علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۲، تابستان ۱۳۹۵ (ص ۳۳۵-۳۲۹) DOI: 10.22059/ijhs.2016.58534

تولید و ارزیابی مقدماتی پایه‌های دورگ رویشی سیب (*Mallus domestica* Borkh.)

داریوش آتشکار[۱]، محی‌الدین پیرخضری[۲*] و امیرعباس تقی‌زاده[۳]

۱، ۲ و ۳. مربی، استادیار و دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، پژوهشکدهٔ میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسهٔ تحقیقات علوم باغبانی (سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی)، ۳۱۵۸۵، صندوق پستی ٤١١٩، کرج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۳ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱)

چکیده

سیب یکی از مهم‌ترین درختان میوهٔ دانه‌دار در جهان است و توسعهٔ باغ‌ها روی پایه‌های رویشی از اولویت‌های کشور است. به‌منظور دستیابی به پایه‌های رویشی سیب سازگار با شرایط خاک کشور، تلاقی‌های هدفمندی بین ژنوتیپ‌های سیب پاکوتاه بومی ایران (آزایش اصفهان و مربایی مشهد) به‌عنوان والد مادری و پایه‌های رویشی (M9، M27 و B9) به‌عنوان والد پدری، از سال ۱۳۸٤ لغایت سال۱۳۸۷ انجام گرفت. ارزیابی‌های مقدماتی نتاج ناشی از تلاقی‌ها و گرده‌افشانی آزاد برای گزینش پایهٔ رویشی سیب با قابلیت افزایش رویشی آسان و همچنین مقاومت ظاهری به شتهٔ مومی انجام گرفت. از مجموع ۳۰۳۲ دانهال، شمار ۲۱۸ ژنوتیپ با قابلیت افزایش رویشی آسان و مقاومت ظاهری نسبت به شتهٔ مومی انتخاب شدند. پس از غربال ثانویه در گلخانه با قلمه‌های خشبی و سامانهٔ پاگرما (Bottom heat)، شمار سیزده ژنوتیپ آسان ریشه‌زا با شمار و طول ریشه و حجم پینه (کالوس)زایی بیشتر، انتخاب شدند. داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که در میان ترکیب تلاقی‌ها، نتاج مربوط به ترکیب رقم آزایش اصفهان و پایه‌های M9، B9 و M27 دارای قابلیت ریشه‌زایی مناسب و نتاج ترکیب رقم مربایی مشهد با پایه‌های تجاری یادشده، قابلیت ریشه‌زایی ضعیف‌تری از خود نشان دادند. نسبت شمار ریشه‌های اصلی به شمار ریشه‌های افشان در نتاج گرده‌افشانی آزاد ژنوتیپ‌های ایرانی بیشتر از پایه‌های خارجی بود. این صفت بر استقرار مناسب پایه در خاک و مقاومت به تنش خشکی اهمیت زیادی دارد و نشان‌دهندهٔ سازگاری بیشتر این پایه‌های بومی با شرایط و محدودیت‌های خاکی کشور است.

واژه‌های کلیدی: اصلاح، تلاقی، قابلیت ریشه‌زایی، نتاج.

مقدمه

روند توسعهٔ صنعت سیب‌کاری در جهان از کاشت باغ‌های استاندارد و پایه‌های بذری به‌سوی استفاده از پایه‌های پاکوتاه و باغ‌های متراکم تغییر یافته است. هم‌اکنون پایه‌های رویشی که باعث کاهش اندازهٔ درخت و زود باردهی رقم‌های مختلف می‌شود در اندازه‌ها و ویژگی‌های متنوع اصلاح و گزینش شده‌اند.

بر پایهٔ گزارش سازمان خواربار و کشاورزی جهان (FAO) میزان تولید سیب کشور در سال ۲۰۱۲، حدود ۱۷۰۰ تن بوده که این میزان تولید ایران را در مقام هفتم تولیدکنندگان این محصول قرار داده است چین با تولید ۳۷۰۰۰ تن رتبهٔ اول را دارد و به تنهایی ۴۸ درصد سیب جهان را تولید می‌کند پس از چین، آمریکا و ترکیه به ترتیب دومین و سومین تولیدکنندهٔ سیب در جهان بوده‌اند (FAO, 2012).

هم‌اکنون عمده باغ‌های کشور روی پایه‌های بذری

* تلفن: ۰۲۶-۳۶۷۰۲۵۴۱
E-mail: Pirkhezri_mohi@yahoo.com

است و این باعث شده که باغ‌های موجود عملکرد پایین و هزینهٔ تولید بالا داشته که به‌رغم داشتن مزیت نسبی و شرایط اقلیمی مناسب، تولیدات ما توان رقابت در بازارهای جهانی را نداشته باشند. پایه‌های رویشی وارداتی به دلایلی ازجمله سازگاری نداشتن با شرایط اقلیمی کشور چندان با استقبال روبه‌رو نبوده و بنا به برآوردها حدود ۳۰ درصد باغ‌های سیب کشور روی پایه‌های رویشی پرورش می‌یابند (Maniee, 2002; Rezai *et al*., 2003). ازاین‌رو اصلاح و معرفی پایه‌های رویشی بومی بر پایهٔ نیازهای اقلیمی و خاکی کشور بسیار ضروری است.

نخستین برنامهٔ اصلاحی پایه‌های سیب و در ایستگاه تحقیقاتی ایست مالینگ انگلستان در سال ۱۹۱۷ با دورگ‌گیری بین پایه‌های پارادیز (*Paradise*) آغاز شد. پس از جنگ جهانی دوم این برنامه‌ها در کشورهای لهستان، چکسلواکی سابق، رومانی، چین و ژاپن نیز آغاز شد. در آمریکا و کانادا اصلاح پایه‌های سیب در نقاط مختلف جهان پیش از سال ۱۹۲۲ با گزینش در میان دانهال‌هایی با والدین نامشخص آغاز شده بود و این برنامه‌ها در آرکانزاس، نیویورک و انتاریو ادامه یافت (Rezai *et al*., 2003; Janick, 2002; Janick *et al*., 1996). در ایستگاه مرتون و ایست مالینگ برنامه‌ای برای تولید پایه‌های مقاوم به شتهٔ مومی با صفات باغبانی بهتر با تلاقی رقم نورسرن اسپای با پایهٔ M2 آغاز و از میان حدود ۸۰۰ دانهال پایه‌های MI778 و MI793 انتخاب و در سال ۱۹۳۰ معرفی شدند (Rezai *et al*., 2003; Davoodi 2000). در سال ۱۹۵۲ دو ایستگاه یادشده، پایهٔ M25 و سری‌های MM (MM101–MM115) را از بین ۳۷۵۸ دانهال دورگ (هیبرید) انتخاب و معرفی کردند. این پایه‌ها مقاومتشان به شتهٔ مومی را از رقم نورسرن اسپای گرفتند (Radnia, 1996; Janick *et al*., 1996). پایه‌های پاکوتاه M27 و M26 در سال‌های ۱۹۶۵ و ۱۹۶۷ بذرهای به‌دست‌آمده از یکسری تلاقی‌هایی که روی پایهٔ M9 در سال ۱۹۲۹ انجام شده بود انتخاب و معرفی شدند (Janick *et al*., 1996)، ‘SJM44’ از بین ۵۶ دانهال دورگ به‌دست‌آمده از تلاقی ‘Nertchinsk’ × ‘M.9’ به دست آمد و طی ده سال مقاومت به سرما، اندازه و کارایی آن ارزیابی شد (Granger *et al*., 1991). اِشنایدر در آلمان بین پارادیز و دوسین دورگ‌گیری‌هایی را انجام داد و یک‌پایهٔ نیمه پاکوتاه به نام PIR80 را معرفی کرد (James & Aldwinckle, 1983). در سال ۱۹۸۱ پایهٔ جورک ۹ (J9) از بین دانهال‌های ناشی از گرده‌افشانی آزاد پایهٔ M9 انتخاب و معرفی شدند که ریشه‌دهی خوب و استقرار بهتری از M9 داشت. با دورگ‌گیری بین M8 و پارادیز، پایهٔ برگ قرمز و مقاوم به سرمای B9 در روسیه معرفی شد (Janick, 2002). در کانادا در سال ۱۹۷۵ از شمار ۹۰۸ دانهال به‌دست‌آمده از تلاقی بین M27، روبوستا۵، شمار ۶۲ دانهال انتخاب و از این شمار هجده ژنوتیپ معرفی شدند (Khanizadeh *et al*., 2000). در سال ۱۹۵۴ در استونی با استفاده از ژنوتیپ‌های بومی آنتونوکاو توکولانوکا و تلاقی آن‌ها با پایه‌های M2 و M4 ده کلون را انتخاب و با پیشوند E معرفی شدند (Jakubowski & Zagaja, 2003). در لهستان برنامهٔ اصلاح پایه در مؤسسهٔ تحقیقات میوه‌کاری به منظور دستیابی به پایه‌های سازگار به شرایط اقلیمی لهستان در سال ۱۹۵۴ آغاز شد و از میان نتاج ناشی از تلاقی پایه‌های کلونال P1، P2، P14، P16 و P22 پس از بیست سال معرفی شدند (Jakubowski & Zagaja, 1998).

با توجه به شرایط اقلیمی و خاکی متفاوت کشور و استفاده از پایه‌های رویشی معرفی‌شده در دیگر کشورها نمی‌تواند جوابگوی مشکلات باغ‌های متراکم کشور باشد و استفاده از ژنوتیپ‌های بومی که طی سده‌ها با شرایط کشور به‌ویژه شرایط خشکی، قلیایی و شور بودن خاک‌ها تطابق یافته‌اند در تلاقی‌های هدفمند می‌تواند راهگشا باشد. این پژوهش در راستای دستیابی به پایه‌های رویشی سیب با استفاده از منبع ژنی و ژنوتیپ‌های بومی کشور انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

در این تحقیق، ژنوتیپ‌های بومی آزایش اصفهان، مربائی مشهد، به دلیل خواص پاکوتاهی و برابری با شرایط خاکی کشور، به‌عنوان والد مادری و پایه‌های رویشی خارجی، B9، M27، M9 به‌عنوان والد پدری، انتخاب و به مدت پنج سال از سال ۱۳۸۴ لغایت ۱۳۸۹و هرساله تلاقی انجام و نتاج ارزیابی شد. سال اول اجرای آزمایش و

در ترکیباتی که ژنوتیپ بومی آزایش اصفهان به‌عنوان والد پدری در نظر گرفته شده بود هیچ‌گونه بذری به دست نیامد. بنابراین آزمایش‌های تکمیلی (آزمون جوانه‌زنی دانهٔ گرده) با استفاده از محلول ساکارز ۱۰درصد روی قطره‌های محلول انجام شد و نتایج نشان داد که این رقم قادر به تولید دانهٔ گرده نبوده و بساک‌ها بدون دانهٔ گرده (ژنوتیپ نر عقیم) هستند. بنابراین ژنوتیپ بومی آزایش اصفهان به‌عنوان والد مادری در ترکیب تلاقی‌ها در نظر گرفته شد. در هر ترکیب تلاقی پیش از باز شدن گل‌ها، شمار سه درخت از پایهٔ مادری و از هر درخت ده شاخهٔ گل‌دار و از هر شاخه بیست گل (شاه گل) انتخاب و پس از برچسب‌زنی، گل‌ها را با استفاده از پاکت‌های مخصوص پوشانده و با گردهٔ ژنوتیپ‌های موردنظر برابر روش کئولمانز و همکاران (۱۹۹۴) گرده‌افشانی شدند (Janick *et al*., 1996; Jakubowski & Zagaja, 2003). در پایان فصل بذرهای رسیده دورگ و گرده‌افشانی آزاد برداشت و استخراج، آماده‌سازی و در گلدان‌های حاوی مخلوط خاکی سبک در گلخانه کشت شدند. دانهال‌ها مدت یک فصل رویشی در خزانه رشد و نمو یافته و در سال دوم، ارزیابی‌های قابلیت افزایش با روش کپه‌ای و قلمه خشبی و مقاومت به شتهٔ مومی آن‌ها آغاز شد.

مهم‌ترین معیارها برای گزینش پایه شامل: تیپ ریشه‌دهی نتاج (تولید ریشهٔ افشان)، شمار ریشهٔ تولیدشده، طول ناحیهٔ ریشه‌زا روی پایک‌های تولیدشده، طول ریشه‌ها و شمار پایک تولید شده بود (Fisher, 1996; Jakubowski, 1996; Johnson, 2000).

ارزیابی نتاج در باغ برای قابلیت افزایش رویشی از راه خوابانیدن کپه‌ای با قطع نهال‌ها، خاک‌دهی(خاک اره+کود دامی پوسیده+ماسه‌بادی به نسبت ۱:۱:۱ در خردادماه) و ارزیابی توان ریشه‌زایی آن‌ها انجام شد.

ارزیابی مقاومت به شتهٔ مومی در شرایط باغ در کنار شاهد مقاوم به شتهٔ مومی MM106 به این صورت بود که هیچ‌گونه مبارزهٔ شیمیایی علیه طغیان شتهٔ مومی در میان جمعیت انجام نگرفت و شتهٔ مومی، به‌استثنای شاهد و نتاج مقاوم، ژنوتیپ‌های حساس را آلوده کرد. که نتاج آلوده (حتی به‌اندازهٔ چند میلی‌متر) حذف شد (Webster, 1996).

در مرحلهٔ دوم گزینش، قابلیت افزایش رویشی نتاج انتخابی مرحلهٔ اول دوباره با استفاده از آزمون ریشه‌زایی قلمهٔ خشبی و در شرایط پاگرما در کنار شاهد آسان ریشه‌زای MM106 و M26 (با تیمار با هورمون ایندول بوتیریک اسید به غلظت ۲۵۰۰پی‌پی‌ام، در بستر پرلت به مدت ۴۵) ارزیابی شدند (Ebadi, 1990; Hartmann *et al*., 2002). صفات موردبررسی در قلمه‌ها شامل: شمار ریشه، طول ریشه، وضعیت پینه‌زایی قلمه‌ها در شرایط بستر پاگرما بود (Pirkhezri *et al*., 2011; Soejima & Bessho, 1996).

نتایج و بحث

در سال اول اجرای آزمایش و در ترکیباتی که ژنوتیپ بومی آزایش اصفهان به‌عنوان والد پدری در نظر گرفته شده بود هیچ‌گونه بذری به دست نیامد. بنابراین آزمایش‌های تکمیلی (آزمون جوانه‌زنی دانهٔ گرده) با استفاده از محلول ساکارز ۱۰درصد روی قطره‌های محلول انجام شد و نتایج نشان داد که این رقم قادر به تولید دانهٔ گرده نبوده و بساک‌ها بدون دانهٔ گرده (ژنوتیپ نر عقیم) هستند. بنابراین ژنوتیپ بومی آزایش اصفهان به‌عنوان والد مادری در ترکیب تلاقی‌ها در نظر گرفته شد. بر پایهٔ تلاقی‌های انجام گرفته و گرده‌افشانی آزاد والدین جمعیتی مرکب از نتاج تشکیل و ارزیابی‌های مقدماتی روی آن‌ها انجام گرفت.

اولین مرحلهٔ گزینش در پروژه‌های اصلاح پایهٔ سیب در جهان، بررسی قابلیت افزایش رویشی نتاج به‌دست‌آمده با استفاده از روش خوابانیدن کپه‌ای است (Khanizadeh *et al*., 2005; James & Aldwinckle, 1983). زیرا اگر پایهٔ جدیدی به دست آید که همهٔ صفات خوب پایه و مقاومت به آفات و بیماری‌ها داشته باشد، اما قابلیت افزایش در شرایط باغ را نداشته باشد ارزش کافی به‌عنوان پایه نداشته و در مرحلهٔ اول گزینش حذف می‌شود. همان‌طورکه در جدول۱ مشاهده می‌شود در مرحلهٔ اول غربال‌گری از بین ۳۰۳۲ ژنوتیپ ناشی از تلاقی و گرده‌افشانی آزاد والدین، شمار۲۱۸ ژنوتیب یعنی (۷/۱درصد) از کل جمعیت با قابلیت افزایش رویشی آسان در شرایط خوابانیدن کپه‌ای و مقاومت ظاهری نسبت به شتهٔ مومی انتخاب شده و دیگر نتاج نامطلوب

حذف شد (پروتکل جینوا ۱۹۶۸ ;Johnson, 2000). صفاتی که در این مرحله مدنظر قرار گرفت شامل: شمار پایک تولیدشده از پایهٔ مادری، شمار ریشه، طول ریشه، وضعیت ریشه دهی و طول ناحیهٔ ریشه‌زا روی پایک‌ها و درصد ریشه‌زایی نتاج نسبت به‌کل جمعیت است (جدول ۱) (Eleving *et al*., 1993).

جدول ۱. ترکیب تلاقی‌های انجام گرفته و نتاج به‌دست‌آمده در مرحلهٔ اول گزینش

Table 1. Hybridization component and obtained progenies in the first stage

Hybridization component	Seed number	Plantlet number	Selected progeny (First stage) (%)	Selected progeny number (First stage)	Selected progeny number (second stage)	Sucker number	Root number	Root Length (cm)	Rooted section area (cm)
Azayesh1OP	4500	470	8.2	39	7	4.15	11.8	18.69	10
M9×OP(1)	3300	800	3.1	25	1	2.72	11.4	14.36	7.68
M27×OP	1100	70	8.5	6	0	1.83	10.83	21.5	7.66
Azayesh× M9	350	52	17.3	9	2	3.33	7.22	17	8.11
Azayesh ×B9	320	46	21.7	10	2	3	9.9	16	9.2
Azayesh1 × M27	229	35	17.1	6	1	4.5	6.5	14.66	9.3
Morabai× M27	1200	74	4.05	3	-	1	7.3	13	10.3
Morabai× M9	1375	104	4.2	4	-	1.4	10.21	9.2	10.2
Azayesh2×M27	140	27	11.11	3	-	2.6	8/3	3.6	8
M9×OP(2)	4100	340	3.5	12	-	1.9	8	10.63	9.54
Azayesh2OP	1460	264	3.7	10	-	1.6	20.2	8.2	9.4
MorabaOP	3500	750	6.8	51	-	4	9	15	8
Total	21064	3022		218	13				

نتایج گزینش در مرحلهٔ اول نشان داد که آزایش در ترکیب با پایه‌های تجاری B9، M9 و M27 به ترتیب بیشترین نتاج انتخابی را داشتند و نتاج گرده‌افشانی آزاد پایه‌های M9، آزایش و مربایی کمترین نتاج انتخابی را داشتندکه نشان می‌دهد تلاقی کنترل‌شدهٔ پایهٔ بومی آزایش در پایه‌های تجاری B9، M9 وM27 نتاج آسان ریشه‌زا با مقاومت ظاهری به شتهٔ مومی تولید می‌کند و مزیت نسبی این پایهٔ پاکوتاه‌کنندهٔ بومی را نشان می‌دهد درصورتی‌که تلاقی دیگر پایهٔ پاکوتاه‌کنندهٔ بومی یعنی مربایی حدود ۴ درصد نتاج مطلوب ایجاد کرد. نتایج آزمایش با قلمه‌های خشبی و سامانهٔ پاگرما نیز تلاقی آزایش در پایه‌های تجاری M9، B9 و M27 آسان ریشه زایی مطلوب‌تری داشتند و این نتاج انتخابی نهایی بودند و مؤید ریشه‌زایی کپه‌ای بود (جدول ۱).

شمار پایک تولیدی نشان‌دهندهٔ توان افزایشی در شرایط خوابانیدن کپه‌ای است که بیشترین شمار پایک تولیدی به ترتیب مربوط به نتاج ترکیب‌های تلاقی آزایش در M27، M9 و B9 و گرده‌افشانی آزاد آزایش و مربایی بود این روند توان تولید شاخه‌زایی جانبی در شرایط کپه‌ای ژنوتیپ بومی آزایش را نشان می‌دهد که هم در ترکیب تلاقی‌ها و هم در گرده‌افشانی آزاد خود را نشان داده است اما ترکیب تلاقی مربایی که خود کم‌رشد است در دو پایهٔ کم‌رشد M27 و M9 نتاج با توان تولید جسته‌ای جانبی کم تولید می‌کند (جدول ۱). از نظر شمار ریشهٔ تولیدی هم نتاج گرده‌افشانی آزاد آزایش و پایه‌های تجاری M27 وM9 بیشترین شمار ریشه را تولید کردند اما نتاج M27 در دو پایهٔ بومی آزایش و مربایی کمترین شمار ریشه را تولید کردند. بیشترین طول ریشه را نتاج گرده‌افشانی آزاد M27 و آزایش و همچنین ترکیب تلاقی آزایش در M9 و B9 تولید کردند و کمترین طول ریشه مربوط به آزایش در پایهٔ کم‌رشد M27 بود. نتاج پایهٔ بومی کم‌رشد مربایی و پایه‌های تجاری پاکوتاه‌کنندهٔ M27 و M9 و گرده‌افشانی آزاد آزایش بیشترین طول ناحیهٔ ریشه‌زا را داشتند، اما کمترین طول ناحیهٔ ریشه‌زا را نتاج گرده‌افشانی آزاد M27 و M9 تولید کردند. تلاقی پایه‌های بومی مربایی و آزایش که متحمل به خشکی هستند در پایه‌های تجاری پاکوتاه‌کنندهٔ M27 وM9 منتج به تولید نتاج با ناحیهٔ ریشه‌زایی بیشتر و در نتیجه کارایی جذب آب بیشتر و تحمل بیشتر به خشکی می‌شود (جدول ۱).

نتایج نشان داد که در نتاج ناشی از تلاقی رقم آزایش اصفهان با پایه‌های رویشی تجاری سیب، درصد ریشه‌دار شدن نتاج در شرایط خوابانیدن کپه‌ای و

مقاومت ظاهری نسبت به شتهٔ مومی (۲۱/۷درصد)، شمار پایک تولیدشده از گیاه مادری (با میانگین۴/۵ پایک) نسبت به دیگر نتاج میزان بالاتری داشته و به لحاظ صفات دیگر از جمله، شمار ریشه‌های تولیدی، نتاج ناشی از گرده‌افشانی آزاد رقم آزایش با میانگین ۲۰/۲ عدد ریشه در هر پایک، بیشتر از دیگر نتاج بود و بیشترین درصد نتاج آسان ریشه‌زای انتخابی در تلاقی‌های انجام‌گرفتهٔ مربوط به رقم آزایش بود که گویای توان ریشه‌زایی بالای این رقم و مناسب بودن آن به‌عنوان والد مادری در کارهای اصلاح پایه است (Soejima & Bessho, 1996). طول ناحیهٔ ریشه‌زا روی پایک‌ها، در نتاج ناشی از تلاقی رقم مربایی با دیگر پایه‌ها تجاری بیشتر بوده اما پایک‌ها شمار ریشهٔ کمتری تولید کردند و این بیانگر فاصلهٔ بیشتر ریشه‌ها از همدیگر (ریشه‌دهی تنک) و سخت ریشه‌زا بودن رقم مربایی است. نظام ریشه‌زایی روی پایک‌ها نیز متفاوت بود. در نتاج ناشی از گرده‌افشانی آزاد پایهٔ M27 ریشه‌ها از قسمت پایین پایک‌ها خارج شده و طول بیشتری داشتند در قلمه‌های خشبی این نتاج نیز ریشه‌ها از قسمت انتهایی قلمه خارج شده و روی گره‌ها کمترین ریشه تولید شد. شمار پایک‌های تولیدی در نتاج با شمار ریشه‌های تولیدی در هر پایک رابطهٔ عکس داشته و در نتاجی که کمترین پایک را پس از خوابانیدن کپه‌ای تولید کرده (۱/۶)، بیشترین شمار ریشه (۲۰/۲) در هر پایک تولید کردند (جدول۱).

جدول تجزیهٔ واریانس نشان داد توان ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی ژنوتیپ‌های انتخابی به لحاظ شمار ریشه در سطح ۵درصد و طول ریشه در سطح ۱درصد تفاوت معنی‌داری نشان دادند اما قلمه‌ها از نظر قطر تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول۲).

جدول ۲. تجزیهٔ واریانس ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی در نتاج انتخابی

Table 2. Variance analysis of rooting of cuttings (hard wood) in selected progenies

S.O.V	Cutting diameter	Root number	Root Length	df
genotype	149.7^{ns}	7.75*	3.5**	
error	157.21	6.05	2.35	93
C.V	16.35	21.45	26	

**، * و ns: معنی‌دار در سطح ۱درصد و ۵درصد، و غیرمعنی‌داری.

**, *, ns: Significant at the 1% and 5% probability levels and Non-significant.

مقایسهٔ میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی مربوط به نتاج پایهٔ بومی آزایش در پایه‌های تجاری و گرده‌افشانی آزاد آزایش بود و کمترین درصد ریشه‌زایی را نتاج گرده‌افشانی آزاد مربایی داشتند و بیشترین طول ریشه هم همانند درصد ریشه‌زایی مربوط به نتاج آزایش در پایهٔ تجاری M9 و گرده‌افشانی آزاد آزایش بود. این نتایج نشان می‌دهد که نتاج انتخابی در این پروژهٔ اصلاحی آسان ریشه‌زاتر از پایهٔ تجارتی M26 که یک پایهٔ آسان ریشه‌زاست، هستند. بیشترین شمار ریشهٔ قلمه‌های خشبی نتاج به ترتیب مربوط به آزایش گرده‌افشانی آزاد یک (چهار عدد)، آزایش در B9 هفت (۳/۶ عدد) آزایش گرده‌افشانی آزاد شش و شاهد آسان ریشه‌زایی MM106 (۳/۵ عدد) بود (جدول ۳). Karakurt *et al.* (2009) در تیمار قلمه‌های چوب سخت MM106 با IBA 1000 ppm، ۲۰ درصد ریشه‌زایی گزارش کردند درحالی‌که در این آزمایش در تیمار ۲۵۰۰ ppm پایهٔ MM106، ۳۳ درصد ریشه‌زایی مشاهده شد. آنان میانگین شمار ریشه و طول ریشه را به ترتیب ۱۶/۵ عدد و ۱۵ سانتی‌متر گزارش کردند درحالی‌که در این آزمایش در تیمار پایهٔ MM106 شمار ریشه و طول ریشه به ترتیب ۳/۵ عدد و ۳ سانتی‌متر است و در نتاج انتخابی به‌دست‌آمده از این پروژه بیشتر از این مقدار بود (جدول ۳) تحقیقات در شرایط کشور نشان داده است که پایهٔ MM106 نسبت به دیگر پایه‌های آزایش و B9 به‌جز (M26) آسان ریشه‌زاتر هستند اما در این آزمایش قلمه‌های ناشی از نتاج گرده‌افشانی آزاد آزایش و همچنین تلاقی‌های کنترل‌شدهٔ آسان ریشه‌زاتر از MM106 و M26 بودند (Pirkhezri *et al*., 2011).

افزون بر تفاوت ژنوتیپ‌های انتخابی به لحاظ توان ریشه‌زایی، همبستگی صفات نیز با استفاده از روش وایازی (رگرسیون) بررسی شد، نتایج نشان داد که بیشترین همبستگی مثبت و معنی‌دار بین، شمار و طول ریشه‌های تولیدشده در سطح ۱ درصد و سپس بین طول و شمار ریشه‌ها با قطر قلمه در سطح ۵ درصد، وجود دارد (جدول۴)، یعنی قطر بیشتر قلمه به دلیل ذخیرهٔ غذایی بیشتر منجر به تولید شمار و طول بیشتر ریشه می‌شود. در آزمایشی روی پایه‌های رویشی مالینگ همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح

۱ درصد بین طول ریشه و شمار ریشه (۰/۳۶۴)، قطر قلمه و شمار ریشه (۰/۳۱۳) گزارش شده بود (Pirkhezri *et al*., 2011).

جدول۳. مقایسهٔ میانگین ریشه‌زایی، شمار و طول ریشه، در آزمایش قلمه‌های خشبی نتاج انتخابی

Table 3. Mean comparison of Percent of rooting, number and length of roots, in hard wood cuttings of selected progenies

Hybridization componen	Rooting (%)	Root length (cm)	Root number
MorabaOP	25^{c}	2.5^{ab}	3^{a}
Azayesh1OP	50^{b}	3^{a}	4^{a}
Azayesh4× M9	60^{a}	3.5^{a}	2.5^{ac}
Azayesh8× M9	40^{b}	1.7^{bd}	2^{ab}
Azayesh2 × M27	40^{b}	2.7^{ab}	1.1^{ac}
Azayesh7× B9	40^{b}	2^{bd}	3.6^{a}
Azayesh8× B9	37.5^{bd}	3.5^{a}	2.5^{ac}
Azayesh6OP	40^{b}	1.6^{bd}	3.5^{a}
Azayesh8OP	30^{c}	1.5^{bd}	1.9^{ac}
Azayesh36OP	30^{c}	1.2^{bd}	0.9^{c}
MM106 (control)	33^{c}	3^{a}	3.5^{a}
M26(control)	33.3^{c}	0.8^{cd}	0.8^{c}

میانگین‌های در هر ستون و برای هر عامل که دست‌کم یک حرف مشترک دارند بر پایهٔ آزمون دانکن در سطح احتمال ۵درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.
OP: گرده‌افشانی آزاد.

Mean in each columns, followed by at last one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan´s Multiple Range Test.
Op: Open pollinated.

جدول ۴. همبستگی صفات اندازه‌گیری‌شده در قلمه‌های خشبی ژنوتیپ‌های آزمایشی

Table 3. Correlation coefficient between measured traits of hard wood cuttings in tested genotypes

trait	Root number	Root length	Cutting diameter
Root number	1		
Root length	0.072^{*}	1	
Cutting diameter	0.076^{*}	0.691^{**}	1

** و *: ضریب همبستگی در سطح ۱درصد و ۵ درصد معنی‌دار است.
**, *: Significant at the 1% and 5% probability levels.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج ریشه‌زایی قلمه‌های خشبی با ریشه‌زایی نتاج در شرایط خوابانیدن کپه‌ای هماهنگ است، ترکیب‌های تلاقی که در شرایط خوابانیدن کپه‌ای ریشه‌زایی مناسبی داشته‌اند قلمهٔ خشبی آن‌ها نیز وضعیت ریشه‌زایی بهتری از خود نشان دادند. به‌طورکلی نتایج نشان می‌دهد که طول ریشه در نتاج ناشی از تلاقی کنترل‌شدهٔ بهتر و بیشتر از نتایج ناشی از گرده‌افشانی آزاد والدین عمل کرده است و آن هم به دلیل آسان ریشه‌زا بودن والدین و انتقال این صفت به نتاج است. درنهایت شمار سیزده ژنوتیپ با ریشه‌زایی آسان (با قابلیت ریشه‌زایی بیشتر از ۳۰ درصد) در میان نتاج انتخاب و پس از علامت‌گذاری، دیگر نتاج سخت ریشه‌زا حذف شد (غربال ثانویه). ویژگی‌هایی که نتاج انتخابی نهایی دارند به شرح زیر است:

گرده‌افشانی آزاد آزایش که بیشترین نتاج انتخابی نهایی را داشت (هفت عدد)، دارای درصد ریشه‌زایی بالا، ریشه‌زایی از همهٔ گره‌ها، ریشه‌های طولانی باریک، نخی شکل و عمیق که استقرار مناسب و تحمل به خشکی بالایی در خاک دارند. نتاج انتخابی آزایش در M9 (دو عدد)، دارای توان ریشه‌زایی بالا و تولید ریشه‌های عمیق در بستر باغ استقرار خوبی دارند. نتاج آزایش در B9 (دو عدد)، شمار ریشه در واحد طول بیشتر و افشان دارند و به دلیل سطح جذب بالا در مناطق با آب کافی، کیفیت محصول بالا خواهد بود. نتاج آزیش در M27 (یک عدد) ریشه‌زایی قلمه‌ها بیشتر از ته قلمه‌ها صورت می‌گیرد این ویژگی در والد M27 نیز مشاهده می‌شود و از گره‌ها ریشهٔ کمتر تولید می‌شود به همین دلیل استقرار در خاک ضعیف است و نیاز به قیم دارد. این نتاج برای مراحل پیشرفتهٔ انتخاب شامل سازگاری منطقه‌ای، توان رشد، پاکوتاه‌کنندگی، القای زود باردهی و مقاومت به بیمارگر (پاتوژن)ها وارد مرحلهٔ بعد خواهند شد. با توجه به نتایج این تحقیق ژنوتیپ بومی آزایش می‌تواند به‌عنوان والد مادری بسیار خوب در برنامه‌های مبتنی بر تلاقی با دیگر پایه‌های آسان ریشه‌زای تجاری برای هدف‌های اصلاحی دیگر به‌کار گرفته شود.

REFERENCES

1. Davoodi, A. (2000). *Evaluation of resistance of apple and pear cultivars to fire blight*. M.Sc. thesis. Faculty of Agriculture, University of Tabriz, 128. (in Farsi)
2. Ebadi, A. (1990). *Effect of factors on rooting of apple cutting, Faculty of Agriculture*. M.Sc. thesis. University of Tehran, 128. (in Farsi)
3. Eleving, D.C., Schecter, I. & Hatchinson, A. (1993). The history of the Vineland (v.) Apple rootstocks. *Fruit Varieties Journal*, 47(1), 52-59.
4. Fisher, M. (1996). Semi dwarf apple rootstock from dersen-pilinitz. Eucapia symposium on fruit breeding and genetics. *Acta Horticulture*, 484, 183-187.

5. Granger, R.L., Rousselle, G.L., Meheriuk, M. & Quamme, H.A. (1991). Promising winter hardy apple rootstocks from a breeding program at Morden, Manitoba. *Fruit Variety Journal*, 45, 185-187.
6. Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies, F. T. & Geneva, R. L. (2002). *Plant Propagation*. 7th Edition. *Haworth Press*, USA 410pp.
7. Jakubowski, T. (1996). Preliminary evaluation of new apple rootstocks clones. Eucapia symposium on fruit breeding and genetics. *Acta Horticulturae*, 484, 97-101.
8. James, N. C. & Aldwinckle, H. (1983). Breeding Rootstocks, Plant Breeding Reviews, 1, 295-394.
9. Janick, J. (2002). History of the PRI apple breeding program. *Acta Horticulturae*, 595, 55-59.
10. Janick, J., Cummins, J.H., Brown, S.K. & Hemmat, M. (1996). Apples, p.1-77, In J. Janick and J.N. Moore (*eds*). *Fruit breeding. Wiley*, Newyork.
11. Karakurt, H., Aslantas, R., Ozkan, G. & Guleryuz, M. (2009). Effects of indol-3-butyric acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 apple rootstock. *African Journal of Agricultural Research*, 4(2), 60-64.
12. Khanizadeh, S., Groleau, Y., Granger, R., Cousineau, J. & Rousselle, G. L. (2000) New Hardy Rootstock from the Quebec Apple Breeding Program. *Acta Horticulturae*, 538(2), 719-721.
13. Khanizadeh, S., Groleau, Y. Levasseur, A., Granger, R., Rousselle, G.L. & Davidson, C. (2005). Development and evaluation of St Jean-Morden apple rootstock series. *Horticulture Science*, 40, 521-522.
14. Maniee, A.A. (2002). Apple. *Entesharat Fani Co*. 157pp. (in Farsi)
15. Pirkhezri, M., Atashkar, D., Hajnajari, H. & Fathi, D. (2011). Effect of various treatments on rooting of some apple (*Mallus domestica* Borkh.) clonal rootstocks. *Seed and Plant Production Journal*, 26(2), 193-2006.
16. Radnia, H. (1997). Rootstocks for fruit crops. *Agriculture Training Publication*, 637pp (in Persian).
17. Rezai, R. & Hassani, G. (2003). *Apple breeding in the world*. Seed and Plant Improvement Institute, 112pp. (in Farsi)
18. Soejima, J., Bessho, H. & Komori, S. (1996). New apple rootstocks, ARM1, ARM7 and ARM8. Eucapia symposium on fruit breeding and genetics. *Acta Horticulturae*, 484, 217-221.
19. Tony, W., Kento, B. & Evens, K. (2000). Breeding and evaluation of new rootstocks for apple, pear and sweet cherry. In: *43rd annual IDFTA conference*, Newzeland.
20. Johnson, W. C. (2000). Methods and results of screening for disease and insect apple rootstocks .In: *43rd annual IDFTA conference*, Newzeland.
21. Zagaja, S.W., Jakubowski, T., Piklo, A. & Prybyla, A. (1989). Preliminary evaluation of new clone's apple rootstocks. *Fruit Science*, 16, 205-213.

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 47, No. 2, Summer 2016

Production and primary evaluation of apple (*Mallus domestica* Borkh.) hybrid rootstocks

Dariush Atashkar[1], Mohialdin Pirkhezri[2*] and Amir Abbas Tagizadeh[3]
1, 2, 3. Instructor, Assistant Professor and Former M.Sc. Student, Horticulture Research Department, Seed and Plant Improvement Research Institute, P.O.Box. 4119, Karaj, 31585, Iran
(Received: Jan. 3, 2015 - Accepted: Mar. 2, 2015)

ABSTRACT

Apple is the most important fruits in the world and development of vegetative rootstocks is the priority of our country. To obtain apple rootstocks compatible with soil conditions in Iran, many crosses were carried out among native-dwarf genotype (Azayesh and Morabaee) as female parents and commercial rootstocks (B9, M9, M27) as male parents from 2005 to 2007. Primary evaluation of progenies was done for selecting of easy rooted and Mealy Aphid (*Eriosoma Lanigerum*) resistance. 218 genotypes were selected among 3032 hybrids based on high resistance to Mealy Aphid and high rooting ability. Rooting ability of hard wood cuttings, in hot bed conditions evaluated in the second phase and 13 genotypes with high length and number of roots as well as callus amount were selected. Results showed that progeny of Azayesh × (M27, M9 and B9) had high rooting ability while progeny of Morabaee × (M27, M9 and B9) had low rooting ability. Ratios of main root number to hairy root number on open pollinated progeny of Iranian genotypes were more than imported rootstocks. These characteristics are important for establishment of rootstocks in soil and for their drought tolerance. They also indicate better acclimation ability to soil conditions of our country.

Keywords: Breeding, hybridization, progeny, rooting ability.

* Corresponding author E-mail: pirkhezri_mohi@yahoo.com Tel: +98 26 36702541