

نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی
جلد ۱۴، شماره ۱، سال ۱۴۰۴

معرفی ژنوتیپ پایه‌های هیبرید سیب با دامنه تحمل مناسب به بیماری آتشک

Introducing the apple hybrid rootstock genotypes with an appropriate range of tolerance to fire blight disease

داریوش آتشکار^۱، منصوره کشاورزی^۲ و سولماز نادی^۳

۱، ۲ و ۳- به ترتیب، استادیار و دانشیار و محقق، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۳۱

چکیده

آتشکار، د.، کشاورزی، م. و نادی، س. ۱۴۰۴. معرفی ژنوتیپ پایه‌های هیبرید سیب با دامنه تحمل مناسب به بیماری آتشک. نشریه علمی یافته‌های تحقیقاتی در گیاهان زراعی و باغی (۱): ۱۴۱-۱۵۴.

در این پژوهش، سطوح تحمل به بیماری آتشک به عنوان یکی از شاخص‌های انتخاب پایه در ده ژنوتیپ پایه امید بخش سیب حاصل از برنامه اصلاح پایه‌های رویشی سیب در ایران در کنار پایه‌های رویشی M9 و M106 به عنوان شاهد بررسی شد. جهت یکنواختی مواد آزمایشی، پایه‌ها از طریق خوابانیدن تکثیر و نهال‌های گلدانی آن‌ها در بهار سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ با استفاده از روش تلقیح سرشاخه با استفاده از مخلوط سه سویه باکتری عامل به عنوان مایه تلقیح در شرایط گلخانه مایه‌زنی شدند. پنج هفته پس از تزریق، شدت بلایت بر اساس نسبت طول قسمت بافت مرده به طول شاخه مایه‌زنی شده ($\times 100$) تعیین شد. نتایج به دست آمده نشان داد، پایه‌های MM106 و M9 حساس، ژنوتیپ پایه‌های M9OP³⁸⁷، AZ×M27⁸⁵، B9op⁸⁷ و AZ×M9¹⁸⁵ نیمه حساس و ژنوتیپ پایه‌های AZop²⁸⁵، AZop³⁸⁵، AZ×M9²⁸⁵، AZop²⁸⁶، AZop³⁸⁶ و Azop⁴⁸⁶ نیمه متحمل تشخیص داده شدند. سه ژنوتیپ پایه AZop²⁸⁶، AZop³⁸⁶ و Azop⁴⁸⁶ با قابلیت تکثیر رویشی مناسب با استفاده از قلمه خشبی (قدرت ریشه زایی بیشتر از ۷۰ درصد) و تحمل نسبی نسبت به بیماری آتشک، پس از معرفی قابل توصیه جهت کشت در مناطق آلوده به بیماری آتشک می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: سیب، آتشک، پایه، *Erwinia amylovora*

مقدمه

با توجه به شرایط خاک عمدتاً آهکی و خشک مناطق پرورش سیب در ایران، استفاده از پایه‌های رویشی موجود که در شرایط ویژه‌ای در خارج از کشور اصلاح و انتخاب شده‌اند، بعضاً مشکلاتی را به همراه دارد، لذا استفاده از ژنوتیپ‌های پاکوتاه بومی و یا نتاج حاصل از آن‌ها می‌تواند سازگاری بهتری با این مناطق داشته باشد (Atashkar *et al.*, 2015; Cummins and aldwinckle, 1983). بسیاری از کشورهای دیگر نیز برنامه‌های دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌های بومی خود و پایه‌های بین‌المللی به اجرا گذاشته‌اند و پایه‌های متناسب با اقلیم خود به دست آورده‌اند (Khanizadeh *et al.*, 2005). برنامه دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌های بومی شامل آرایش اصفهان و مربایی مشهد به عنوان والد مادری و پایه‌های تجارتنی سیب شامل B9, M9, M27 به عنوان والد پدری طراحی و اجرا گردید که ماحصل این پژوهش دستیابی به ۲۷ ژنوتیپ پایه امیدبخش از میان ۴۰۰۰ دانهال هیبرید بود (Atashkar *et al.*, 2015). جهت انتخاب پایه از میان جمعیت نتاج حاصل از برنامه‌های اصلاحی، غربال‌های مختلف شامل قابلیت تکثیر رویشی، تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده، تحمل به بیماری آتشک اهمیت فراوانی دارد. آتشک در پایه از طریق پاجوش‌ها به درخت انتقال می‌یابد و در صورت حساس بودن پایه، بیماری به شدت در درخت گسترش یافته و درخت خشک می‌شود. بنابراین در مراکز اصلاح پایه‌های رویشی سیب

تحمل به بیماری آتشک جزء اولین و مهم‌ترین غربال‌های پایه به شمار می‌رود (Johnson, 2000). آتشک اولین بیماری باکتریایی گیاهی است که عامل آن جداسازی و شناسایی شد (Bastas, 2016). این بیماری دامنه میزبانی وسیعی در خانواده گل‌سرخیان داشته و از ۲۰۰ گونه گیاهی متعلق به ۴۰ جنس از این خانواده گزارش شده‌است (Vanneste, 2001). بیماری آتشک در ایران تاکنون از درختان گلابی، سیب، به، گل‌سرخ، ازگیل، زالزالک، پیراکانتا و گل‌سرخ گزارش شده‌است (Afionian & Rahimian 1995). اهمیت اقتصادی این بیماری همچنان روبه افزایش است، در روش‌های کشت متراکم از پایه‌های پاکوتاه‌کننده‌ای استفاده می‌شود که عمدتاً به آتشک حساسند (Hassanzadeh & Keshavarzi 2007). عامل بیماری آتشک باکتری گرم منفی اروینیا آمیلورا (*Erwinia amylovora*) است. علائم این بیماری در میزبانان مختلف مشابه اما شدت آن متفاوت است (Aldwinckle *et al.*, 2004; Bogs *et al.*, 1998, Van der zwet *et al.*, 1979). پس از شکوفه، شاخه‌های شاداب و درحال رشد و آبدار و پاجوش‌ها حساس‌ترین بخش‌های گیاه هستند و در بسیاری از سال‌ها، بلایت شاخه تنها علامت واضح آتشک است. علائم بلایت شاخه شبیه بلایت شکوفه است جز آن که آلودگی بسیار سریع‌تر توسعه می‌یابد و طول بلایت می‌تواند طی چند روز به بیش از ۱۵-۳۰ سانتی‌متر برسد. پس از مرگ

متفاوتند (Donovan 1991, Van der zwet *et al.*, 1979)، در ارزیابی‌ها عموماً مخلوط جدایه‌ها به کار برده می‌شود (Peil *et al.*, 2021). برای اندازه‌گیری درجه مقاومت به آتشک سیستم‌های متعددی ارائه شده است. کاربردی‌ترین و پر استفاده‌ترین روش آلوده‌سازی، مایه‌زنی مصنوعی سرشاخه نهال‌های گلخانه‌ای است. لاسپیناس و پائولین (Lespinasse & Paulin 1990) طول کل شاخه و قسمت آلوده را شش هفته پس از مایه زنی اندازه‌گیری و نسبت طول نکرز به طول شاخه را محاسبه و کلاس‌های مقاومتی به شرح جدول ۱ را پیشنهاد کردند.

سرشاخه‌های جوان، علامتی شبیه خمیدگی عصا در سرشاخه‌ها دیده می‌شود. کنترل و حذف کامل آتشک همانند سایر بیماری‌های باکتریایی با اعمال روش‌های مختلف زراعی و شیمیایی مشکل است، لذا کاربرد ارقام و پایه‌های مقاوم از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Vanneste, 2001). یکی از نکات مهم در برنامه‌های اصلاح، وجود روشی قابل اعتماد برای ارزیابی مقاومت است. روش‌های مختلف ارزیابی مقاومت در ارتباط با بافت تلقیح شده، نحوه تلقیح، غلظت مایه تلقیح، و محل تلقیح (باغ، گلخانه)، امکان تلقیح باغی و نحوه رتبه‌بندی

جدول ۱- کلاس‌های مقاومت به بیماری آتشک در روش ارزیابی گلخانه‌ای

Table 1. Resistance classes of fire blight disease in the greenhouse evaluation method

بسیار حساس Very sensitive	حساس Sensitive	نیمه متحمل Semi tolerable	متحمل Tolerable	بسیار متحمل Very tolerable	کلاس تحمل Tolerance class
90-100 %	50-90 %	30-50 %	10-30 %	0-10%	درصد طول لکه نکرز Necrosis lenght percentage

برنامه، غربال آلودگی طبیعی باغی، اسپری شکوفه درختان باغی و مایه زنی گلخانه‌ای بوده و از مایه تلقیحی شامل مخلوط جدایه‌های باکتری استفاده شده است (Gardner *et al.*, 1980; Norelli *et al.*, 2003). بر اساس نتایج ارزیابی‌های گلخانه‌ای، از میان ۴۰ نوع پایه بررسی شده، پایه‌های B9، M26، M9 و Ottawa3 حساس‌ترین و پایه‌های G30، G16، G65 و G11 مقاوم‌ترین بودند (Norelli *et al.*, 1987). در بین پایه‌های تجاری M7 مقاوم و MM111 و M2 نسبتاً مقاومند.

مهم‌ترین برنامه‌های اصلاحی و به‌گزینی رقم/پایه سیب از نظر مقاومت به بیماری آتشک در کشورهای ایالات متحده، نیوزیلند، کانادا، مجارستان، آلمان، ایتالیا، سوئد، فرانسه و جمهوری چک انجام شده است (Peil *et al.*, 2021). برنامه جینوا پیشرفته‌ترین برنامه اصلاح پایه سیب برای مقاومت به آتشک است. نتایج حاصل از این برنامه از سال ۱۹۹۱ به صورت کلون‌های سری جنوا (Geneva) برای مصارف تجاری معرفی شده‌اند. روش‌های ارزیابی در این

پایه‌های M26 و M9 که رایج‌ترین پایه‌ها از نظر قدرت پاکوتاه کنندگی هستند، حساسند (Ferree and carlson., 1987; Zeller 1983). بر اساس نتایج ارزیابی‌های پنج ساله نهال‌های تک شاخه گلخانه‌ای، پایه‌های M9، M26 و Ottawa3 به شدت حساس، CG13، B9 و P2 حساس، G11 و M7 نسبتاً مقاوم، G65 و G30 کاملاً مقاوم بودند (Barritt *et al.*, 2004).

هدف از اجرای این پژوهش ارزیابی میزان تحمل به بیماری آتشک در تعدادی از ژنوتیپ پایه‌های امیدبخش هیبرید سیب جهت انتخاب پایه جدید ایرانی و معرفی به جامعه باغبانی کشور بود.

مواد و روش‌ها

در این پروژه، مقاومت به آتشک در ده ژنوتیپ پایه هیبرید سیب امیدبخش بررسی شد (جدول ۲). پایه‌های رویشی M9 و MM106 به ترتیب به عنوان شاهد‌های بسیار حساس و حساس به کار برده شدند (Norelli *et al.*, 1987). پایه‌ها از طریق خوابانیدن نواری در خزانه پایه‌های رویشی تکثیر شدند. سپس در گلدان‌های چهار لیتری در گلخانه با نور و دمای طبیعی در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار و در هر تکرار دو گلدان قرار گرفتند. رطوبت گلخانه با آب پاشی روزانه کف و بسترهای شنی موجود در گلخانه (۸۵ درصد) تامین و با استفاده از رطوبت سنج اندازه گیری شد. نهال‌های رشد کرده در بهار سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ با استفاده از

روش تلقیح سرشاخه در شرایط گلخانه مایه‌زنی شدند. به منظور تهیه مایه تلقیح، چهار سویه باکتری اروینیا (*Erwinia*) که قبلاً از نمونه‌های برگ و میوه آلوده سیب از استان‌های البرز، خراسان رضوی، کردستان و آذربایجان غربی جداسازی، شناسایی و بیماری‌زایی آنها کنترل شده بود، مورد استفاده قرار گرفتند

(Malki *et al.*, 2018). برای تهیه مایه تلقیح، کشت سه روزه سویه‌ها که بر سطح آگار غذایی (Nutrient agar) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد رشد کرده بودند، در آب مقطر استریل حل شدند و غلظت سوسپانسیون‌های حاصل توسط اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۶۰ نانومتر روی ۰/۲ تنظیم شد معادل (10^8 cfu ml^{-1}) سپس حجم‌های مساوی از آنها با هم مخلوط و به عنوان مایه تلقیح مورد استفاده قرار گرفت (Zeller, 1983). مایه زنی نهال‌ها با استفاده از روش تلقیح سرشاخه در شرایط گلخانه‌ای انجام شد.

بدین منظور، در انتهای فروردین و قبل از خشبی شدن و توقف رشد رویشی، نوک سه سرشاخه جوان با طول ۲۰-۳۰ سانتی‌متر از هر نهال، با استفاده از سرنگ انسولین مایه زنی شد. پنج هفته پس از تزریق، شدت بلایت بر اساس نسبت طول قسمت بافت مرده به طول شاخه مایه‌زنی شده ($\times 100$)، تعیین و سپس بر اساس مقیاس لی لیزیک و پائولین (Le Lezec and Paulin., 1984) پایه‌ها در گروه‌های مختلف مقاومتی گروه‌بندی شدند (Lespinasse *et*

(al., 1990). در این مقیاس، شدت بلایت ۲۰-۰ درصد به عنوان متحمل، ۴۰-۲۰ درصد نیمه متحمل، ۶۰-۴۰ درصد نیمه حساس، ۸۰-۶۰ درصد حساس و ۱۰۰-۸۰ درصد بسیار حساس هستند. (Le Lezec et al., 1984) ارزیابی مقاومت به صورت کاملاً تصادفی با توزیع نامتناسب انجام شد. تعداد پایه و تکرار (زخم) به ترتیب معادل ۱۲ و ۲۰-۱۵ بود. آنالیز آماری شدت آتشک توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد.

جدول ۲- خصوصیات پایه‌های رویشی هیبرید سیب در آزمایش ارزیابی به بیماری آتشک
Table 2. The characteristics of apple hybrid vegetative bases in the evaluation test for fire blight disease

ژنوتیپ-پایه Rootstock- genotype	والدین Parents	روش اصلاحی Breeding method	درصد ریشه‌زایی قلمه خشبی Rooting of cutting %
Azop ⁽³⁸⁵⁾	Azayesh	Open polination	30
AZ × M9 ⁽²⁸⁵⁾	M9× Azayesh	hybridization	40
AZ × M27 ⁽⁸⁵⁾	M27× Azayesh	hybridization	40
Azop ⁽²⁸⁵⁾	Azayesh	Open polination	30
AZ × M9 ⁽¹⁸⁵⁾	M9× Azayesh	hybridization	60
Azop ⁽²⁸⁶⁾	Azayesh	Open polination	75
Azop ⁽³⁸⁶⁾	Azayesh	Open polination	75
M9op ⁽³⁸⁷⁾	M9	Open polination	75
B9op ⁽⁸⁷⁾	B9	Open polination	70
Azop ⁽⁴⁸⁶⁾	Azayesh	Open pollination	100
M9	Un known	Selection	50
MM106	MI× Northern Spy	hybridization	70

نتایج و بحث

در ژنوتیپ‌های متحمل، نکرور ایجاد شده به نوک شاخه‌ها محدود ماند، یا اصولاً علائم قابل توجهی ایجاد نشد، اما در ژنوتیپ‌های حساس بخش زیادی و گاهی کل شاخه خشک و بلایت از شاخه به تنه نیز گسترش یافت. علائم مشابهی از آتشک در آزمایشات قبلی بر روی ژنوتیپ‌های بومی سیب گزارش شده است (Gorjizadeh 2014, Malki et al., 2018). بر اساس آنالیز داده‌های دوساله، سطوح تحمل به بیماری آتشک در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ متفاوت بود (جدول ۳). با توجه به اینکه میانگین شدت بلایت (blight) در سال‌های ۱۴۰۰

علائم اولیه بیماری بلایت در نهال‌های مایه‌زنی شده دو روز پس از مایه زنی با افتادگی سرشاخه‌ها در ژنوتیپ‌های حساس آغاز شد. سپس به تدریج، نوک شاخه‌ها سرعصایی و سیاه شدند و با گسترش بیماری بلایت، ابتدا رگرگ‌ها و سپس پهنه رگرگ‌ها سیاه و به بافت مرده تبدیل شدند و تا خاتمه یادداشت برداری (۵ هفته پس از مایه‌زنی)، رگرگ‌ها به طور کامل خشک شدند (شکل ۱). در طی این دوره، سرعت پیشروی علائم در ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود، به گونه‌ای که

الگوی مشابهی داشت. بر اساس نتایج به دست آمده از این پژوهش، چهار ژنوتیپ پایه $M9op^{387}$ ، $AZ \times M27^{85}$ ، $B9op^{87}$ و $AZ \times M9^{185}$ نیمه حساس و شش ژنوتیپ پایه $AZop^{385}$ ، $AZop^{285}$ ، $AZop^{486}$ ، $AZop^{386}$ ، $AZop^{286}$ و $AZ \times M9^{285}$ نیمه متحمل بودند. هیچ یک از این پایه‌های بومی حساس نبودند در حالی که پایه‌های تجاری $MM106$ و $M9$ حساس بودند (جدول ۴).

و ۱۴۰۱ به ترتیب معادل ۳۶/۶۹ درصد و ۱۸/۲۳ درصد بود، به نظر می‌رسد متوسط شدت آتشک در سال اول بیش از سال دوم بوده است. علت این تفاوت می‌تواند به دلیل مسن تر بودن نهال‌ها در سال دوم باشد زیرا نهال‌های مسن تر به طور نسبی مقاومت بالاتری نشان می‌دهند. بر اساس نتایج آنالیز مرکب، اثر پایه در سال معنی‌دار نبود بدین معنی که سطوح نسبی تحمل پایه در دو سال



شکل ۱- علائم آتشک در سر شاخه‌ها پنج هفته پس از مایه زنی

Fig 1. Symptoms of fire blight in the heads of the branches in five weeks after inoculation

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس دوساله شدت بلایت

Table 3. The results of two-year variance analysis of blight intensity

S.O.V.	منابع تغییرات	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی D.F
Rootstock	پایه	1270.4*	11
Year	سال	121333.79**	1
Year×repeat	تکرار در سال	309.29 ^{ns}	55
Rootstock× Year	پایه در سال	506.51 ^{ns}	5
Error	خطا		163
Total	کل		229
C.V%	درصد ضریب تغییرات		35.92

ns، * و ** به ترتیب برابر عدم اختلاف معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال اشتباه ۵ و ۱ درصد.

ns, * and ** are non-significant, significant at 5 and 1 percent probability level, respectively.

جدول ۴- میانگین شدت بلایت در پایه‌های سیب و ارقام شاهد حساس

Table 4. Average intensity of blight in apple rootstocks and sensitive checks

Grouping contractual	گروه بندی قراردادی	میانگین شدت بلایت و گروه بندی دانکن Mean of blight intensity	کد پایه Rootstock code
Sensitive	حساس	73.32 ^a	M106
Sensitive	حساس	66.25 ^a	M9
SemiSensitive	نیمه حساس	50.92 ^b	M9op ³⁸⁷
SemiSensitive	نیمه حساس	50.60 ^{bc}	AZ×M27 ⁸⁷
SemiSensitive	نیمه حساس	42.67 ^{bcd}	B9op ⁸⁷
SemiSensitive	نیمه حساس	40.95 ^{bcd}	AZ×M9 ¹⁸⁵
Semi tolerable	نیمه متحمل	38.67 ^{bcd}	AZop ²⁸⁵
Semi tolerable	نیمه متحمل	37.72 ^{bcd}	AZop ³⁸⁵
Semi tolerable	نیمه متحمل	33.85 ^{cd}	AZ×M9 ²⁸⁵
Semi tolerable	نیمه متحمل	30.47 ^d	AZop ³⁸⁶
Semi tolerable	نیمه متحمل	30.29 ^d	AZop ²⁸⁶
Semi tolerable	نیمه متحمل	27.81 ^d	AZop ⁴⁸⁶

بر اساس مقیاس لی لژک و همکاران (۱۹۹۷)، اعدادی که با حروف متفاوت دنبال شده‌اند از نظر آماری با آزمون LSD تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال کمتر از ۱٪ دارند.

Based on the scale of Lee Lezek et al. (1997), numerical, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 1% probability level using LSD Test

توصیه ترویجی

توسعه صنعت سیب کاری در دنیا از احداث باغ‌های سنتی و پایه‌های بذری به طرف استفاده از پایه‌های رویشی و باغات متراکم تغییر یافته است. سیب از جمله درختان میوه‌ای است که دارای پایه‌های رویشی متعدد بوده و در دنیا به صورت متراکم پرورش می‌یابد. از نیم قرن پیش تاکنون تعدادی از پایه‌های رویشی تجاری از کشورهای پیشرفته وارد کشور شده اما به دلیل شرایط خاکی، اقلیمی و دانش سنتی باغداری هنوز به طور گسترده در احداث باغات متراکم استفاده نشده است. راهکار توسعه باغات متراکم دستیابی به پایه‌های رویشی سازگار به اقلیم مناطق پرورش سیب در کشور است. در بسیاری از کشورهای میوه خیز برنامه‌های دورگ‌گیری بین ژنوتیپ‌های

بومی خود و پایه‌های بین‌المللی اجرا شده است و پایه‌های متناسب با اقلیم خود به دست آورده‌اند. در ایران نیز برنامه اصلاح پایه‌های رویشی سیب از سال ۱۳۸۴ در پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی شروع شده است که ماحصل آن دستیابی به تعدادی ژنوتیپ پایه هیبرید سیب با قابلیت تکثیر رویشی آسان، متحمل به تنش خشکی، متحمل به شته مومی و دارای دامنه تحمل مناسب نسبت به بیماری آتشک است. این ژنوتیپ پایه‌های رویشی با تحمل به تنش‌های زنده و غیر زنده و قابلیت تکثیر رویشی آسان از امتیاز ویژه‌ای برخوردارند و در آینده نزدیک به جامعه باغداری کشور معرفی خواهند شد، بنابراین توصیه می‌شود:

- ۱- جهت احداث باغات جدید و یا اصلاح و جایگزینی باغات سیب قدیمی، از پایه‌های رویشی به جای پایه بذری استفاده شود.
- ۲- با استفاده از روش خوابانیدن نواری و قلمه خشبی تکثیر ژنوتیپ پایه‌های هیبرید سیب AZop²⁸⁶، AZop³⁸⁶ و Azop⁴⁸⁶ در نهالستان انجام شود.
- ۳- در مناطق آلوده به بیماری آتشک به جای استفاده از پایه‌های رویشی خارجی حساس به بیماری آتشک، MM106 (M9) از ژنوتیپ پایه‌های انتخابی AZop²⁸⁶، AZop³⁸⁶ و Azop⁴⁸⁶
- با تحمل نسبی نسبت به بیماری آتشک جهت مقابله با این بیماری استفاده شود.
- ۴- ژنوتیپ پایه انتخابی AZop²⁸⁶ علاوه بر تحمل مناسب به آتشک، نسبت به بیماری فایتوفتورا هم مقاوم است.
- ۵- با توجه به اینکه این پایه‌ها در مراحل نهایی ارزیابی خود می‌باشند این امکان وجود دارد که چند باغ از این پایه‌ها در مناطق کشت و پرورش سیب به شکل آزمایشات نهایی احداث گردد تا در صورت علاقه‌مند بودن باغداران پیشرو، در اختیار آنها قرار گیرد.

References

- Afionian, M. R., and Rahimian, H. 1995. Azgil as the new host of fire blight in Iran. Summary of articles of the 12th Iranian herbal-medical congress. 11-16 Shahrivar, Karaj: 22
- Aldwinckle, H. S., LoGiudice, N., Robinson, T. L., Holleran, H. T., Fazio, G., Johnson, W. C., and Norelli, J. L. 2004. Resistance of apple rootstocks to fire blight infection caused by internal movement of *Erwinia amylovora* from scions infections. Acta Hort., 663: 229-233.
- Atashkar, D., Pirkhezri, M., and Taghizadeh, A. 2015. Production and primary evaluation of apple (*Malus domestica* Borkh.) hybrid rootstocks. Iran Jour Hort Sciences., 47: 329-335. (In Farsi)
- Barritt, B. H., Konishi, B. S., Dilley, M. A., and Pusey, L. 2004. Resistance of apple rootstocks to fire blight caused by *Erwinia amylovora*. Acta Hort., 658: 387-390.
- Bastas KK. 2016. Top bacterium since 250 years: *Erwinia amylovora* (Burr.) Winslow et al.. Adv Plants Agr. Res., 4: 279-281.
- Bogs, J., Bruchmuller, I., Erbarand, C., and Geider, K. 1998. Colonization of host plants by the fire blight pathogen *Erwinia amylovora* marked with genes for bioluminescence and fluorescence. Phytopathol., 88: 416-421.
- Cummins, J. N., and Aldwinckle, H. S. 1983. Breeding apple rootstocks. Plant Breed Rev., 1: 294-394.
- Donovan, A. 1991. Screening for fire blight resistance in apple (*Malus pumila*) using excised leaf assays from *in vitro* and *in vivo* grown material. Ann Appl Biol., 119: 59-68.
- Ferree, D. C., and Carlson, R. F. 1987. Apple rootstocks. In: Rom RC, Carlson RF (Eds) Rootstocks for Fruit Crops, John Wiley & Sons, New York, USA, 107-143.
- Gardner, R. G., Cummins, J. N., and Alswinckle, H. S. 1980. Fire blight resistance in the Geneva apple rootstock breeding program. Amer Soc Hort Sci., 105: 907-912.
- Gorjizadeh, N., Khazuri, M., Damiyar, S., and Naimi, M. 2014. Reproducibility of root

- inoculation method and sensitivity to fire blight in some cultivars and genotypes of apple. Seedlings and Seeds., 31: 640-629.
- Hassanzadeh, N., and Keshavarzi, M. 2007.** Fire blight in Iran: past and current situation. Proc Int Conf Improv Fruit, Small Fruit, Nuts Vine Assortment under Present Management. Belarus, 132-135.
- Johnson, W. C. 2000.** Methods and results of screening for disease and insect apple rootstocks. The Compact Fruit Tree 33, pp.108-111.
- Khanizadeh, S., Groleau, Y., Levasseur, A., Granger, R., Rousselle, G. L., and Davidson, C. 2005.** Development and evaluation of St Jean-Morden apple rootstock series. *Hort Science.*, 40:521-522.
- Le Lezec, M., and Paulin, J. P. 1984.** Shoot susceptibility to fire blight of some apple cultivars. *Acta Hort.* 151: 277-287.
- Lespinnasse, Y., and Paulin, J. P. 1990.** Apple breeding program for fire blight resistance: strategy used and first results. *Acta Hort.*, 273: 285-291.
- Malki Balajo, A., Khazuri, M., Rezaei Danesh, Y., Damiyar, S., and Jafari, M. 2018.** Investigation of the reaction of a number of germplasms of native Iranian apple collection to *Erwinia amylovora*. *Jour of Seed and plant Improvement.*, 27: 25-36.
- Norelli, J. L., Aldwinckle, H. S., and Beer, S. V. 1987.** The effects of virulence of *Erwinia amylovora* on the evaluation of fire blight resistance in *Malus*. *Phytopathol.*, 71: 1551-1555.
- Norelli, J. L., Holleran, H. T., Johnson, W. C., Robinson, T. L., and Aldwinckle, H. S. 2003.** Resistance of Geneva and other apple rootstocks to *Erwinia amylovora*. *Plant Dis.*, 87: 26-32.
- Peil, A., Emeriewen, O. F., and Khan, A. 2021.** Status of fire blight resistance breeding in *Malus*. *PlantPathol.*, 103: 3–12.
- Van der Zwet, T., and Keil, H. L. 1979.** Fire Blight: A Bacterial Disease of Rosaceous Plants. Agricultural Handbook 510, United States Department of Agriculture, Washington DC, USA, 650 pp.
- Vanneste, J. L. 2001.** Fire blight, the Disease and its Causative Agent. CAB International, Wallingford, Oxon OX 10 8DE, UK.
- Zeller, W. 1983.** Resistance of pome fruit varieties to fire blight in the Fed Rep of Germany. *Acta Hort.*, 140: 35-42.

Introducing the apple hybrid rootstock genotypes with an appropriate range of tolerance to fire blight disease

D. Atashkar¹, M. Keshavarzi² and S. Nadi³

1, 2 and 3. Assistant professor, Associate Professor and Researcher, respectively, Temperate Fruits Research Center, Horticultural sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension, Karaj, Iran.

ABSTRACT

Atashkar, D., Keshavarzi, M., and Nadi, S. 2025. Introducing the apple hybrid rootstock genotypes with an appropriate range of tolerance to fire blight disease. **Research Achievements for Field and Horticulture Crops Journal** 14 (1): 145-154. (in Persian).

In this research, the levels of tolerance to fire blight as one of the rootstock selection indicators were investigated in ten promising apple rootstock genotypes obtained from the apple rootstock breeding program in Iran, with M9 and MM106 rootstocks as controls. for uniformity, rootstocks were propagated through cutting and their potted seedlings were inoculated in the spring of 2021 and 2022 using the branch inoculation method using a mixture of three strains of active bacteria as an inoculation medium under greenhouse conditions. Five weeks after injection, blight intensity was determined based on the ratio of the length of the dead tissue to the length of the inoculated branch (100×). Results showed that the MM106 and M9 were sensitive, the genotypes of M9OP³⁸⁷, AZ×M27⁸⁵, B9op⁸⁷ and AZ×M9¹⁸⁵ are semi-sensitive and AZop²⁸⁵, Azop³⁸⁵, AZ×M9²⁸⁵, AZop²⁸⁶, AZop³⁸⁶ and Azop486 were diagnosed as semi-tolerant genotypes. AZop²⁸⁶, AZop³⁸⁶ and Azop⁴⁸⁶, with suitable vegetative reproduction by wood cutting (more than 70% rooting ability) and relative tolerance to fire blight disease, are recommended for cultivation in areas infected to fire blight disease.

Keywords: Apple, Fire blight, Rootstock, *Erwinia Amylovora*

Corresponding author: datashkar2002@yahoo.com

Tel.: +982634850772

Received: 9, April, 2025

Accepted: 22, September, 2025