص آلودگی، رتبه، میانگین و انحراف معیار ارقام سیب زمینی نسبت به سه گونه قارچ عامل پوسیدگی خشک فوزاریومی.

Table 1, Infection index, rank, mean and standard deviation of potato cultivars to three *Fusarium* species. causing potato dry rot.

رقم Cultivar	گونه قارچ Fungi species					
	<i>F. sambucinum</i>		<i>F. solani</i>		<i>F. oxysporum</i>	
	رتبه Rank	شاخص آلودگی Infection Index	رتبه Rank	شاخص آلودگی Infection Index	رتبه Rank	شاخص آلودگی Infection Index
Oleva	15	16.20	9	7.50	16	7.40
Baraka	9	13.50	15	11.80	15	6.30
Cosima	4	10.60	7	5.75	14	4.00
Caesar	14	15.90	5	3.30	13	3.90
Korrigane	5	11.85	14	11.6	12	3.55
Erigo	6	12.00	8	6.10	11	3.30
Aida	8	13.30	11	9.9	10	2.28
Atlas	7	12.70	16	13.3	9	2.30
Melissa	16	16.80	13	11.30	8	2.10
Marijke	13	15.50	12	10.40	7	1.20
Tiva	11	15.10	6	5.20	6	1.10
Saturna	1	2.70	4	3.00	5	0.95
Desiree	3	8.80	10	8.70	4	0.90
Ariane	2	8.70	3	2.90	3	0.80
Folva	12	15.30	2	2.70	2	0.40
Fregate	10	14.40	1	2.60	1	0.30
		2.57± 0.5214		12.70± 0.913		7.25± 0.945
	انحراف معیار ± میانگین Mean ± SD					



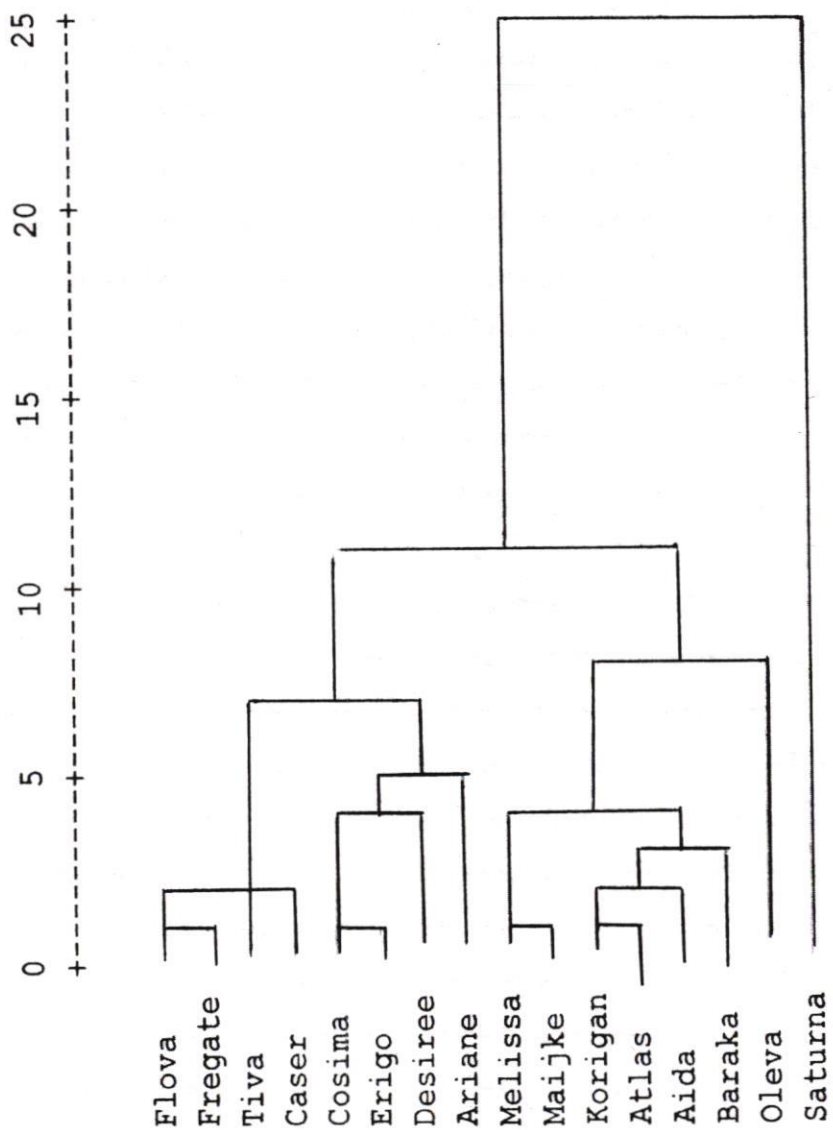
حساس‌ترین و متحمل‌ترین ارقام نسبت به *F. solani* بودند. رقم ملیسا با شاخص آلودگی ۱۶/۸ و رتبه ۱۶ و رقم ساتورنا با شاخص آلودگی ۲/۷۰ و رتبه ۱ به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ارقام نسبت به *F. sambucinum* در بین ارقام مورد مطالعه بودند (جدول ۱). در این ارتباط گفته شده ارقام سیب زمینی دارای درجات مختلفی از مقاومت به گونه‌های قارچ فوزاریوم می‌باشند (Ayers, 1956; Jellis, 1975; Wastie et al., 1989). برای مثال در آزمایش‌هایی که طی سال‌های ۱۹۷۳ تا ۱۹۷۷ توسط لیچ و وب (Leach and Webb, 1981) انجام شد، مقاومت ۱۳ رقم و ۲۴۷ کلون اصلاحی سیب‌زمینی نسبت به *F. sambucinum* مورد ارزیابی قرار گرفت و در نتیجه درجات متفاوتی از مقاومت مشاهده گردید و تنها کلون B7200-33 ایمن بود. همچنین در مطالعه‌ای که طی چهار سال توسط آیرز (Ayers 1956) روی ۲۴ رقم سیب‌زمینی انجام گرفت ارقام سباگو و میری ماک (Merrimack) به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ارقام نسبت به *F. sambucinum* بودند. در مطالعه‌ای عکس‌العمل ۱۶ رقم سیب‌زمینی به *F. solani* مورد آزمایش قرار گرفت و در نتیجه رقم دانبار (Dunbar) با میانگین آلودگی ۸۱ درصد و رقم ساتونز (Sutton's) با میانگین آلودگی ۱۶/۸ درصد به ترتیب حساس‌ترین و متحمل‌ترین ارقام بودند (Jellis, 1975).

میانگین شاخص آلودگی ارقام تحت تأثیر *F. sambucinum* و *F. solani* و *F. oxysporum* به ترتیب ۲/۵۷ و ۷/۲۵ و ۱۲/۷۰ بود (جدول ۱). در همین ارتباط گفته شده خسارت *F. oxysporum* نسبت به خسارت *F. solani* و *F. sambucinum* در انبار کمتر است (Secor et al., 1996; Weingather and Hooker, 1997). اختلاف بین میانگین شاخص آلودگی ارقام تحت تأثیر قارچ *F. sambucinum* نسبت به قارچ *F. solani* در سطح احتمال ۱ درصد (\*\* $t_c=16/8$ ) معنی‌دار بود. بنابراین با توجه به معنی‌دار بودن اختلاف بیماری‌زایی گونه‌های مختلف فوزاریوم روی غده‌های ارقام مختلف می‌توان نتیجه گرفت که گونه *F. sambucinum* نسبت به دو گونه دیگر و گونه *F. solani* نسبت به گونه *F. oxysporum* بطور معنی‌داری از شدت بیماری‌زایی بیشتر برخوردار است. در مطالعه‌ای که توسط وستی و همکاران (Wastie et al., 1989) روی ۱۶ رقم سیب‌زمینی با دو گونه قارچ *F. sambucinum* و *F. solani* صورت گرفت گونه *F. sambucinum* بطور معنی‌داری از شدت بیماری‌زایی بیشتری برخوردار بود.

ضرایب همبستگی بین رتبه‌های اختصاصی به ارقام مختلف تحت تأثیر قارچ‌های *F. sambucinum*, *F. solani* و *F. oxysporum* ( $r=0/10^{ns}$ ) و *F. sambucinum* با *F. oxysporum* ( $r=0/20^{ns}$ ) معنی‌دار نبودند که عدم ارتباط بین *F. sambucinum* با دو گونه دیگر براساس رتبه‌های اختصاصی به ارقام مختلف را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر می‌توان اظهار نمود که ارتباط معنی‌دار بین تحمل یا حساسیت ارقام مورد مطالعه تحت تأثیر *F. sambucinum* با *F. solani* و همچنین *F. sambucinum* با *F. oxysporum* وجود ندارد و مقاومت به هر یک از دو گونه قارچ ذکر شده مستقل است که با نتایج وستی و همکاران (Wastie et al., 1989) و کورزینی و پاوک (Corsini and Pavak, 1986) تطابق دارد و این درحالی است که توسط لیچ و وب (Leach and Web, 1981) نشان داده شد از بین ۱۲۳ کلون و رقم مورد مطالعه، تنها کلن B7200-33 به هر دو گونه *F. solani* و *F. sambucinum* مقاومت بالایی دارد. ضریب همبستگی بین رتبه‌های اختصاصی به ارقام مختلف تحت تأثیر *F. solani* با *F. oxysporum* ( $r=0/054^*$ ) در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار بود. که نشان دهنده این است که مقاومت نسبت به دو گونه قارچ وابسته است و بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که اگر رقمی در بین ارقام مورد مطالعه به *F. solani* تحمل یا حساسیت نشان داد به *F. oxysporum* نیز چنین عکس‌العملی را نشان خواهد داد.

دندروگرام گروه بندی ارقام سیب زمینی مورد مطالعه با ترکیب شاخص آلودگی به سه گونه قارچ فوزاریوم در شکل ۱ نشان داده شده است. مناسب‌ترین برش در ناحیه‌ای است که بیشترین دامنه تشابه دیده می‌شود. برای این اساس ارقام کیزر، تیوا، فلوا و فرگیت در یک گروه، ارقام کوزیما، اریگو، دزیره و آریان در یک گروه، ارقام باراکا، آیدا، اطلس، کوریگان، ماریجک و ملیسا در یک گروه و رقم الو که حساس‌ترین رقم است در یک گروه و رقم ساتورنا که یکی از ارقام مقاوم این بررسی به شمار می‌آید در یک گروه مجزا قرار می‌گیرد.

به عنوان نتیجه نهایی، در این بررسی نشان داده شده است که میانگین‌های شاخص آلودگی ارقام مورد مطالعه نسبت به گونه‌های مختلف فوزاریوم نسبت به یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشته و ارقام مورد آزمایش بیشترین و کمترین حساسیت را به *F. sambucinum* و *F. oxysporum* دارا بودند. همچنین با مطالعه ضرایب همبستگی نشان داده شد که تحمل ارقام مورد مطالعه نسبت به دو گونه *F. solani* و *F. oxysporum* مستقل نبوده و وابسته است و



شکل ۱، دندروگرام ارقام سیب‌زمینی مورد مطالعه برای حساسیت به گونه‌های فوزاریوم.

Fig. 1, Denderogram of potato cultivars studied for susceptibilty to *Fusarium* spp.



به‌علاوه با رسم دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر مشخص گردید که رقم ساتورنا نسبت به هر سه گونه فارچ از تحمل بیشتری نسبت به سایر ارقام برخوردار است.

---

نشانی نگارنده: مهندس احمد مرتضوی بک، دکتر مهدی نصر اصفهانی و مهندس محمدرضا شهبواری، بخش تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی، مرکز تحقیقات کشاورزی اصفهان.