

تکرارپذیری روش مایه‌زنی سرشاخه و حساسیت به آتشک در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب

## Reliability of Shoot-Tip-Inoculation Method and Relative Resistance to Fireblight in some Cultivars and Genotypes of Apple

نرگس گرجی‌زاده<sup>۱</sup>، منصوره کشاورزی<sup>۲</sup>، سیما دامیار<sup>۳</sup> و مهدی نعیمی<sup>۴</sup>

۱ و ۴- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد مغان، دانشکده

کشاورزی، گروه باغبانی، دامغان

۲ و ۳- به ترتیب استادیار و کارشناس، مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۶/۱۹

### چکیده

گرجی‌زاده، ن.، کشاورزی، م.، دامیار، س. و نعیمی، م. ۱۳۹۴. تکرارپذیری روش مایه‌زنی سرشاخه و حساسیت به آتشک در برخی ارقام و ژنوتیپ‌های سیب. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۱: ۶۴۰-۶۲۹. [10.22092/spij.2017.111280](https://doi.org/10.22092/spij.2017.111280)

بیماری آتشک با عامل باکتریایی *Erwinia amylovora* از مهم‌ترین بیماری‌های سیب در سراسر جهان است. در این تحقیق، مقاومت ۳۰ رقم و ژنوتیپ برتر داخلی و وارداتی سیب به بیماری آتشک با روش مایه‌زنی سرشاخه در گلخانه و تکرارپذیری این روش طی دو سال انجام آزمایش (۱۳۹۰ و ۱۳۹۱) مورد مطالعه قرار گرفت. مایه تلقیح مخلوط سوسپانسیون چهار سویه باکتری عامل بیماری شامل E4، En، Ek و EO1 با منشا کردستان، البرز، خراسان و آذربایجان غربی بود. براساس نتایج، ارقام و ژنوتیپ‌ها سطوح مقاومت متفاوتی به بیماری آتشک نشان دادند. در هر دو سال، ژنوتیپ بشقابی حساس‌ترین و ارقام فردوس و دلشز ماری مقاوم‌ترین بودند. داده‌های میانگین شدت بلایت سال اول با داده‌های سال دوم ارتباط مستقیم معنی‌دار داشت که مبین دقت نسبی ( $R = 0.54$ ) روش مایه‌زنی سرشاخه در ارزیابی مقاومت به آتشک بود. در مجموع، ۶/۷٪ ژنوتیپ‌های ایرانی بسیار حساس، ۴۶/۷٪ حساس، ۲۶/۷٪ نسبتاً حساس، ۱۳٪ نسبتاً مقاوم و ۶/۷٪ مقاوم بودند که مبین حساسیت بالای ژرم‌پلاسما بومی سیب ایران به این بیماری است.

واژه‌های کلیدی: سیب، آتشک، *Erwinia amylovora*، مقاومت، ژنوتیپ.

## مقدمه

آنتی‌بیوتیک‌هایی مانند استرپتومایسین است (van der Zwet and Keil, 1979). با این وجود، همانند سایر بیماری‌های باکتریایی، حذف کامل این بیماری با روش‌های زراعی و شیمیایی میسر نیست و تاکنون هیچ روش مبارزه قاطع و سم اختصاصی برای کنترل آن یافت نشده است (van der Zwet and Keil, 1979؛ Paulin and Lespinasse, 1987؛ Thomas and Jones, 1992). اکثر ارقام و پایه‌های تجاری سیب که اخیراً به‌خصوص در باغات متراکم گسترش یافته‌اند، حساسیت بالایی به آتشک دارند (Steiner, 2000؛ Stockwell *et al.*, 1998). با توجه به وجود سطوح مختلف مقاومت به آتشک در بین ارقام و گونه‌های مختلف Malus، تاکنون برنامه‌های متعددی برای اصلاح این محصول برای مقاومت به آتشک با کمک روش‌های سنتی و مولکولی انجام شده است (Toth *et al.*, 2006؛ Aldwinckle and van der Zwet, 1979؛ Lespinasse and Aldwinckle, 2000؛ Luby *et al.*, 2002؛ Sansavini *et al.*, 2005؛ Fischer and Richter, 1993؛ Baumgartner *et al.*, 2012؛ Fisher and Fisher, 1999؛ Kellerhals *et al.*, 2014). در ایران، برای اولین بار، معروفی و مصطفوی (Maroofi and Mostafavi, 1995) به بررسی مقاومت ارقام مختلف سیب به آتشک پرداختند

بیماری آتشک یکی از جدی‌ترین بیماری‌های باکتریایی در گیاهان خانواده Rosaceae است (van der Zwet and Keil, 1979؛ van der Zwet and Beer, 1995؛ Sobiczewski *et al.*, 1996) است که می‌تواند خسارت شدیدی به گیاهان این خانواده از جمله سیب (Cooley *et al.*, 2008) وارد کند. این بیماری در ایران برای اولین بار در بهار سال ۱۳۶۸ در درختان گلابی منطقه برغان کرج مشاهده (Zakeri and Sharifnabi, 1991) و سپس شیوع گسترده آن از آذربایجان غربی و قزوین گزارش شد (Mazarei *et al.*, 1993). از آن پس به تدریج باغات مناطق مختلف استان تهران، قزوین، آذربایجان شرقی، زنجان، کردستان، خراسان، فارس، سمنان و گیلان آلوده شدند (Hassanzade and Keshavarzi, 2007). تا سال ۱۳۹۲ این بیماری برای استان‌های چهار محال و بختیاری، یزد، کرمان، کهگیلویه و بویراحمد، خراسان جنوبی، خوزستان، اصفهان (به‌جز مناطق الوده) و فارس (به‌جز مناطق الوده)، قرنطینه بود.

راهکارهای مدیریت آتشک شامل رعایت بهداشت باغ در فصول خواب و رشد، کاهش مایه تلقیح زمستانگذران با حذف کامل سرشاخه‌های آلوده، محلول‌پاشی کامل درختان در اوایل فصل رشد و دوره شکوفه‌دهی با ترکیبات مسی و

به عدم گیرایی برخی پیوندها و یا مرگ برخی ارقام و ژنوتیپ‌ها، تعداد ارقام مورد مطالعه در سال اول ۲۳، سال دوم ۲۲ و ارقام مشترک در هر دو سال ۱۳ رقم بود. پیوندک این مواد از کلکسیون سیب بومی واقع در ایستگاه کمال‌شهر تهیه، در تابستان سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در نهالستان روی پایه‌های بذری (بذر رقم لبنانی) پیوند شد، در زمستان ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ به گل‌دان و گلخانه منتقل و در بهار ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در شرایط گلخانه‌ای ارزیابی شدند.

سویه‌های باکتری *Erwinia amylovora* مورد استفاده برای تهیه مایه تلقیح قبلاً از نمونه‌های برگ و میوه آلوده درختان سیب از استان‌های البرز (سویه Ek از کرج)، خراسان (سویه En از نیشابور)، کردستان (سویه E4 از سنندج) و آذربایجان غربی (سویه EO1 از ارومیه) جداسازی و شناسایی شده بودند (Maleki Balajoo et al., 2011). از کشت سه روزه سویه‌ها در محیط آگار مغذی نگهداری شده در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  استفاده شد. غلظت سوسپانسیون هر سویه توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر روی  $0.2$  (معادل  $10^8 \text{ cfuml}^{-1}$ ) تنظیم شد (Baysal and Zeller, 2004) و حجم مساوی از آن‌ها با هم مخلوط و به عنوان مایه تلقیح به کار برده شد.

ارزیابی مقاومت در دو سال متوالی و با روش مایه‌زنی سرشاخه در شرایط گلخانه‌ای (رطوبت بالای ۷۰٪ و دمای ۲۵-۳۰ درجه

و با ارزیابی ۵۲ رقم داخلی و خارجی، ۸ رقم را مقاوم تشخیص دادند. سپس داوودی (Dawodi, 1998) در ارزیابی ۱۵۰ رقم داخلی و وارداتی سیب نشان دادند که ۳۰٪ بسیار حساس، ۲۷٪ حساس، ۱۵٪ نیمه حساس، ۱۱٪ نیمه مقاوم و ۲۳٪ مقاوم بودند. اکثر ارقام مقاوم در دو بررسی فوق، خارجی بودند. ملکی بالاجو و همکاران (Maleki Balajoo et al., 2011) با ارزیابی ۶۰ رقم سیب محلی نشان دادند که ۵٪ ارقام شامل موروتی، قرمز تابستانه و سفید و قرمز مقاوم، ۱۷٪ نسبتاً مقاوم، ۱۸٪ نسبتاً حساس، ۲۸٪ حساس و ۳۲٪ بسیار حساس بودند. در این تحقیق، حساسیت نسبی ۳۰ ژنوتیپ امیدبخش داخلی در کنار برخی ارقام تجاری وارداتی به بیماری آتشک مورد ارزیابی قرار گرفت.

### مواد و روش‌ها

در مجموع، ۳۰ رقم و ژنوتیپ سیب شامل ۱۵ ژنوتیپ برتر داخلی و ۱۳ رقم تجاری وارداتی با منشأ کشورهای روسیه، ایتالیا، ایالات متحده آمریکا و سوئیس که وضعیت مقاومت آن‌ها به آتشک نامعلوم بود در کنار دو رقم شاهد تجاری گل‌دان ارنج و گل‌دان دل‌شیر مورد بررسی قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های ایرانی مورد ارزیابی، ژنوتیپ‌هایی هستند که بر اساس نتایج پروژه‌های تحقیقاتی موسسه تحقیقات علوم باغبانی، دارای صفات ممتاز از نظر عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه هستند. با توجه

طی هفت روز به برگ‌ها گسترش یافت و طی دوازده روز، سرشاخه‌ها سیاه و سرعصایی شده و تا ۳۵ روز پس از مایه‌زنی کاملاً خشک شدند. در ارقام مقاوم، روند فوق با سرعت بسیار کم‌تری پیش رفت و بلایت به نوک شاخه محدود مانده یا اصولاً ایجاد نشد.

روش ارزیابی مورد استفاده در این تحقیق، آلوده‌سازی مصنوعی سرشاخه‌های در حال رشد نهال‌های جوان در گلخانه بود که روش معمول ارزیابی مقاومت به آتشک در بسیاری از تحقیقات است (Aldwinckle *et al.*, 1999؛ Sobiczewski *et al.*, 2004؛ Kasa *et al.*, 2001). مایه‌زنی مصنوعی گیاه با مایه تلقیح مشخص، تاثیر عواملی همچون تنوع و غلظت استرین باکتری که در شرایط طبیعی وجود دارد، بر واکنش ارقام را از بین می‌برد (Aldwinckle and van der Zwet, 1979).

نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها در سال‌های اول و دوم ارزیابی نشان داد که شدت بلایت در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود ( $P \leq 0.01$ ) که نشان‌دهنده تفاوت سطوح مقاومت آن‌ها به بیماری آتشک است. وجود چنین تنوعی در واکنش ارقام مختلف سیب به بیماری آتشک در سایر تحقیقات روی ارقام خارجی (Bonn and Elfving, 1990؛ James *et al.*, 2002؛ Fischer, 2000؛ Pauline and Le lezec, 1987؛ van der Zwet *et al.*, 2012؛ Gassmann *et al.*, 2014) و ارقام داخلی

سانتی‌گراد) انجام شد. بدین منظور، مایه تلقیح توسط سرنگ انسولین به نوک شاخه‌های جوان با طول تقریبی ۲۰-۳۰ سانتی‌متر مایه‌زنی شد. سی و پنج روز بعد از مایه‌زنی، شدت بلایت بر اساس نسبت طول بافت مرده به طول شاخه مایه‌زنی شده ( $\times 100$ )، با احتساب کلیه شاخه‌های مایه‌زنی شده، اندازه‌گیری شد (Le Lezec and Paulin, 1984) و سپس ارقام/ژنوتیپ‌ها بر حسب شدت بلایت (۱۰۰-۰) و واکنش آن‌ها با استفاده از روش گروه‌بندی پنج‌گانه (LeLezec *et al.*, 1997) در گروه‌های مقاوم تا بسیار حساس (۵-۱) رتبه‌بندی شدند (شدت بلایت ۲۰-۰٪: گروه مقاوم؛ ۴۰-۲۰٪: گروه نیمه مقاوم؛ ۶۰-۴۰٪: گروه نیمه حساس؛ ۸۰-۶۰٪: گروه بسیار حساس و ۱۰۰-۸۰٪: گروه بسیار حساس). آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با شش تکرار (هر یک حاوی یک نهال) و سه واحد آزمایشی (شاخه) انجام شد. میانگین داده‌ها بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار SAS مقایسه شد.

## نتایج و بحث

اسامی و محل جمع‌آوری ارقام و ژنوتیپ‌های سیب مورد بررسی در جدول ۱ نشان داده شده است.

نتایج بررسی علائم بیماری نشان داد که در طی ۱-۲ روز پس از مایه‌زنی، افتادگی خفیف سرشاخه‌ها در ارقام حساس ظاهر شد. بلایت

جدول ۱- اسامی و محل جمع‌آوری ارقام و ژنوتیپ‌های سیب ارزیابی شده برای مقاومت به بیماری آتشک

Table 1. List and origin of apple genotypes and cultivars used for fireblight resistance assay

ژنوتیپ‌های ایرانی (محل جمع‌آوری) (Iranian genotypes (source))			
Ghareyarpagh (East Azarbijan)	قره یارپاق (آذربایجان شرقی)	Manuchehri (Malyer)	منوچهری (ملایر)
Torkaman (Urmie)	ترکمان (ارومیه)	Soltani (Isfahan)	سلطانی (اصفهان)
No 6 (Malayer)	شماره ۶ (ملایر)	Golab, paizeh (Chalus)	گلاب پائیزه (جاده چالوس)
Rumina (Chalus)	رومینا (جاده چالوس)	Khanalmasi (Urmie)	خان الماسی (ارومیه)
Boshghabi (Taleghan)	بشقابی (طالقان)	Ferdovs (Shahriar)	فردوس (شهریار)
No 5 (Malayer)	شماره ۵ (ملایر)	Ahmadkhani	احمدخانی
Aroos (Mashhad)	عروس (مشهد)	Kazemkhani	کاظم خانی
Moro (Chalus)	مورو (جاده چالوس)		
ارقام خارجی (کشور اصلاح کننده) (Introduced cultivars (breeding country))			
Forum 2 (Russia)	فرم ۲ (روسیه)	Super stayman	سوپراستیمن
Morgen daft (Russia)	مورگن دافت (روسیه)	Red love (Switzerland)	ردلاو (سوئیس)
Dalayo (Russia)	دالایو (روس)	Summer free (Italy)	سامر فری (ایتالیا)
Pomite yesealo (Russia)	پومیت یسانلو (روس)	Delicious spore	دلشیز اسپور
Pomite persico (Russia)	پومیت پرسیکو (روس)	Jonagold (USA)	جونانگلد (ایالات متحده)
Pomite sergeo (Russia)	پومیت سرگیو (روس)	Golden orange (Italy)	گلدن ارنج (ایتالیا)
Fuji rosa	فوجی رزا (روس)	Golden delicious (USA)	گلدن دلشیز (ایالات متحده)
Alnush (Russia)	آلنوش		

عروس مشهد مقاوم تشخیص داده شدند (جدول‌های ۲ و ۳). ارقام گلدن ارنج و گلدن دلشیز در این تحقیق مقاوم و نیمه مقاوم رده‌بندی شدند که مطابق گزارش‌های موجود است (Sansavini *et al.*, 2005; Zeller, 1983).

در سال دوم آزمایش، در مجموع ارقام/ژنوتیپ‌ها، کاظم خانی حساس‌ترین و مورگن دافت مقاوم‌ترین و در بین ژنوتیپ‌های

(Maroofi and Mostafavi, 1995)؛ Maleki Balajoo *et al.*, 2011؛ Dawoodi, 1998) نیز گزارش شده است.

بر اساس نتایج ارزیابی سال اول، در مجموع ارقام و ژنوتیپ‌های ایرانی و وارداتی، رقم ردلاو حساس‌ترین و ژنوتیپ عروس مشهد مقاوم‌ترین و در بین ژنوتیپ‌های ایرانی، بشقابی و مورو حساس، منوچهری و نیمه حساس، فردوس و سلطانی نیمه مقاوم و

جدول ۲- میانگین شدت بلایت در ارقام/ژنوتیپ‌های مختلف سیب در دو سال  
Table 2. Mean fireblight severity in apple cultivars/ genotypes in two-years

Cul/genotype	رقم ژنوتیپ	2011	سال ۱۳۹۰	2012	سال ۱۳۹۱	Two years	مجموع دو سال
		شدت بلایت <sup>۱</sup> و <sup>۲</sup> Blight severity	واکنش <sup>۳</sup> Reaction	شدت بلایت Blight severity	واکنش Reaction	شدت بلایت Blight severity	واکنش Reaction
Red love	ردلاو	73.19a	S	-	-	-	-
Pomite persico	پومیت پرسیکو	71.66a	S	64.80abc	S	68.23ab	S
Boshghabi	بشقابی	62.69ab	S	95.56a	HS	79.13a	S
Pomite sergeo	پومیت سرگیو	60.62ab	S	93.50a	HS	77.06a	S
Moro	مورو	62.21ab	S	68.60abc	S	65.41ab	S
Supersatyman	سوپراسیمن	61.83ab	S	75.73ab	S	68.78ab	S
Summer free	سامرفری	58.89ab	MS	-	-	-	-
Fuji rosa	فوجی رزا	58.57ab	MS	50.00bc	MS	54.29ab	MS
Manuchehri	منوچهری	53.10ab	MS	-	-	-	-
Morgen dafth	مورگن دافت	48.90abc	MS	36.70c	MR	42.8ab	MS
Alnush	النوش	43.82abcde	MS	65.41abc	S	54.62ab	MS
Dalayo	دالایو	40.62abcde	MS	66.70abc	S	53.66ab	MS
Ferdovs	فردوس	38.00abcde	MR	38.03c	MR	38.02b	MR
Red early	ردارلی	37.51abcde	MR	-	-	-	-
Forum 2	فرم ۲	33.995bcde	MR	76.63ab	S	55.31ab	MS
Golden delicious	گلدن دلشز	29.99bcde	MR	-	-	-	-
Delicious spore	دلشز اسپور	29.45bcde	MR	-	-	-	-
Delicious mari	دلشز ماری	27.63bcde	MR	41.24c	MS	34.42b	MR
Soltani	سلطانی	27.36bcde	MR	-	-	-	-
Pomite yesealo	پومیت یسائلو	13.23cde	R	71.45abc	S	42.34b	MS
Golden orange	گلدن ارنج	12.88cde	R	-	-	-	-
Jonagold	جوناکلد	11.09de	R	-	-	-	-
Aroos	عروس مشهد	7.03e	R	-	-	-	-
Kazemkhani	کاظم خانی	-	-	95.90a	HS	-	-
Golab	گلاب پائیزه	-	-	78.45abc	S	-	-
Ahmadkhani	احمد خانی	-	-	75.76abc	S	-	-
No 5	شماره ۵	-	-	71.10abc	S	-	-
Torkaman	ترکمان	-	-	65.98abc	S	-	-
Khanalmasi	خان الماسی	-	-	64.98abc	S	-	-
No 6	شماره ۶	-	-	56.78abc	MS	-	-
Rumina	رومینا	-	-	44.80c	MS	-	-
Ghareyarpagh	قره یارپاق	-	-	42.14c	MS	-	-

۱: شدت بلایت بر اساس نسبت طول نکروز به طول شاخه مایه‌زنی شده (×۱۰۰) اندازه‌گیری شد، ۲: اعدادی که با حروف متفاوت دنبال شده‌اند از نظر آماری تفاوت معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) دارند، ۳: بر اساس مقیاس پنج‌گانه لی لکزک و همکاران (۱۹۹۷): HS: بسیار حساس؛ S: حساس؛ MS: نسبتاً حساس؛ MR: نسبتاً مقاوم؛ R: مقاوم؛ -: انجام نشد.

1: Fireblight severity was determined based on length of necrosis to length of inoculated shoots (x100); 2: Data followed with different letters are significantly different at %1 probability level; 3: Based on Le Lezec *et al.*, (1997) scale: HS: highly susceptible; S: susceptible; MS: moderately susceptible; MR: moderately resistant; R: resistant; -: not done.

ایرانی، کاظم‌خانی و بشقابی بسیار حساس، مورو، گلاب پائیزه، احمدخانی، شماره ۵، ترکمان و خان الماسی حساس، شماره ۶، رومینا و قره یارپاق نیمه حساس و فردوس نیمه مقاوم تشخیص داده شدند (جدول‌های ۲ و ۳). نتایج تجزیه مرکب داده‌های سیزده رقم و ژنوتیپ مشترک در دو سال نشان داد که در مجموع ارقام و ژنوتیپ‌ها، بشقابی حساس‌ترین و

جدول ۳- واکنش برخی ارقام و ژنوتیپ‌های مشترک سیب در سال‌های اول و دوم  
Table 3. Response of some common apple cultivars and genotypes in the first and second years

Cultivar/genotype	رقم/ژنوتیپ	2011	2012
Boshghabi	بشقابی	S	HS
Pomite sergeo	پامیت سرگنو	S	HS
Moro	مورو	S	S
Alnush	النوش	MS	S
Pomite persico	پامیت پرسیکو	S	S
Superstayman	سوپراستیمن	S	S
Delicious mari	دلیشز ماری	MR	MS
Forum 2	فروم ۲	MR	S
Dalayo	دالایو	MS	S
Fuji rosa	فوجی رزا	MS	MS
Morgen dafth	مورگن دافت	MS	MR
Ferdovs	فردوس	MR	MR
Pomite yesealo	پامیت یسانلو	R	MS

از متفاوت بودن زمان‌های مایه‌زنی در دو سال باشد. نهال‌ها در سال اول یک ساله بودند و چون تازه از باغ به گلدان منتقل شده بودند، کوچک و کم رشد بودند اما این نهال‌ها در سال دوم دو ساله شده بودند و پنجه‌ها و شاخه‌های قوی داشتند. لذا به منظور دادن فرصت کافی به نهال‌های یک ساله برای رشد و شاخه‌دهی بیشتر، ارزیابی در سال اول نسبت به سال دوم دیرتر انجام شد که این خود ممکن است موجب خشبی‌تر شدن شاخه‌ها در زمان ارزیابی و در نتیجه حساسیت کمتر آن‌ها شده باشد. با این وجود، تفاوت مشاهده شده در واکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها در دو سال آماری نبود زیرا بررسی همبستگی بین داده‌های دو ساله نشان داد که داده‌های سال اول با ضریب همبستگی  $R = 0.54$  ارتباط مستقیم معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) با داده‌های سال دوم دارد که مبین دقت نسبی

فردوس و دلیشز ماری مقاوم‌ترین بودند و در بین ژنوتیپ‌های ایرانی، بشقابی و مورو حساس و فردوس نیمه مقاوم تشخیص داده شدند. به منظور مطالعه میزان دقت و تکرارپذیری روش مایه‌زنی سرشاخه در ارزیابی مقاومت سیب به آتشک، واکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها در دو سال مطالعه مقایسه شد (جدول ۴). نتایج این مقایسه نشان داد که شدت بلایت در پنج رقم و ژنوتیپ (مورو، سوپراستیمن، پومیت پرسیکو، فوجی رزا و فردوس) در هر دو سال کاملاً یکسان بود و در هشت رقم و ژنوتیپ باقیمانده، در سال دوم بیش از سال اول بود. شدت بلایت در شش رقم و ژنوتیپ (بشقابی، پامیت سرگنو، آلنوش، دلیشز ماری، دالایو و مورگن دافت) در سال دوم یک درجه و در دو رقم (فروم و پومیت یسانلو) دو درجه بیش از سال اول بود. علت حساسیت بالاتر در سال دوم می‌تواند ناشی

جدول ۴- فراوانی ژنوتیپ‌های ایرانی سیب از نظر واکنش به بیماری آتشک بر اساس مقیاس لی‌لزک و همکاران (۱۹۹۷) در منابع و گزارش‌های موجود

Table 4. Frequency of Iranian apple genotypes based on their response to fire blight according to the scale of Le Lezec *et al.* (1997) in reported documents

Frequency (%) in report		درصد فراوانی بر اساس گزارش‌ها			Le Lezec <i>et al.</i> (1997) ranking	گروه‌بندی لی‌لزک
جمع‌بندی	میانگین	تحقیق حاضر	ملکی بالاچو و همکاران (۱۳۹۰)	داوودی (۱۹۹۸)		
Summary	Mean	Present research	Maleki Balajoo <i>et al.</i> , 2011	Dawodi, 1998		
20.6	5.3	7	5	4	Highly resistant	بسیار مقاوم
	12.7	13	17	8	Moderately resistant	نسبتاً مقاوم
	29	22.7	18	23	Moderately susceptible	نسبتاً حساس
79.4	27	32.7	28	23	Susceptible	حساس
	24	24.0	22	43	Highly susceptible	بسیار حساس

نتایج این تحقیق و سایر گزارش‌های داخلی دهه اخیر روی ژنوتیپ‌های ایرانی جمع‌بندی شد. جمع‌بندی نتایج این تحقیق و سایر گزارش‌های موجود (جدول ۴) نشان می‌دهد که حدود ۸۰٪ از کل ژنوتیپ‌های داخلی که تاکنون بررسی شده‌اند، دچار درجاتی از حساسیت به بیماری آتشک هستند و تنها ۲۰٪ از مقاومت ذاتی برخوردارند که این برخلاف تصور رایج مبنی بر مقاومت نسبی سیب به بیماری آتشک است. بر اساس آمار سال ۲۰۰۹، در ایالات متحده آمریکا از بیست رقمی که ۹۰٪ محصول سیب این کشور را تولید می‌کنند، ده رقم بسیار حساس (۳۵/۶٪ کل تولید)، هشت رقم حساس (۳۰/۷٪ کل تولید) و تنها دو رقم (۲۴/۴٪ کل تولید) مقاوم بودند (Anonymous, 2010). براین اساس نیز، حدود ۷۵٪ ارقام جاری در ایالات متحده آمریکا در گروه حساس قرار دارند.

جمع‌بندی نتایج این تحقیق بیانگر دو نکته عمده است. اولاً روش مایه‌زنی سر شاخه در شرایط گلخانه از تکرارپذیری نسبتاً قابل قبولی

روش آلوده‌سازی مصنوعی در شرایط گلخانه در ارزیابی مقاومت به آتشک است.

نتایج گروه‌بندی ژنوتیپ‌های ایرانی بر اساس شدت حساسیت نشان داد ۶/۷٪ بسیار حساس، ۴۶/۷٪ حساس، ۲۶/۷٪ نسبتاً حساس، ۱۳٪ نسبتاً مقاوم و ۶/۷٪ مقاوم بودند. نتایج ارزیابی‌های انجام شده در اروپا و آمریکا روی ۱۹۳ رقم سیب تجاری معرفی شده تا قبل از سال ۱۹۲۰ نشان داد که ۲۸٪ مقاوم و بقیه حدوسط و حساس بودند و از ۱۹۷ رقم معرفی شده در سال‌های ۱۹۷۴-۱۹۲۰، ۴۱٪ مقاوم بودند (van der Zwet and Keil, 1979). سیلورا و همکاران (Sillero *et al.*, 2014) نشان دادند که تنها ۱۱/۲٪ ارقام سیب بررسی شده مقاوم بودند و بقیه درجات مختلفی از حساسیت را نشان دادند. اکثر ارقام سیب cider در جنوب غربی انگلستان و در غرب فرانسه نیز حساس گزارش شده‌اند (Pauline *et al.*, 1993؛ Gwynne, 1984؛ Chartier *et al.*, 1992).

به منظور بررسی وضعیت کلی مقاومت ژرم پلاسما سیب بومی ایران به بیماری آتشک،

ژنوتیپ‌های مشهد، رومینا و با منشا ملایر دارای صفات ممتاز باغی هستند و می‌توانند پس از بررسی سازگاری در شرایط اقلیمی مختلف کشور به عنوان رقم تجاری محلی معرفی شده و گسترش یابند.

برخوردار است. ثانیاً بر خلاف تصور رایج مبنی بر مقاوم بودن سیب به بیماری آتشک، ژنوتیپ‌های بومی سیب ایران عمدتاً حساس هستند که باید در برنامه‌های به نژادی، معرفی رقم و احداث باغ مورد توجه قرار گیرد. ژنوتیپ‌های مورد بررسی به خصوص

## References

- Aldwinckle, H. S., and Beer S. V. 1978.** Fire blight and its control. Horticultural Reviews 1: 423-4.
- Aldwinckle, H. S., Gustafson, H. L., and Forsline, P. L. 1999.** Evaluation of the core subset of the USDA apple germplasm collection for resistance to fireblight. Acta Horticulturae 489: 269-272.
- Aldwinckle, H. S., and van der Zwet, T. 1979.** Recent progress in breeding for fireblight resistance in apples and pears in North America. EPPO Bulletin 9: 13-25.
- Anonymous 2010.** Economic Research Service. "U.S. Apple Statistics." USDA, accessed 3/2012, <http://usda.mannlib.cornell.edu>.
- Baumgartner, I. O., Leumann, L. R., Frey, J. E., Joos, M., Voegelé, R. T., and Kellerhals, M. 2012.** Breeding apples to withstand infection pressure by fire blight and other diseases. Proceedings of 15th International Conference on Organic Fruit-Growing, Hohenheim, Germany. pp. 14-21.
- Bayasal, O., and Zeller, W. 2004.** Extract of *Hedera helix* induces resistance on apple rootstock M26 similar to Acibenzolar-S-methyl against fireblight (*Erwinia amylovora*). Physiological and Molecular Plant Pathology 65: 305-315.
- Bonn, W. G., and Elfving, D. C. 1990.** Evaluation of crabapple cultivars and selections for resistance to fire blight. Acta Horticulturae 273: 311-317.
- Chartier, R., Bore, J. P., and Paulin, J. P. 1992.** Sensibilité des pommiers à cidre au feu bactérien. Phytoma-La Défense des Vegetaux 440: 24-31.
- Cooley, D. R., Autio, W. R., Clements, J. M., Cowgill, W. P., and Spitko, R. 2008.** Annual fire blight management programs for apples. University of Massachusetts Extension. Available on: url: <http://www.umass.edu/fruitadvisor/factsheets/F133.pdf>.

- Dawodi, A. 1998.** Evaluation of a number of apple and pear cultivars to fire blight disease. MSc. Thesis, Tabriz University, Tabriz, Iran. 199 pp. (in Persian).
- Fischer, C. 2000.** Multiple resistant apple cultivars and consequences for apple breeding in the future. *Acta Horticulturae* 538: 229-234.
- Fischer, C., and Richter, K. 1993.** Breeding for fire blight resistance in apple. *Acta Horticulturae* 338: 413-414
- Fisher, M., and Fisher, C. 1999.** Evaluation of *Malus* species and cultivars at the Fruit Genebank Dresden-Pillnitz and its use for apple resistance breeding. *Genetic Resources and Crop Evaluation* 46: 235-241.
- Gassmann, J., Hunziker, K., and Kellerhals, M. 2014.** Evaluation of traditional pome fruit genetic resources in Switzerland. *Acta Horticulturae* 1056: 243-245.
- Gwynne, D. C. 1984.** Fire blight in perry pears and cider apples in the south west of England. *Acta Horticulturae* 151: 41-48.
- Hassanzade, N., and Keshavarzi, M. 2007.** Fire blight in Iran: past and current situation. Proceedings of the International Conference on Improvement Fruit, Small Fruit, Nuts, Vine Assortment under Present Management Condition, Belarus. pp. 132-135.
- James, J., Luby, P., Alspach, A., Vincent, G.M., and Oraguzie, N. C. 2002.** Field resistance to fire blight in a diverse apple (*Malus* sp.) germplasm collection. *Journal of the American Society for Horticultural Sciences* 127: 245-253.
- Kasa, K., Toth, G., Gondor, M., and Hevesi, M. 2001.** Evaluation of fire blight resistance of apple cultivars. Proceedings of the 8th Symposium “New Aspects of Resistance Research on Cultivated Plants to Bacterial Diseases”. Aschersleben, Germany. pp. 71-73.
- Kellerhals, M., Baumgartner, I. O., Leumann, L., Lussi, L., Schütz, S., and Patocchi, A. 2014.** Breeding high quality apples with fire blight resistance. *Acta Horticulturae* 1056: 225-230.
- Kellerhals, M., Dolega, E., Dilworth, E., Koller, B., and Gessler, C. 2000.** Advances in marker-assisted apple breeding. *Acta Horticulturae* 538: 535-540.
- Le Lezec, M., and Paulin, J. P. 1984.** Shoot susceptibility to fireblight of some apple cultivars. *Acta Horticulturae* 151: 277-287.
- Le Lezec, M., Lecomte, P., Laurens, F., Michelesi, J. C. 1997.** Sensibilite varietale au

- feu bacterian (1<sup>re</sup> partie). L'Arboriculture Fruitiere 503: 57-62.
- Lespinasse, Y., and Aldwinckle, H. S. 2001.** Breeding for resistance to fire blight. pp. 250-257. In: Vanneste, J. L. (ed.) Fire Blight. The Disease and Its Causative Agent. CAB International, Wallingford, UK.
- Luby, J. J., Alspach, P. A., Bus, V. G. M., and Oraguzie, N. C. 2002.** Field resistance to fire blight in a diverse apple (*Malus* sp.) germplasm collection. Journal of American Society for Horticultural Sciences 127: 245-253.
- Maleki Balajoo, O., Keshavarzi, M., Rezaee-Danesh, Y., Damyar, S., and Jaafari, M. 2011.** Fireblight resistance in a number of local Iranian apple germplasm. Seed and Plant Improvement Journal 27: 25-36 (in Persian).
- Maroofi, A., and Mostafavi, M. 1995.** Investigation on varietal resistance to fireblight in apple, pyrus and quince. Proceedings of 12th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, Iran. Page 404 (in Persian).
- Mazarei, M., Hassanzade, N., and Hajimorad, M. 1993.** Serological identification of *Erwinia amylovora* bacterium, the fire blight agent. Proceedings of 11th Iranian Plant Protection Congress, University of Guilan, Rasht, Iran. Page 307 (in Persian).
- Norelli, J. L., Farrell, R. E., Bassett, C. L., Baldo, A. M., Lalli, D. A., Aldwinckle, H. S., and Wisniewski, M. E. 2009.** Rapid transcriptional response of apple to fire blight disease revealed by cDNA suppression and subtractive hybridization analysis. Tree Genetics and Genomes 5: 27-40.
- Norelli, J. L., Jones, A. L., and Aldwinckle, H. S. 2003.** Fire blight management in the twenty-first century using new technologies that enhance host resistance in apple. Plant Disease 87: 756-765.
- Paulin, J. P., Chartier, R., and Bore, J. M. 1993.** Blossom susceptibility to fire blight of cider apple. Acta Horticulturae 388: 427-431.
- Paulin, J. P., and Le lezec, M. 1987.** Shoot and blossom susceptibility to fire blight of apple cultivars. Acta Horticulturae 217: 311-315.
- Paulin, J. P., and Lespinasse, Y. 1987.** Evaluation with different isolates of *Erwinia amylovora* of the susceptibility to fireblight of apple cultivars. Acta Horticulturae 217: 253-267.
- Sansavini, S., Belfanti, E., Costa, F., and Donati, F. 2005.** European apple breeding programs turn to biotechnology. Chronica Horticulturae 45: 16-19.

- Sillerova, J., Korba, J., Paprstein, F., and Sedlak, J. 2014.** Testing of susceptibility of Czech apple cultivars to fire blight in field condition. *Acta Horticulturae* 1056: 267-270.
- Sobiczewski, P., Stanisław Berczyński, E. S., and Lewandowski, M. 2004.** Terminal shoot susceptibility of new Polish apple cultigens to fire blight. *Folia Horticulturae* 16/2: 149-157.
- Sobiczewski, P., Żurawicz, E., Berczyński, S., and Lewandowski, M. 2006.** Fire blight susceptibility of new apple cultivars and clones from Poland. *Acta Horticulturae* 704: 551-556.
- Steiner, P. W. 2000.** Integrated orchard and nursery management for the control of fire blight. pp. 339-358. In: Vanneste, J. L. (ed.). *Fire Blight: The Disease and Its Causative Agent. Erwinia amylovora*. CAB International, Wallingford, UK.
- Stockwell, V. O., Johnson, K. B., and Loper, J. E. 1998.** Establishment of bacterial antagonists of *Erwinia amylovora* on pear and apple blossoms as influenced by inoculum preparation. *Phytopathology* 88: 506-513.
- Thomas, T. M., and Jones, A. L. 1992.** Severity of fire blight on apple cultivars and strains in Michigan. *Plant Disease* 76: 1049-1052.
- Toth, M., Kasa, M., Göndör, M., Honty, K., and Hevesi, M. 2006.** First results fire blight resistance screening in Hungarian apple breeding programme. *Acta Horticulturae* 704: 545-550.
- van der Zwet, T., and Beer, S. V. 1995.** *Fire blight, Its Nature, Prevention and Control*. 2nd ed., United States Department of Agriculture, Bulletin No. 631, Washington, USA.
- van der Zwet, T., and Keil, H. L. 1979.** *Fire Blight: A Bacterial Disease of Rosaceous Plants*. USDA Agriculture Handbook No. 510, Washington, USA.
- van der Zwet, T., Orolaza Halbrendt, N., and Zeller, W. 2012.** Utilizing Host Resistance to Fire Blight. Pp. 227-247 In: *Fire Blight: History, Biology, and Management*. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA. 421pp.
- Zakeri, Z., and Sharifnabi, B. 1991.** Fire blight disease in *Pyrus* in Karaj. Proceedings of 10th Iranian Plant Protection Congress, Kerman, Iran. Page 157 (in Persian).
- Zeller, W. 1983.** Resistance of pome fruit varieties to fire blight in the Fed. Rep. Germany. *Acta Horticulturae* 140: 35-42.