مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۲ شماره ۱ صفحه های ۱۱۷ تا ۱۳۴ (۱۴۰۰)
مقاله پژوهشی

اثرهای پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ سیب بر کنترل رشد رقم‌های پیوندی[1]

The Effects of Clonal Crown Rot Tolerant Rootstocks of Apple on the Growth Control of Grafted Cultivars

فهیمه رشیدی، حسن حاج نجاری*، میترا میرعبدالباقی، انسیه قربانی و محی الدین پیرخضری[2]

چکیده

ارزیابی درختان ۲ و ۳ ساله ۶۰ ترکیب پیوندی رقم‌های ردلیشز و گلدن‌دلیشز پیوندی روی سری پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ سیب در کنار شش پایه همگروهی تجاری با هدف تعیین قدرت پاکوتاه‌کنندگی انجام گرفت. تعداد شاخه‌های جانبی، طول شاخه، تعداد جوانه‌های رویشی، سطح سایه‌گستر، طول میانگره، ارتفاع نهال، میزان رشد و قطر شاخه‌های یکساله، سه شاخص قطری پایه، محل پیوند و رقم، عادت رشد، تعداد و طول پاجوش بررسی شد. مقایسه میانگین و تجزیه خوشه‌ای نشان داد ۱۱ ترکیب پیوندی و شاهد M7 در یک زیرگروه قرار گرفتند. رده‌بندی قدرت پاکوتاه‌کنندگی به روش تغییر یافته، در پنج گروه، تنها بر اساس ویژگی طول شاخه‌های جانبی صورت گرفت. سری پایه‌های‌همگروهی در رده‌های بسیارپاکوتاه (۸ پایه)، پاکوتاه (۶ پایه)، میان‌پاکوتاه (۶ پایه)، پررشد (۷ پایه) و خیلی‌پررشد (۳ پایه) توزیع شدند. سه رده خیلی‌پاکوتاه، پاکوتاه و میان‌پاکوتاه از سطح‌سایه‌گستر کوچکتری نسبت به شاهدهای پاکوتاه رایج جهانی برخوردارند. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌های حاصل از ویژگی‌های رشدی به‌ویژه طول و تعداد شاخه‌های جانبی، ارتفاع نهال و رشد شاخه‌های یکساله دو رقم پیوندی و ترکیب پیوندی شاهد M7 به روش دانکن انجام شد. طرح آزمایشی فاکتوریل بر پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد.

واژه‌های کلیدی: سیب، پایه همگروهی، قدرت پاکوتاه‌کنندگی، پوسیدگی پاهنگ، ترکیب پیوندی، ویژگی‌های رشدی.

مقدمه

برنامه به‌نژادی پایه‌های سیب اهمیت بسیار زیادی در سطح جهان یافته است. در برنامه‌های کلاسیک[3] به‌نژادی تولید پایه‌های همگروهی[4] سیب، نتاج پایه حاصل از والدهای انتخابی طی عبور از غربال‌های متوالی گزینش می‌شوند. به این ترتیب، دورگه‌های پایه امیدبخش دربرگیرنده مجموعه‌ای از داده‌های ژنتیک سودمند از ویژگی‌های کمی، کیفی و تحمل به تنش‌ها هستند که قابلیت استقرار و فعالیت‌های زیستی دوسویه آن‌ها را با پیوندک و خاک در یک اقلیم خاص امکان‌پذیر می‌سازد. ریخته[5] پیوندک به دلیل برخورداری از ویژگی‌های عادت رشد، قدرت رشد، عادت باردهی، تراکم گلدهی، زودباردهی، میوه‌بندی، زمان رسیدن و تولید میوه با شکل، اندازه، رنگ و طعم متمایز می‌شود. از سویی، ریخته پایه همگروهی افزون بر

۱- تاریخ دریافت: ۹۹/۶/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۲۷

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، دانشیار پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استادیار پژوهشی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استادیار پژوهشی پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
* نویسنده مسئول، الکترونیک: (hajnajarih@gmail.com).

۳- Classic ۴- Clonal ۵- Genome

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

ویژگی‌های سهل‌ریشه‌زایی، کنترل قدرت‌رشد تاج و ترکیب‌پذیری با رقم‌های پیوندی در فعالیت‌های زیستی مانند جذب انتخابی، مقاومت به قارچ‌های خاکزی، تحمل به ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک و همخوانی با پیوندک نقش تخصصی کامل تمایزیافته و متفاوتی ایفا می‌کند. به‌کارگیری پایه‌های همگروهی در یک زیست‌بوم زمانی گسترش می‌یابد که به تنش‌های اقلیمی جوی و موجود در خاک و آب نیز سازگاری مطلوب داشته باشند. دیگران تاکید کرده‌اند پایه نقش اساسی در کنترل رشد و نمو پیوندک، کمیت و کیفیت میوه و نیز مقاومت به تنش‌های زیستی و غیرزیستی دارد (۲۶). طی یک برنامه پژوهشی مشترک با هدف بررسی کارآیی ۱۸ پایه همگروهی سیب کورنل-جینوا[۱]در موسسه تحقیقات باغبانی فرانسه، بین پایه‌ها تنوع بالایی در قدرت ریشه‌زایی ثبت شد که بیشتر پایه‌ها از قدرت ریشه‌زایی بالای ۷۰ درصد برخوردار بودند. از سال ۲۰۰۱، بررسی پایه‌ها با هدف سازگاری به خاک‌های مختلف به شش کشور دیگر اروپای شمالی و جنوبی گسترش داده شد. در فرانسه، پایه‌های انتخابی سازگار CG7, CG11, CG13, CG30 و CG202 تکثیر و در مناطق مستعد سیب‌کاری مورد بهره‌برداری قرار گرفتند (۲۱). هرچند پیوندک‌های همگروه رقم‌ها دارای ویژگی‌های فنو-مرفو-پومولوژیک[۲] یکسان هستند، اما ریخته پایه می‌تواند به صورت معنی‌داری بر ویژگی‌های پیوندک مانند ارتفاع درخت، حجم تاج، سطح سایه گستر، زودباردهی، میوه بندی، مقاومت به بیماری‌های ویروسی و تحمل به تنش‌های غیرزیستی اثر مستقیم بگذارد (۱۳). انتخاب پایه مناسب برای رقم‌های تجاری می‌تواند ویژگی‌های پیوندک را به اندازه‌ای تغییر دهد که به لحاظ اقتصادی سودمند باشد. برهم‌کنش ژنوتیپ‌های پایه و پیوندک پیچیده است، زیرا سیستم ریشه‌ای پایه در ازای تامین آب و عنصرهای معدنی، نیاز به کربوهیدرات‌های حاصل از فتوسنتز و تبادل هورمون‌ها با ریخته پیوندی دارد (۲۶). پایه به غیر از کنترل رشد و تغییر ساختار اسکلت درخت، می‌تواند در افزایش تحمل رقم به آفات و بیمارگرهای خاکزی نقش داشته باشد. ویژگی‌های اندازه تاج، زودباردهی، تراکم گل‌دهی، سال‌آوری و سطح باردهی پیوندک در خاک‌های مختلف و نیز تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی می‌تواند توسط پایه بهبود یابد (۵). ساز وکار القای تغییرها توسط پایه بر ویژگی‌های رقم به خوبی شناخته نشده است، هرچند فرضیه‌هایی چون کاهش عنصرهای غذایی، جریان آب و تغییر در غلظت هورمون‌ها مطرح شده است. به احتمال چنین اثرهایی می‌تواند به تغییرهای تشریحی بافت‌ها و برهمکنش ترکیب‌های مختلف پایه/پیوندک در محل پیوند مرتبط باشد. فرضیه اثبات‌نشده دیگری مبنی بر قدرت پایه درتغییر الگوی بیان ژن پیوندک نیز ارائه شده است (۱۱، ۱۲). یک تاثیر دیگر پایه‌های متحمل به بیماری، افزایش سطح تحمل آتشک در پیوندک می‌باشد (۷). مدیریت ضعیف آبیاری، شرایط را برای شیوع بیمارگر قارچی پوسیدگی پاهنگ Schroet (L. & C.) *Phytophthora cactorum* ، در هر سن و یا رقم، در بافت پوست تنه درخت زیرخاک و نزدیک یقه[۳] درخت مهیا می سازد. به دلیل خطرناک‌بودن بیماری پوسیدگی پاهنگ تحقیق‌های متعددی در مورد اثر پایه‌های مقاوم به بیمارگر بر ویژگی‌های پیوندک انجام شده است (۲۸). طی پنج سال، Russo و همکاران (۲۰)، تاثیر ۴۳ پایه‌ی همگروهی سیب شامل ۲۳ پایه از سری کورنل-جینوا، M9, M7, M26, M27 و دیگر ژنوتیپ‌های پایه را بر افزایش سطح تحمل به بیماری رقم‌های گالا[۴]، گلدن دلیشز[۵] و هانی کریسپ[۶] بررسی کردند. آن‌ها نتیجه گرفتند ترکیب‌های پیوندی مختلف در مقابل بیماری‌های آتشک و پوسیدگی ریشه از سطوح تحمل مختلفی برخوردار بودند، برای مثال دو ترکیب پیوندی گلدن‌دلیشز-M9 و گلدن‌دلیشز-M26 حدود ۳۰ درصد کمتر از شاهد دچار بیماری شدند. تاثیر سه پایه بوداگوفسکی[۷]، پنج پایه‌ی جینوا و دو پایه‌ی مالینگ[۸] بر زیست‌ساخت هورمون‌ها و غلظت‌های مختلف در 'هانی کریسپ' توسط لوردان و همکاران (۱۵) مورد سنجش قرار گرفت. افزون بر نیمرخ هورمونی آنان، عملکرد، قدرت رشد[۹]، زاویه شاخه‌ها و شکوفایی جوانه‌ها را نیز مطالعه کردند. نتیجه‌ها به وضوح بیان‌گر تغییر نیمرخ هورمونی پیوندک و در نتیجه تغییر معنی‌دار در سایر ویژگی‌ها بود. آن‌ها بیان داشتند در تکثیر پیوندک‌های حساس به آتشک و پوسیدگی ریشه، استفاده از پایه‌های مقاوم ضرورت دارد. طی یک بررسی میدانی در جمهوری چک، برهمکنش پایه-پیوندک ۱۴ پایه‌ی پاکوتاه و نیمه پاکوتاه سیب بر ویژگی‌های رویشی، قدرت رشد پنج رقم انتخابی در دو باغ آزمایشی بررسی شد و برای هریک پایه مناسب شناسایی شد (۱۴). یکی از اهداف به‌نژادی پایه سیب، در کشورهای اروپایی تولید پایه‌های همگروهی پاکوتاه با تحمل نسبی به پوسیدگی طوقه

۱- Cornell-Geneva ۲- Pheno-Morpho-Pomologic ۳- Collar ۴- Gala ۵- Golden Delicious
۶- Honey Crisp ۷- BudaGovski ۸- Malling ۹- Tree vigor

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

در انگلستان شامل M9 و M7، پژام۲ [۱]در فرانسه و NAKH T340 در هلند است (۱۸) که افزون بر عملکرد و کیفیت بالا به بیماری‌های خاک‌زاد و آفت‌ها نیز مقاوم باشند. در درختان میوه، رقم‌ها بر پایه‌هایی با ریخته متفاوت نیز قابل پیوند می باشند. پایه‌های همگروهی بر اساس ویژگی‌هایی چون سهل‌ریشه‌زایی، ترکیب‌پذیری با رقم‌های مختلف، تحمل به تنش‌های زیستی و غیرزیستی و توانایی آن‌ها در افزایش بازدهی و اقتصادی پدیدگان [۲] پیوندک انتخاب می‌شوند. در پیوند رقم‌های تجاری بر سری پایه های همگروهی جدید امکان یافتن ویژگی‌های ژنتیک پایه‌ها و نیز اثرهای آن‌ها بر پدیدگان پیوندک میسر می شود (۲۴). هدف این پژوهش به‌نژادی تولید پایه‌های همگروهی سیب متحمل به پوسیدگی طوقه در سطوح مختلف پاکوتاه‌کنندگی و سازگار به خاک‌های نوعی مناطق پرورش سیب کشور می باشد.

در هر برنامه به‌نژادی دستیابی به داده‌های فیلوژنی [۳] ماده‌های گیاهی اساسی‌ترین گام برای انتخاب والدهای مناسب برای تولید نتاج [۴] نسل اولی مطلوب با هدف اصلاحی است. والدهای پایه‌های همگروهی بر اساس ویژگی‌های قدرت رشد، مقاومت به زردبرگی حاصل از کمبود آهن و سازگاری با ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک مانند تحمل به بافت سنگین و آهکی با طبیعت قلیایی انتخاب شدند. حاج‌نجاری (۷) در پایان بررسی سطح مقاومت ۸۹ رقم و نژادگان سیب تجاری به بیماری آتشک در شرایط آلودگی طبیعی با استفاده از سیستم استاندارد یو.اس.دی.آ[۵]، دو والد انتخابی پاکوتاه 'آزایش' و 'زینتی' را بسیار مقاوم و والدهای مربایی و نوردرن اسپای [۶] را در گروه مقاوم گزارش نمود. در پایان ارزیابی ویژگی‌های رویشی درختان سیب در کلکسیون، ۳۰ رقم بومی و وارداتی از نظر قدرت رشد به گروه‌های مختلف تفکیک شدند. این رده‌بندی در برنامه‌های به‌نژادی رقم، پایه و نیز استفاده مستقیم برای احداث باغ‌های متراکم و نیمه‌متراکم کاربرد دارد. در یک تحقیق هفت ساله میدانی با انجام عملیات خودگرده افشانی مصنوعی سالانه، سطوح خودسازگاری ۸۹ رقم و نژادگان سیب مستقر در کلکسیون ایستگاه تحقیقات باغبانی کمالشهر کرج ارزیابی شد. افزون بر خودگرده‌افشانی دستی در شرایط باغ، رشد لوله گرده به روش میکروسکوپ فلورسنت و آزمایش‌های ملکولی مطالعه شد. بر اساس نتیجه‌های این پژوهش دو والد انتخابی بسیار پاکوتاه 'مربایی' و 'زینتی' خودسازگار و رقم آزایش خودناسازگار شناسایی شدند (۸). 'نوردرن اسپای' والد پایه MM106 حامل ژن تحمل به شته مومی Rom and Carlson (۱۸) با قدرت رشد متوسط نیز به عنوان یک والد مادری در برنامه به‌نژادی سری پایه‌های همگروهی سیب انتخاب شد. دانهال‌های دورگه ناتنی یکساله والدهای انتخابی داخل گلخانه ترموستاتیک در شرایط گلدانی با جدایه‌های بیماری‌زای بیمارگر پوسیدگی پاهنگ تحت آلودگی مصنوعی قرار گرفتند و در نهایت ۹۹ دانهال با بالاترین سطح تحمل انتخاب شدند (۲۲). طی چهار سال بررسی، روش‌های تکثیر قلمه و خوابانیدن کپه‌ای در نهالستان موسسه، ۳۳ نژادگان پایه دورگه ناتنی سهل‌ریشه‌زا انتخاب و بقیه نتاج در پایان آزمون سهل‌ریشه‌زایی غربال و حذف شدند. 'رد دلیشز' و 'گلدن‌دلیشز' بر پایه‌های همگروهی سهل‌ریشه‌زا پیوند شدند. با انتقال ترکیب‌های پیوندی، یک باغ آزمایشی واقع در نهالستان ۴۰۰ هکتاری احداث شد. گزارش مقدماتی در خصوص انجام برنامه به‌نژادی و گزینش ۳۳ پایه همگروهی در کنگره انجمن بین المللی باغبانی ارائه شد (۹).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ادامه برنامه به‌نژادی بلند مدت ۱۵ساله با هدف تولید پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ سیب صورت پذیرفت. درختان ۲ و ۳ ساله 'گلدن‌دلیشز' و 'رددلیشز' پیوندی بر سری پایه‌های همگروهی طی سال‌های ۹۴ و ۹۵، بررسی شدند (جدول ۱). تعداد ۳۰ پایه همگروهی در ترکیب با دو رقم، هر ترکیب سه تکرار، در مجموع ۱۸۰ درخت از ۶۰ ترکیب پیوندی مختلف در کنار شش پایه تجاری کشت شدند. در اولین فصل رویشی، برخلاف ثبت داده‌های ویژگی‌های زودبرگدهی، مرحله رشدی برگ، طول و عرض پهنک ترکیب‌های پیوندی، طغیان آفت ملخ موجب خسارت شدید به تاج درختان شد. سال ۱۳۹۵، ویژگی‌های تعداد و طول شاخه‌های جانبی بلندتر از ۱۵ سانتی متر از محل اتصال به تنه شمارش شد. با تقسیم میانگین به‌دست آمده از طول شاخه‌های جانبی بر تعداد شاخه های بلند، اندازه سطح سایه‌گستر به عنوان مولفه مهم قدرت پاکوتاه‌کنندگی پایه‌های همگروهی در هر ترکیب پیوندی محاسبه و ثبت گردید. دیگر ویژگی‌های رشدی شامل

Pajam2 -۱ Genotype -۲ Phylogeny -۳ Progeny -۴ United State Depatment of Agriculture -۵
Northen Spy -۶

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]
[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

رشد شاخه‌های یکساله، قطر شاخه یکساله، تعداد جوانه های رویشی، طول و تعداد میانگره اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های رشدی قطر تنه درختان در سه مقطع، شامل قطر پایه از ۵ سانتی‌متری پایین محل پیوند، محل اتصال پیوند و نیز قطر رقم پیوندی از ۸ سانتی‌متری بالای محل پیوند با استفاده از کولیس اندازه گیری شد. ارتفاع نهال با استفاده از خط‌کش مدرج چوبی از محل پیوند تا انتهای محور مرکزی ثبت شد. تعداد و طول پاجوش‌ها شمارش و محاسبه میانگین‌ها برای هر پایه همگروهی صورت گرفت. عادت رشدی درخت بر اساس توصیفگر سیب در سه دسته‌ی گسترده، افراشته و آویخته به صورت مشاهده‌ای بررسی شد. خسارت آفت‌ها و بیماری یادداشت برداری شد. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در باغ آزمایشی واقع در نهالستان ۴۰۰ هکتاری زیر نظر پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری در شرایط آب و هوایی کرج انجام شد. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از ویژگی‌های رشدی به ویژه طول و تعداد شاخه‌های جانبی، ارتفاع نهال و رشد شاخه‌های یکساله و ترکیب‌های پیوندی و شاهد M7 به صورت طرح فاکتوریل و با استفاده از نرم افزار SPSS ورژن ۲۱ و مقایسه میانگین به روش دانکن و تجزیه کلاستر با استفاده از نرم افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام شد. آنالیز تجزیه کلاستر سری پایه‌های دورگه همگروهی امیدبخش سیب و مقایسه میانگین با آزمون دانکن رده‌بندی قدرت پاکوتاه‌کنندگی با استفاده از تمامی ویژگی‌های رشدی در پنج گروه خیلی پررشد (MM111)، پررشد (MM106)، میان‌پاکوتاه (Sup4، M7)، پاکوتاه (M9) تا خیلی‌پاکوتاه (P22) صورت گرفت. در این تحقیق از روش تغییر یافته Rom and Carlson (۱۸) صرفا بر اساس ویژگی میانگین طول شاخه‌های جانبی برای رده‌بندی قدرت پاکوتاه‌کنندگی سری پایه همگروهی امیدبخش و پایه‌های خارجی استفاده شد. درختان همسال 'رددلیشز' و 'گلدن‌دلیشز' پیوندی بر شش پایه همگروهی تجاری با درجه‌های مختلف پاکوتاهی برای تشخیص قدرت کنترل رشد سری پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ مستقر در باغ آزمایشی را فراهم ساخت.

جدول ۱- فهرست پایه‌های همگروهی امیدبخش متحمل به پوسیدگی پاهنگ سیب و پایه‌های تجاری شاهد.

Table 1. The list of promising apple clonal rootstocks tolerant to crown rot and commercial control rootstocks.

پایه‌های شاهد Thesis rootstocks	ردیف۱ Row1	پایه امیدبخش Promising rootstock	ردیف۲ Row2	پایه امیدبخش Promising rootstock	ردیف۳ Row3	پایه امیدبخش Promising rootstock	ردیف۴ Row4
P22	۱ 1	ZN2	۷ 7	MS19	۱۷ 17	MS1	۲۷ 27
M9	۲ 2	ZN5	۸ 8	MS20	۱۸ 18	MS2	۲۸ 28
S4	۳ 3	ZN8	۹ 9	MS22	۱۹ 19	MS3	۲۹ 29
M7	۴ 4	ZN11	۱۰ 10	MS23	۲۰ 20	MS4	۳۰ 30
MM106	۵ 5	ZN12	۱۱ 11	MS28	۲۱ ۲۱	MS6	۳۱ 31
MM111	۶	NS2	۱۲ 12	MS30	۲۲ 22	MS8	۳۲ 32
	6	NS3	۱۳ 13	MS32	۲۳ 23	MS9	۳۳ 33
		NS4	۱۴ 14	MS35	۲۴ 24	MS10	۳۴ 34
		MK2	۱۵ 15	MS40	۲۵ 25	MS17	۳۵ 35
		MK4	۱۶ 17	ZN1	۲۶ 26	MS18	۳۶ 36

نتایج و بحث

در این آزمایش ویژگی‌های رشدی دو رقم گلدن‌دلیشز و رددلیشز روی ۳۰ پایه همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ، در قالب ۶۰ ترکیب پیوندی در مقایسه با شش پایه همگروهی تجاری در قالب ۱۲ ترکیب و در مجموع مقایسه میانگین ۷۲

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

ترکیب پیوندی ابتدا توسط آزمون دانکن صورت گرفت (جدول های ۲ و ۴). آزمون دانکن بر ۱۴ ویژگی رشدی در ۶۰ ترکیب پیوندی در مقایسه با شش پایه همگروهی شاهد شرایط را برای مقایسه درون سری پایه‌های همگروهی بومی و نیز با ۱۲ ترکیب شاهد فراهم ساخت. نتیجه‌های مقایسه میانگین داده‌های فنوتایپینگ توسط آزمون دانکن نشان داد سطح بیان ژن‌های مسئول هر یک از ویژگی‌های رشدی به دلیل برهمکنش رقم-پایه چگونه بین دو حد بیشینه و کمینه زیر تاثیر نوع پایه قرار گرفت. بررسی بیشتر کنترل قدرت رشد پایه بر رقم با استفاده از داده‌های ثبت شده همه ویژگی‌های رویشی رقم‌های پیوندی، گروه بندی پایه‌های همگروهی توسط تجزیه خوشه‌ای صورت گرفت (شکل ۱). در ابتدا نتیجه‌های برخی ترکیب‌های پیوندی با کمترین نوسان ویژگی‌های رویشی و عوامل موثر بررسی می‌شوند.

عادت رشد

ویژگی عادت‌رشد رقم‌های پیوندی بر هیچ‌یک از ۳۰ پایه‌ی رشدی و رقم‌های رایج تجاری معنی‌دار نشد. برخلاف گزارش Marini (۱۶) در خصوص نقش پایه در تغییر عادت‌رشد رقم پیوندی، در تحقیق حاضر به دلیل عوامل دوره جوانی، عدم باردهی و نبود وزن میوه برای خم کردن شاخه‌ها شرایط لازم برای ایجاد زاویه شاخه‌های جانبی نسبت به محور مرکزی تغییر در عادت‌رشد پدید نیامد. بنابراین اختلاف معنی‌داری در عادت‌رشد درختان جوان پیوندی بر پایه‌ها مشاهده نشد (جدول ۲). به نظر می‌رسد با افزایش سن درختان تاثیرپذیری تغییر عادت‌رشد بسته به رقم واقع می‌گردد. دیگران مشاهده کردند درختان شش‌ساله با عادت‌رشد متفاوت در ترکیب با پایه‌های پاکوتاه، نرخ رشد رویشی ماهانه بسته به برهمکنش رقم و پایه اثر بیشتری داشت. در برخی ترکیب‌های پیوندی پاکوتاه به دنبال القای تغییر در مولفه‌های قدرت‌رشد، بر ویژگی عادت‌رشد رقم نیز تغییر معنی‌دار مشاهده شد. رقم‌های با عادت‌رشد گسترده در اردیبهشت و خرداد رشد رویشی سریع‌تری نسبت به رقم‌های با عادت‌رشد افراشته داشتند ولی پایه تاثیری بر نوع رشد نداشت (۲۴).

ارتفاع نهال

با توجه به نتیجه‌های حاصل از مقایسه میانگین ویژگی ارتفاع نهال توسط آزمون دانکن ۶۰ ترکیب پیوندی در ۲۶ گروه مختلف قرار گرفتند. بررسی برهمکنش پایه-پیوندک ثابت کرد افزایش ارتفاع نهال بسته به رقم تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۲). مقایسه میانگین و رده‌بندی ترکیب‌های پیوندی بر اساس ارتفاع نهال نشان داد پاکوتاه‌ترین رده شامل دو ترکیب خواهری با والد مادری 'نوردرن اسپای' و دیگری با والد 'مربایی' کمال آباد (۴۸/۵) NS3-GD، (۲۸/۸) MK2-GD، (۲۰/۵) NS4-GD سانتی‌متر و هر سه در ترکیب با 'گلدن‌دلیشز' بودند. به نظر می‌رسد قدرت پاکوتاه‌کنندگی بالای سه پایه دورگه ناتنی در ترکیب با 'گلدن‌دلیشز' با قدرت‌رشد کمتر نسبت به 'رددلیشز' شرایط را برای کوتاه‌ترین نهال فراهم آورده باشد. در رده دوم چهار ترکیب پیوندی با دو والد مادری قبلی به علاوه زینتی NS4-RD(۶۱/۷)، MK2-RD(۶۴/۵)، ZN12-RD(۷۵/۲)، MS1-GD(۷۵/۵) می‌تواند نتیجه‌گیری مقدماتی در خصوص مناسب بودن والدهای مادری 'مربایی' و 'زینتی' برای برنامه های آتی به نژادی پایه سیب باشد. در سومین رده، ZN12-GD و NS3-RD هر دو به ارتفاع ۸۲/۷ سانتی‌متر و MS1RD با ۹۷/۸ سانتی‌متر قرار داشتند. برخلاف ثبات نسبی این رده‌بندی‌ها احتمال بروز نوسان در فرایند رشد سالانه طی سال‌های بعد وجود خواهد داشت. در حالی‌که برهمکنش پایه-پیوندک بر ارتفاع در پنج ترکیب از ۱۰ ترکیب پیوندی از گروه پاکوتاه نشان‌دهنده برتری قدرت‌رشد 'رد دلیشز' حتی در سن نونهالی در مقایسه با 'گلدن‌دلیشز' است ولی باید در نظر داشت که این اتفاق بر پایه‌های با قدرت‌رشد نسبی بالاتر در رده‌های دوم و سوم رخ داده است. ارتفاع نهال داخل گروه‌های پررشد به ترتیب از ۸۲/۵، ۷۹، ۷۹، ۷۳/۶، ۶۵/۵ سانتی‌متر روند نزولی یافت. نتیجه‌های این مطالعه با گزارش Tworkoski and Miller (۲۴) مبنی بر معنی‌دار نشدن اثر پایه‌های پاکوتاه نونهال‌های سیب بر رشد رویشی همخوانی ندارد. دلیل معنی‌دار نشدن ارتفاع نهال‌های جوان در برخی ترکیب‌های پیوندی 'رددلیشز' و 'گلدن‌دلیشز' می‌تواند به عواملی مانند فاصله زمانی کوتاه از سربرداری تا قدرت گرفتن رشد لیدر[۱]جوان، عدم تکوین ساختار تشریحی دسته‌جات آوندی و بافت‌های محل برش در زاویه محور مرکزی با لیدر زیر برش مقطع هرس، ذخیره محدود کربوهیدرات ها و در نتیجه محقق نشدن پدیده چیرگی انتهایی در لیدر جوان باشد. بنابراین، به نظر می‌رسد سطوح رشدی مختلف لیدرهای جوان در مرحله نونهالی منشا فیزیولوژیک داشته باشد. برخلاف عدم

۱- Leader

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

اختلاف معنی‌دار ویژگی ارتفاع بین تیمارها در ترکیب‌های پررشد، این ویژگی در ترکیب‌های پیوندی پاکوتاه شاهد با زیرگروه پایه‌های پاکوتاه تولید شده در این برنامه به‌نژادی اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ داشت. اختلاف ارتفاع رقم‌های پیوندی مشاهده شده در پایه‌های بسیارپاکوتاه متحمل به پوسیدگی طوقه، در شاهدها M9 (۱۴۹/۵)، Sup4 (۱۴۲/۵)، M7 (۱۴۲)، MM106 (۱۳۶/۵) و MM111 (۱۵۹) سانتی‌متر نیز تکرار شد. در مجموع، میانگین ارتفاع دو رقم پیوندی بر انواع پایه‌های همگروهی شاهد مشخص شد پایه میان‌پاکوتاه MM106 و پایه پررشد MM111 در مقایسه با سه پایه پاکوتاه‌تر از یک‌دیگر جدا شدند (جدول ۲).

طول شاخه‌های جانبی

طول شاخه‌های جانبی یک ویژگی رشدی تعیین‌کننده در ارزیابی اندازه تاج به‌ویژه در مرحله نونهالی به‌شمار می‌رود. سطح بیان ژن این ویژگی، به صورت مستقیم تعیین‌کننده سیستم کاشت، فاصله کاشت، نوع فرم تربیت و تعداد درخت در واحد سطح در طول عمر درختان بارده می‌باشد. بنابراین می‌توان ویژگی طول شاخه های جانبی به‌ویژه در مرحله نونهالی را عامل تعیین‌کننده سطح سایه‌گستر رقم‌های پیوندی بر پایه‌های همگروهی و مترادف شاخص کلیدی قدرت پاکوتاه‌کنندگی تلقی نمود. هرچند طول شاخه‌های جانبی تنها یک مولفه رشد شناخته می شود ولی این ویژگی مولفه‌های دیگر رشد چون تعداد شاخه‌های جانبی، طول میانگره، تعداد میانگره، رشد شاخه یک‌ساله و شاخص‌های قطری تنه پیوندک و نیز پایه را پوشش می‌دهد. رده‌بندی قدرت پاکوتاه‌کنندگی سری پایه همگروهی امیدبخش سیب به روش تغییریافته (۲۵) درپنج گروه، صرفا بر اساس ویژگی طول شاخه‌های جانبی صورت گرفت. پایه‌ها در رده‌های بسیارپاکوتاه (۸ پایه)، پاکوتاه (۶ پایه)، میان‌پاکوتاه (۶ پایه)، پررشد (۷ پایه) و خیلی پررشد (۳ پایه) توزیع شدند. سه رده خیلی‌پاکوتاه، پاکوتاه و میان‌پاکوتاه از سطح سایه‌گستر کوچکتری نسبت به شاهدهای پاکوتاه رایج جهانی برخوردارند. مقایسه میانگین اثر پایه‌های همگروهی بر طول شاخه‌های جانبی رقم‌های گلدن‌دلیشز و رددلیشز به عنوان مولفه مهم قدرت رشد و تعیین‌کننده سطح سایه گستر نشان داد پایه‌های NS4، MS1، ZN12، MK2 و NS3 به ترتیب با طول ۱۳/۷-۱۲/۵، ۱۶/۴- ۱۳/۷، ۲۷/۵- ۱۸/۵، ۴۹/۷-۱۸/۵ و ۱۸/۵- ۲۰ سانتی‌متر طول دارای کمترین رشد رویشی هستند. در حالی‌که پایه‌های همگروهی تجاری همواره حسب سانتی‌متر (۷۲/۶ -۶۴/۸), P22 (۱۱۰/۶- ۴۷/۲), M7 (۲/۲-۴۱/۴۳), M9 (۷۲- ۵۰/۸), Sup4 (۷۴/۵- ۶۶/۸) MM106 و (۷۷/۴- ۵۶/۱) MM111 سانتی‌متر، بیشترین رشد طولی را در 'گلدن‌دلیشز' و 'رددلیشز' القا کردند. بررسی نتیجه‌های مقایسه میانگین طول شاخه‌های جانبی رقم‌های گلدن‌دلیشز و رددلیشز نشان داد پنج پایه‌همگروهی امیدبخش متحمل به پوسیدگی پاهنگ انتخابی گروه‌بندی شده در رده بسیارپاکوتاه در این برنامه به‌نژادی (جدول ۲)، در مقایسه با پایه‌های بسیارپاکوتاه شاهد M9, P22 و نیمه‌پاکوتاه M7, Sup4 از قدرت پاکوتاه‌کنندگی بیشتری برخوردار بودند (جدول ۲). نتیجه‌های بررسی رتبه‌بندی سطح سایه‌گستر با شاخص رقم گلدن‌دلیشز (جدول ۳) و با شاخص رشد طولی شاخه در هر دو رقم تا حد بالایی همخوانی داشتند (جدول ۳). قرار گرفتن سه دورگه ناتنی مربایی و زینتی در این رده از پاکوتاهی موید انتخاب صحیح والدهای مادری پاکوتاه در برنامه اصلاحی است. با لحاظ‌کردن قدرت‌رشد متفاوت دو رقم پیوندی نهال‌ها در سن ۳ سالگی، نتیجه‌های مقایسه میانگین برهمکنش پایه و پیوندک بر ویژگی طول شاخه‌های جانبی در 'گلدن‌دلیشز' نشان داد اثر پایه بر سطح سایه‌گستر درختان دارای اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۲).

تعداد شاخه‌های جانبی

میانگین تعداد شاخه‌های بلندتر از ۱۵ سانتی‌متر، به عنوان یکی از دیگر مولفه‌های قدرت رشد در رده پایه‌های بسیار پاکوتاه و پاکوتاه نشان داد ترکیب‌های پیوندی دارای سطوح مختلف MK2-GD (۰/۷)، MK2-RD (۲)، MS1-GD (۱/۱۷)، MS1-RD (۲) ، NS3-GD (۲)، NS3-RD (۰/۷)، ZN12-GD (۳)، ZN12-D (۱)، NS4-GD (۲)، NS4-RD (۱)، ZN8-GD (۲/۵)، ZN8-RD (۴)، MS32-GD (۲) و MS32-RD (۳/۵) این ویژگی بودند. بیشترین میانگین تعداد شاخه‌های جانبی رقم‌های پیوندی در ترکیب با پایه‌های شاهد MM111، MM106 و M9 به ترتیب برابر ۷/۵، ۶/۵ و ۶ همراه با پایه MS23 ۶/۱۱ در گروه بسیار پررشد ثبت گردید. سپس M7 و MS8 با میانگین ۵ و ۵/۲۵ در گروه پررشد قرار گرفتند. پایه‌های MS18، ZN5-RD و ZN8 به ترتیب با القای ۴/۳۳، ۳/۶۷ و ۳/۲۵ در گروه میان‌پاکوتاه و سپس MS40 و ZN1 با میانگین تعداد شاخه ۲/۱۷ و ۲ در دو رقم گلدن‌دلیشز و رددلیشز بر اساس رده‌بندی سطح سایه‌گستر به عنوان پایه‌های بسیارپاکوتاه قرار گرفتند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

این نتیجه‌ها نشان‌دهنده کاهش تعداد شاخه با کاهش قدرت‌رشد پایه‌ها در درختان دو و سه ساله بود. نتیجه‌های آنالیز داده‌ها نشان داد بیشترین تعداد شاخه در ترکیب گلدن‌دلیشز-MM111 تشکیل شد (جدول ۴)، ولی همین رقم در ترکیب با دو پایه MK4 و ZN5 شاخه بلندتر از ۱۵ سانتی‌متر رشد نیافت. درحالی که بالاترین تعداد شاخه‌های بلند برابر ۸ شاخه در سه ترکیب شاهد ردلیشز-MM106، گلدن‌دلیشز-MM111 و حتی ردلیشز-M9 رکوردگیری شد. در وضعیت کمینه روی پایه‌ی MS30 هیچ شاخه بلندی تشکیل نشد. بررسی برهمکنش پایه و رقم همزمان با شناسایی سطح پاکوتاه‌کنندگی پایه‌ها، نشان داد قدرت رشد 'ردلیشز' از نظر ویژگی‌های طول و تعداد شاخه نسبت به 'گلدن‌دلیشز' بیشتر بود. بررسی مقایسه‌ای نسبت طول شاخه و تعداد شاخه به عنوان دو مولفه رشدی مهم در درختان دو رقم پیوندی بر پایه‌های همگروهی رده بسیارپاکوتاه نتیجه‌های متعادلی از نظر فیزیولوژی رشد رویشی را به نمایش گذاشت. نتیجه‌های متعادل رشدی نشان داد با کاهش طول شاخه تعداد شاخه افزایش می‌یابد. برای مثال در پایه NS4 با کمترین طول انشعابات ۱۳/۷سانتی‌متر (جدول ۳) بیشترین تعداد شاخه‌جانبی (۸) تولید شد. دو رقم در ترکیب با MK2 با میانگین بالای طول انشعابات ۱۸/۵سانتی‌متر (جدول ۳) کمترین تعداد شاخه‌جانبی (۱/۳۵) در دو رقم پیوندی ثبت گردید. فرآیند معکوس رشدی بین دو مولفه طول و تعداد شاخه‌های‌جانبی در زیرگروه بسیارپاکوتاه نشان‌دهنده تغییر الگوی رشد رقم‌های پیوندی بر اثر قدرت‌پاکوتاه‌کنندگی پایه‌های همگروهی در این رده است. القای این نوع تعارض در رفتار درختان و ایجاد روند ویژه ریخت‌شناسی در شاخه‌بندی از سوی پایه‌های پاکوتاه منتهی به کنترل اندازه تاج و نماد سطح سایه‌گستر می‌گردد. جالب این که این تقابل، کم و بیش در رده‌های میان‌پاکوتاه و پررشد از سری پایه‌های همگروهی تولید شده مشاهده می‌شود. نسبت تقریبا مشابهی در هر پنج پایه رده پاکوتاه از نظر برهمکنش ویژگی طول میانگره و قدرت‌رشد رقم وجود داشت به‌طوری‌که 'گلدن‌دلیشز' در ترکیب با چهار پایه در این رده دارای میانگین طول میانگره کمتری نسبت به 'ردلیشز' برابر ۰/۳ میلی‌متر بود (جدول ۴). مولفه‌های رشدی طول شاخه و تعداد جوانه به‌طور مستقیم در شاخص سطح برگ و سپس در بهداشت باغ، جذب نور و باردهی درختان نقش دارند. طی یک بررسی در دانشگاه واشینگتن با هدف افزایش سطح برگ و جذب نور توسط رقم جدید WA38 در دو فرم تربیت اسپیندل و V بر دو پایه جینوا ۴۱ و M9-Nic29 مورد مطالعه قرار گرفت. جذب نور بیشتر در فرم V و پایه جینوا ۴۱ ثبت گردید. بیشترین شاخص سطح‌برگ در شرایط فرم تربیت اسپیندل-Nic29 طی دو سال به دست آمد (۵). در ادامه مطالعات، مشخص شد در پایه‌های با بیشترین قدرت پاکوتاه‌کنندگی و کنترل سطح سایه‌گستر، ویژگی‌های تعداد شاخه و ارتفاع افزایش یافته اند. با اثبات وجود نسبت عکس بین طول شاخه‌ها و تعداد شاخه‌های جانبی، مشخص شد این نسبت با فیزیولوژی رشد در رده پایه‌های بسیارپاکوتاه همخوانی دارد، زیرا برخلاف افزایش قدرت پاکوتاه‌کنندگی و کاهش رشد طولی شاخه‌های جانبی، تعداد کل شاخه‌ها افزایش یافت. در حقیقت الگوی رشد گیاه به نحو دلخواه تغییر می‌یابد زیرا با افزایش تعداد شاخه‌های‌جانبی جوانه‌های بیشتری در کل درخت ایجاد می‌شوند. در شرایط فرم صحیح تربیت، با حذف شاخه‌های رقیب و اضافی در طول محور مرکزی، و رسیدن نور به برگ‌ها بهبود تمایز جوانه‌ها به گل بهبود می‌یابد و بازدهی عملکرد درخت افزایش خواهد یافت. دیگران گزارش کردند طی ۲۰ سال اخیر با استفاده از نتیجه‌های برهمکنش پایه-پیوندک و انتخاب پایه‌های همگروهی متحمل به بیماری‌های خاکزاد و سازگار با طبیعت خاک‌های مناطق مختلف به مرور زمینه را برای ارتقاء کمی و کیفی محصولات و امنیت غذایی فراهم آورده است (۱).

قطرپایه، تنه و محل‌پیوند

در این آزمایش ویژگی قطر محل‌پیوند در۷۲ ترکیب مختلف‌پیوندی اختلاف معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین میزان قطر محل‌پیوند مربوط به ترکیب شاهد Sup4-RD با میانگین ۴۵/۱ میلی‌متر بود. هرچند اندازه قطر محل‌پیوند در هردو رقم پیوند شده بر پایه P22 نیز با پایه Sup4 اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۲). سایرین با محاسبه همبستگی بازدهی عملکرد و سطح مقطع تنه ۹ رقم بر دو پایه M9 و موربا‌کایدو[۱] نتیجه گرفتند باردهی با کاهش قدرت‌رشد افزایش می‌یابد (۶). بررسی مقایسه‌ای ترکیب‌های پیوندی از نظر دو ویژگی قطرپایه و قطرتنه، پاکوتاه‌ترین پایه‌تجاری شاهد پولاند۲۲ (P22) در ترکیب با رقم گلدن‌دلیشز بالاترین سطح قطری ثبت شد. برعکس، پایین‌ترین ارزش قطرپایه و قطرتنه پیوندک به ترتیب در دو ترکیب

۱- Marubakaido

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

MS6-RD و MS30 -RD وجود داشت (جدول ۲). سازگاری یا تجانس پایه‌پیوندک در به‌نژادی پایه‌ی سیب با اهداف اصلاحی مختلف چون آزمایشات سازگاری رقم‌های وارداتی، کنترل‌رشد پیوندک و قدرت‌باردهی اهمیت دارند. در مراحل میانی و پیشرفته برنامه به‌نژادی پایه بررسی ناهنجاری بالشتک[۳]مانند سایر مطالعات سهل‌ریشه‌زایی، پاجوش‌دهی، القای زودباردهی، تنش‌های زنده نظیر بیمارگرهای قارچی، ویروسی، باکتریایی، تنش‌های غیرزنده دمای یخبندان، غرقابی، بافت سنگین، طبیعت قلیایی و نبود ماده‌های آلی خاک حائز اهمیت است. مرحله‌ای از رشد پایه که پیوند در آن انجام می‌شود در کارایی میان‌کنش پایه/پیوندک تاثیر گذار است، به‌طوری‌که پایک‌هایی با قطر بیشتر به دلیل تکامل بافت آوندی، قابلیت انتقال بهتر آب و ماده‌های مغذی به قسمت‌های هوایی گیاه را دارند (۱۹). البته، در پایان عملیات خاکدهی پایک‌های ریشه‌دار لزوما از قطر یکسان برخوردار نیستند و احتمال دارد این تغییرات قطری به دلیل قدرت جذب بیشتر آب و املاح در ایجاد برخی تغییرات جزئی ویژگی‌های همگروهی نقش داشته باشند. این تغییرات با افزایش سن درختان تاثیر خود را از دست خواهند داد. بر اساس نتیجه‌ها، با افزایش قدرت‌رشد پایه ویژگی قطر تنه رقم نیز افزایش می یابد، به‌طوری‌که با افزایش طول انشعاب در پایه بسیارپاکوتاه ۱۳/۷۵ MS1، پاکوتاه ۲۶/۲۵ MS2، میان‌پاکوتاه ۵۵/۳ MS4، پررشد ۷۵ MS6 و بسیار پررشد۹۰ MS8 سانتی‌متر، قطر پایه‌ها به ترتیب معادل ۱۵/۰۳، ۱۷/۸ ، ۱۵/۶، ۱۱/۵ و ۲۶ میلی‌متر و قطر تنه‌پیوندک به ترتیب برابر ۸/۹۷، ۹/۲، ۱۵/۳، ۱۴/۵ و ۱۸ میلی‌متر افزایش نشان دادند. قطر تنه 'گلدن‌دلیشز' بر اساس ریخته مشابه آن متاثر از افزایش قدرت‌رشد پایه تا ۹۰ درصد روند ترتیبی افزایشی صعودی خود را حفظ کرده است ولی قطر پایه به دلیل تنوع‌ژنتیک و قدرت پاکوتاه‌کنندگی متفاوت برخلاف افزایش نسبی دچار نوسان است (جدول۴).

تجانس پایه‌پیوندک

بررسی تجانس پایه‌پیوندک 'Golden Delicious' و 'Starking Delicious' بر پایه‌های همگروهی تجاری ,MM111 MM106, Emla M9, Pajam1, M27 سه پایه پاکوتاه‌کننده به ترتیب کنترل قدرت‌رشد بیشتری داشتند و در محل پیوند آنان بالشتک ایجاد شد (۲۳). قطرتنه در محل پیوند پنج پایه همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ شامل ,MS4, MS6, MS8 MS26, MS23, MS28 درمقایسه با سایر پایه‌ها با تشکیل بالشتک افزایش داشت و دارای اختلاف معنی‌دار بود. در تعداد محدودی از پایه‌ها (۳۲) MS8-G، (۳۱/۶) MS18-R ، (۲۹/۷) میلی‌متر MS23-G میلی‌متر گره تشکیل شد. به صورت خاص، نوسان قطر تنه در ترکیب MS8-G در محل پیوند با تشکیل بالشتک ۳۲ میلی‌متر، قطر تنه پیوندک ۱۸ میلی‌متر و قطر پایه ۲۶ میلی‌متر بود. قطر محل پیوند ترکیب‌های پیوندی شاهد (۳۸,۹) M9-R، (۳۱,۸) MM106-R، (۳۰/۴) MM111-R و (۲۸/۴) MM7-G میلی‌متر در مقایسه با بیشینه قطر بالشتک پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ اختلاف معنی‌دار داشت، به‌طوری‌که بیشینه قطر بالشتک پیوند پایه‌های همگروهی کمتر از شاهدها بود. برهمکنش و پایدار پایه-پیوندک غالبا مورد توجه قرار نمی‌گیرند. تشکیل بالشتک دلالت بر عدم تجانس کامل بین فراورده‌های متابولیک بین دو ریخته دارد. آخرین بررسی‌ها بر شیره سلولی پایه و پیوندک نشان داد شش و ۱۴ ترکیب به ترتیب از ۵۳ و ۵۵ متابولیت اولیه متاثر از القای پایه بودند. آنان نتیجه گرفتند برهمکنش پایه‌پیوندک متاثر از اندام گیاهی، فاصله و زمان هستند (۲۵). ساختار تشریحی اتصالات آوندی محل پیوند سیب دیررس 'پینک لیدی'[۲] و زودرس 'مونديال گالا'[۳] بر چهار پایه‌رویشی بسیار پررشد M25، نیمه پاکوتاه M111، پاکوتاه B9 و بسیارپاکوتاه P22، هرترکیب ۱۰۰ نهال، مورد مطالعه قرار گرفت. یک سال پس از پیوند، ماهانه تعداد ۵ نمونه تصادفی از محل پیوند هر ترکیب‌پیوندی برداشت شد. مطالعه برش‌های عرضی ۲۰-۳۰ میکرومتر توسط میکروتوم گردان زیر میکروسکوپ، هیچ نوع علائم ناسازگاری در نمونه‌ها در مقاطع رشدی مختلف مشاهده نشد (۷). عدم ارائه داده‌های ماکروسکوپیک از تشکیل بالشتک در نهالستان همراه با نتیجه‌های تشریحی می‌تواند گمراه‌کننده باشد زیرا ایجاد بالشتک می‌تواند با ساختار تشریحی بدون نقص‌های ساختاری وسیع باشد.

۱- Burknott ۲- Pink Lady ۳- Mondial Gala

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

جدول ۲- مقایسه میانگین اثرهای برهمکنش پایه و پیوندک بر برخی ویژگی‌های رویشی دو رقم سیب رددلیشز و گلدن‌دلیشز.

Table 2. Mean comparison of rootstock and scion interaction effects on some vegetative characteristics of Red Delicious and Golden Delicious apple cultivars.

پایه Rootstock	پیوندک Scion	ارتفاع نهال Sapling height (cm)	تعداد انشعاب Branch number	طول انشعاب Branch length (cm)	قطر پایه Rootstock diameter (mm)	قطر رقم Scion diameter (mm)	قطر محل پیوند Graft point diameter (mm)	عادت رشدی Growth habit
MS1	GD	75.67 z-u	1.17 f-h	13.75 n-p	15.03 i-o	8.97 p-u	17.48 j-v	2.00 bc
	RD	79.83 z-q	2.00 e-h	16.40 m-p	14.10 j-o	10.00 o-u	16.53 j-v	2.00 bc
MS2	GD	67.50 z-v	1.50 f-h	26.25 i-p	17.80 f-o	9.20 p-u	15.15 m-v	2.00 bc
	RD	106.00 w-j	2.33 d-h	47.87 d-p	18.03 f-o	11.20 l-t	19.70 g-v	1.67 bc
MS3	GD	54.00 z-y	2.00 e-h	34.00 f-p	15.30 i-o	7.60 s-u	13.90 q-v	2.00 bc
	RD	94.33 y-n	2.67 d-h	44.20 d-p	16.10 g-o	11.03 m-t	19.20 h-v	1.33 bc
MS4	GD	136.50 a-m	3.00 c-h	55.30 d-o	15.60 h-o	15.30 c-o	22.30 d-s	1.00 bc
	RD	135.00 b-n	4.00 c-f	92.00 a-e	21.30 c-m	13.40 f-s	24.20 d-q	1.00 bc
MS6	GD	140.00 a-l	2.00 e-h	75.00 a-i	11.50 no	14.50 c-q	26.00 d-l	1.00 bc
	RD	120.00 e-s	2.00 e-h	76.00 a-i	11.00 o	9.80 o-u	23.00 d-r	1.33 bc
MS8	GD	145.00 a-j	7.00 ab	90.00 a-e	26.00 b-f	18.00 a-j	32.00 b-d	1.00 bc
	RD	129.00 c-p	3.50 c-g	75.30 a-i	18.50 e-o	15.00 c-p	26.00 d-l	1.00 bc
MS9	GD	119.67 e-s	1.67 f-h	62.50 c-o	22.73 c-j	14.00 d-q	18.00 i-v	1.00 bc
	RD	135.08 b-n	2.17 e-h	117.82 ab	21.50 c-m	13.17 g-s	24.17 d-q	1.00 bc
MS10	GD	106.17 j-w	3.83 c-f	74.33 a-i	28.50 bc	16.50 b-m	25.17 d-n	0.83 bc
	RD	109.25 h-v	1.50 f-h	78.65 a-h	16.50 g-o	9.50 o-u	20.50 f-t	1.00 bc
MS17	GD	112.50 g-u	3.50 c-g	85.25 a-f	27.00 b-e	16.50 b-m	24.50 d-o	1.00 bc
	RD	108.83 i-v	2.83 d-h	73.67 a-i	22.83 c-i	14.83 c-p	20.83 f-s	0.83 bc
MS18	GD	121.33 e-q	2.67 d-h	63.90 c-o	21.33 c-m	13.10 g-s	22.33 d-s	1.00 bc
	RD	150.50 a-h	2.00 e-h	118.60 ab	21.00 c-m	14.00 d-q	31.67 b-e	1.00 bc
MS19	GD	92.50 o-y	2.67 d-h	27.57 h-p	18.00 f-o	10.10 o-u	18.00 i-v	1.00 bc
	RD	159.00 a-f	1.00 f-h	123.00 a	19.00 e-o	17.00 b-m	25.00 d-n	1.00 bc
MS20	GD	109.00 i-v	3.67 c-g	76.17 a-i	19.33 d-o	12.33 i-t	24.33 d-p	1.00 bc
	RD	125.67 e-p	2.33 d-h	85.50 a-f	20.00 c-n	14.67 c-q	23.00 d-r	1.00 bc
MS22	GD	118.00 f-t	4.00 c-f	84.40 a-g	19.33 d-o	14.33 c-q	30.00 b-g	1.00 bc
	RD	135.00 b-n	1.00 f-h	86.00 a-e	15.00 i-o	12.00 j-t	23.00 d-r	1.00 bc
MS23	GD	127.67 d-p	5.33 a-d	77.90 a-i	20.33 c-m	17.33 b-k	29.67 b-g	1.00 bc
	RD	141.00 a-k	7.00 ab	93.50 a-d	21.50 c-m	20.00 a-d	25.50 d-m	1.00 bc
MS28	GD	120.67 e-r	3.67 c-g	77.93 a-i	24.33 c-g	17.67 a-k	26.67 d-j	1.00 bc
	RD	71.00 u-z	2.00 e-h	41.00 e-p	15.00 i-o	7.00 uy	17.00 j-v	1.00 bc
MS30	GD	112.33 g-u	3.33 c-g	70.40 b-k	20.67 c-m	15.00 c-p	25.33 d-m	1.00 bc
	RD	43.00 z	0.00 h	0.00 p	20.00 c-n	5.00 u	10.00 uv	1.00 bc
MS32	GD	106.50 j-v	3.50 c-g	77.75 a-i	22.00 c-k	13.00 h-t	23.50 d-q	1.00 bc
	RD	90.33 p-y	2.00 e-h	15.63 m-p	20.13 c-m	11.87 k-t	9.63 v	1.33 bc
MS35	GD	99.33 k-x	0.67 gh	28.67 h-p	21.67 c-l	14.73 c-q	14.87 n-v	1.33 bc
	RD	97.50 m-x	2.00 e-h	52.88 d-o	24.20 c-h	13.10 g-s	20.65 f-s	1.00 bc

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

در هر ستون، تیمارهای دارای دستکم یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

جدول ۲- ادامه.

Table 2. Continued.

پایه Rootstock	پیوندک Scion	ارتفاع نهال Sapling height (cm)	تعداد انشعاب Branch number	طول انشعاب Branch length (cm)	قطر پایه Rootstock diameter (mm)	قطر رقم Scion diameter (mm)	قطر محل پیوند Graft point diameter (mm)	عادت رشدی Growth habit
MS40	GD	96.00 m-x	2.67 d-h	40.97 e-p	19.73 d-n	14.50 c-q	13.97 p-v	1.33bc
	RD	103.33 j-x	1.67 f-h	33.27 g-p	21.70 c-l	13.80 e-r	15.87 k-v	1.00bc
ZN1	GD	90.33 p-y	2.00 e-h	15.63 m-p	20.13 c-m	11.87 k-t	9.63 v	1.33bc
	RD	68.00 v-z	2.00 e-h	32.50 h-p	23.30 c-i	12.20 i-t	24.50 d-o	2.00bc
ZN2	GD	98.30 l-x	1.00 f-h	52.00 d-o	21.20 c-m	16.30 c-n	28.10 c-i	1.00bc
	RD	79.00 r-z	2.33 d-h	27.82 h-p	19.27 d-o	11.03 m-t	16.97 j-v	1.00bc
ZN5	GD	63.50 x-z	0.00 h	0.00 p	13.40 k-o	8.70 q-u	10.30 t-v	1.00bc
	RD	111.00 g-u	3.67 c-g	55.07 d-o	20.23 c-m	16.50 b-m	22.23 d-s	0.67bc
ZN8	GD	76.75 t-z	2.50 d-h	20.60 j-p	19.35 d-o	10.35 n-u	15.90 k-v	1.50bc
	RD	134.67 b-n	4.00 c-f	52.98 d-o	22.90 c-i	18.80 a-h	26.27 d-k	1.00bc
ZN11	GD	78.17 s-z	1.67 f-h	29.83 h-p	16.97 g-o	13.23 g-s	16.63 j-v	0.00c
	RD	81.75 q-z	2.50 d-h	26.65 i-p	15.90 g-o	12.90 h-t	19.20 h-v	2.00bc
ZN12	GD	82.67 q-z	0.67 gh	18.50 l-p	21.17 c-m	9.07 p-u	15.60 l-v	13.33ab
	RD	75.25 u-z	2.00 e-h	27.40 h-p	12.95 m-o	10.00 o-u	14.45 o-v	0.00c
NS2	GD	96.50 m-x	3.00 c-h	60.37 c-o	23.47 c-i	14.20 c-q	22.40 d-s	0.00c
	RD	82.50 q-z	1.00 f-h	27.50 h-p	20.00 c-n	15.43 c-o	20.03 g-u	0.00c
NS3	GD	48.00 z	2.00 e-h	20.00 k-p	13.20 l-o	10.30 n-u	13.10 r-v	0.00c
	RD	82.67 q-z	0.67 gh	18.50 l-p	21.17 c-m	9.07 p-u	15.60 l-v	13.33ab
NS4	GD	70.50 u-z	2.00 e-h	13.67 n-p	27.93 b-d	11.83 k-t	19.73 g-v	16.67a
	RD	61.67 x-z	1.00 f-h	12.50 op	17.70 f-o	9.57 o-u	12.13 s-v	0.00c
MK2	GD	82.67 q-z	0.67 gh	18.50 l-p	21.17 c-m	9.07 p-u	15.60 l-v	13.33ab
	RD	64.50 w-z	2.00 e-h	49.50 d-p	18.67 e-o	11.17 l-t	21.40 e-s	18.33a
MK4	GD	74.50 u-z	0.00 h	0.00 p	21.30 c-m	7.80 r-u	12.40 s-v	0.00c
	RD	98.50 l-x	2.00 e-h	69.25 b-l	20.20 c-m	12.10 i-t	21.30 f-s	0.00c
T1-S4	GD	130.00 c-p	5.00 b-e	50.80 d-p	22.70 c-j	19.80 a-e	39.10 ab	2.00bc
	RD	169.00 a-c	6.00 a-c	72.00 b-j	36.90 a	23.20 a	45.10 a	2.00bc
T2-P22	GD	176.00 a	7.00 ab	64.80 c-n	32.40 ab	19.10 a-g	42.10 a	2.00bc
	RD	160.50 a-e	6.00 a-c	72.60 a-i	38.30 a	22.30 ab	42.30 a	2.00bc
T3-M9	GD	130.00 c-p	4.00 c-f	41.25 e-p	36.20 a	18.40 a-h	37.40 a-c	1.00bc
	RD	155.00 a-f	8.00 a	43.20 d-p	33.40 ab	18.10 a-i	38.90 ab	2.00bc
T4-MM106	GD	102.50 k-x	5.00 b-e	66.80 c-m	21.80 c-l	17.20 b-l	24.40 d-o	2.00bc
	RD	171.00 ab	8.00 a	74.50 a-i	26.30 b-f	22.40 ab	31.80 b-d	1.00bc
T5-MM111	GD	167.00 a-d	8.00 a	56.12 d-o	24.30 c-h	20.20 a-c	22.30 d-s	2.00bc
	RD	151.50 a-g	7.00 ab	77.40 a-i	23.10 c-i	22.20 ab	30.40 b-f	2.00bc
T6-M7	GD	150.00 a-i	7.00 ab	47.20 d-p	23.40 c-i	17.20 b-l	28.40 c-h	2.00bc
	RD	134.00 b-o	3.00 c-h	110.60 a-c	21.20 c-m	19.30 a-f	25.20 d-n	1.00bc

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

در هر ستون، میانگین‌های دارای دستکم یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

قدرت‌رشد و سطح سایه‌گستر

با توزیع داده‌های میانگین طول رشد شاخه‌های جانبی رقم‌ها در دامنه‌های مختلف به عنوان شاخص قدرت‌رشد، پایه‌ها در پنج گروه از قدرت پاکوتاه‌کنندگی از هم تفکیک شدند (جدول ۳). بررسی توزیع پایه‌ها در رده‌های مختلف پاکوتاه‌کنندگی نشان داد نتاج مربایی افزون بر۲ از ۵ پایه دورگه ناتنی رده بسیارپاکوتاه، ۱۳ پایه از گروه پایه‌های پررشد و بسیارپررشد نیز از والد مادری مربایی به‌دست آمده است. به نظر می‌رسد غربال سنگین اولیه با آلوده‌سازی مصنوعی کل نتاج حاصل از پنج والد مختلف با جدایه‌های بیمارگر خاکزی با هدف گزینش افراد مقاوم به بیمارگر پوسیدگی پاهنگ در برنامه به‌نژادی موجب حذف بسیاری از نتاج پاکوتاه ولی حساس حاصل از دیگر والدهای مادری شده باشد (۲۲). نتاج مربایی ۲۲ پایه از ۳۰ پایه دورگه ناتنی سهل‌ریشه‌زا و متحمل به پوسیدگی پاهنگ با بیشترین فراوانی توانست جهت انتخاب[۴]را به سوی والد مربایی سوق دهد. تغییر 'جهت انتخاب'به احتمال زیاد به دلیل ظرفیت ژنتیک بالای سطح تحمل به بیماری در این رقم از نوع زینتی بوده است (۹). سطح‌سایه‌گستر درختان پیوندی بر پایه‌های همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ در ترکیب با 'گلدن‌دلیشز' در مقایسه با ترکیب‌های پایه شاهد-'گلدن‌دلیشز'، برتری پاکوتاه‌کنندگی پایه‌های همگروهی امیدبخش متحمل به پوسیدگی پاهنگ را اثبات کرد. هیچ یک از پایه‌های همگروهی تجاری شاهد در رده‌بندی پایه‌های بسیارپاکوتاه و پاکوتاه کننده این تحقیق قرار نگرفتند (جدول ۳). مقایسه رتبه‌بندی پایه‌های شاهد بر اساس میانگین طول شاخه‌های‌جانبی مشخص شد M9: ۴۱/۲ در گروه میان‌پاکوتاه، M7: ۴۷/۲ و MM106: ۶۶/۱ سانتی‌متر به ترتیب در گروه‌های پررشد و بسیار پررشد قرار گرفتند. کنترل سطح سایه‌گستر توسط پایه‌های پاکوتاه امیدبخش با تغییر مسیر متابولیک رقم پیوندی موجب افزایش تمایز مریستم جوانه به اندام‌های زایشی می‌گردد. قدرت بالای سیستم ریشه‌ای با افزایش جذب آب و عنصرهای معدنی بر اندازه تاج و سطح عملکرد تاثیر می‌گذارد (۲). قدرت پاکوتاه‌کنندگی[۲] و عملکرد در درخت[۳] دو متغیر اصلی برای ارزیابی قابلیت پایه هستند، با این حال سایر متغیرها مانند ارتفاع نهال، زاویه شاخه‌ها، سال‌آوری[۴] و نیمرخ هورمون در کارآیی پایه نقش دارند (۵).

منشأ ژنتیک نتاج پایه

در مجموع منشأ ژنتیک ۱۸ پایه از سری پایه‌های همگروهی متعلق به والد مادری مربایی با دو منشأ کرج و اصفهان می‌باشد که در پنج گروه از کنترل قدرت‌رشد توزیع شده اند. از ۱۸ نتاج مربایی ۳ پایه در رده بسیارپاکوتاه (MS1، MK2، MS32)، ۵ پایه در رده پاکوتاه (MS19, MS35, MS40, MS3, MS2)، ۴ پایه میان‌پاکوتاه، ۷ پایه پررشد و ۳ پایه خیلی‌پررشد قرار گرفتند (جدول ۳). از پنج نتاج والد مادری زینتی، ۳ پایه بسیارپاکوتاه (Z1، Z12، Z8)، یک پایه پاکوتاه (Z8) و دیگری (Z11) میان‌پاکوتاه گروه‌بندی شدند. از سه دورگه ناتنی متعلق به والد نوردرن اسپای، دو دورگه (NS4، NS3) در رده بسیارپاکوتاه و یک دورگه (NS2) به عنوان میان‌پاکوتاه توزیع شدند (جدول ۳). قدرت پاکوتاه‌کنندگی بالای نتاج این دو خانواده به وراثت‌پذیری بالای ویژگی پاکوتاهی متوسط-ضعیف 'نوردرن اسپای' و نیز پاکوتاهی و خودسازگاری والد 'زینتی' قابل اطلاق می باشد (۹). برخلاف خودسازگار بودن رقم‌های والد مربایی و زینتی، بخشی از تفرق ویژگی‌های نتاج به مربوط به والد پدری ناشناخته دانهال‌های حاصل از گرده افشانی آزاد است.

طول و قطر شاخه‌های یکساله

مقایسه رشد طولی شاخه یکساله در ۶۰ ترکیب بر پایه‌های دورگه امیدبخش با ۱۲ ترکیب بر پایه‌های شاهد مشخص نمود میانگین این ویژگی در دو رقم پیوندی بر هفت پایه همگروهی متحمل به پوسیدگی پاهنگ در یک رده‌بندی جدید دارای بیشترین کنترل قدرت‌رشد یا پاکوتاه‌کنندگی و به ویژه کمترین سطح سایه‌گستر می‌باشند. این پایه‌ها به‌ترتیب قدرت کنترل رشد، دربرگیرنده NS4 (۱۶/۵)، MS1 (۱۶/۷۵) ، NS3 (۲۴)، Z12 (۲۷/۸۶) ، Z1 (۳۱/۶)، Z11 (۳۳/۶) و MK2 (۳۷/۵) هستند. پایه‌های فوق دارای قدرت کنترل‌رشد بیشتری نسبت به سه‌پایه پاکوتاه‌کننده تجاری P22، M9 و SUP4 هستند (جدول ۴). نتیجه‌های رده‌بندی

۴- Selection verse ۲- Dwarfism ۳- Yield per tree ۴- Biennial bearing

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

سری پایه‌های همگروهی امیدبخش سیب از نظر قدرت کنترل رشد شاخه‌های یکساله نشان داد با رتبه‌بندی انجام‌شده پایه‌ها در خصوص ویژگی رشدطولی شاخه‌های جانبی انطباق کامل دارند (جدول ۳). کمینه رشد طولی شاخه‌های یکساله در بین ۷۲ ترکیب پیوندی به (۱۴/۸۳) MS1-GD و (۱۸/۶۷) MS1-RD سانتی‌متر اختصاص یافت. بیشینه این ویژگی در MS4 با رشد ۱۰۳ و ۹۱/۲۵ سانتی‌متر به ترتیب در ترکیب با 'گلدن‌دلیشز' و 'رددلیشز' بوده است که بیش از MM111 است. بررسی میانگین طول شاخه‌های یکساله در ترکیب با رقم گلدن‌دلیشز بر شاهدهای تجاری (۴۰) P22، (۶۵) M9، (۵۵) M7 و در (۶۸) MM111 سانتی‌متر، نشان‌دهنده وجود یک فرآیند کم و بیش منطقی با قدرت پاکوتاه‌کنندگی آنان است. چهار پایه P22 ، M7، Sup4، MM106 دارای کنترل قدرت رشد برتر شاخه‌های یکساله 'رددلیشز' با اختلاف معنی‌دار هستند. مقایسه طول شاخه‌های یکساله رقم‌ها (جدول ۴) نشان داد شاخه‌های 'رددلیشز' با اختلاف معنی‌داری بلندتر از شاخه‌های 'گلدن‌دلیشز' بر پایه‌های همگروهی امیدبخش سیب بود. ویژگی طول شاخه‌های یکساله در سیب نشان‌دهنده میزان رشد سالانه است. میزان رشد، افزون بر نقش عوامل غذایی و مدیریت باغ به شدت تحت قدرت‌رشد رقم و سطح پاکوتاه‌کنندگی پایه قرار دارد. قطر شاخه‌های یکساله از تنوع بیشتری برخوردار بود و در ۱۵ گروه مختلف جای گرفت. پایه‌های MS22، MS23 و MM106 در ترکیب با 'رددلیشز' دارای بیشترین قطر شاخه‌های یکساله بودند (جدول ۴).

جدول ۳- رتبه‌بندی قدرت پاکوتاه‌کنندگی پایه‌های همگروهی سیب بر اساس رشد طولی شاخه‌های جانبی 'گلدن‌دلیشز'.

Table 3- Ranking clonal apple rootstocks for dwarfing based on lateral branch length of 'Golden Delicious'

ردیف Row	پاکوتاه کنندگی Dwarfism	رتبه‌بندی کمی پایه‌های رویشی Quantitative ranking of clonal rootstocks	دامنه طول شاخه‌ها Range of branches length (cm)
1	بسیار پاکوتاه Very dwarf	ZN8(20), MK2 and ZN12 (18.5), NS3(15.6), MS32*(15.6), ZN1(15), NS4 and MS1 (13.7)	13-20
2	پاکوتاه Dwarf	MS2(26.2), MS19(27.6), MS35 (28.7), ZN11 (29.8), MS3 (34), MS40 (41)	26-41
3	میان پاکوتاه Semi- dwarf	MSK4(69.25), MS18(36.9), MS9(62.5), NS2(64.4), MS4(55.3), ZN2(52)	50-69
4	پررشد Vigorous	MS23 and MS28 and MS23(77.9), MS20(76.2), MS6(75), MS10(74.3), MS30(70.4)	70-80
5	بسیار پررشد Very vigorous	MS8(90), MS17(85.2), MS22(81.5)	81-90

تعداد و طول میانگره

در این پژوهش رشد رویشی رقم‌های پیوندی بر پایه M9 نسبت به MM106 دارای گره و فواصل میانگره کمتری بودند. برخلاف یافته‌های کوزینا (۱٤)، برخی ترکیب‌های پیوندی مختلف اثر معنی‌داری بر طول میانگره‌های شاخه‌ها نداشتند درحالی‌که رشد رویشی سالیانه شاخه ها اختلاف معنی‌دار وجود داشت. چنین حالتی می‌تواند به دلیل سن پایین نهال‌های ۲ و ۳ ساله در این تحقیق باشد (جدول ۴). مقایسه میانگین طول‌میانگره در گروه پایه‌های میان‌پاکوتاه، بین MS18 و دیگر پایه این گروه تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. بیشترین طول میانگره با اختلاف معنی‌دار در ترکیب‌های پیوندی گروه خیلی پررشد MS8-G و MS22-R، MS8-G و MS22-R، یا گروه پررشد MS23-R, MS22-G در مقایسه با سایر پایه‌های هم‌رتبه ثبت گردید. در یک نگاه کلی، مقایسه میانگین برهمکنش ۱۳ پایه بسیارپاکوتاه و پاکوتاه بر ویژگی طول میانگره، به جز Z11، اختلاف معنی‌دار مشاهده نشد ولی بین پایه‌های دو گروه بسیارپاکوتاه، پاکوتاه و پایه‌های میان‌پاکوتاه اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۳). تولید پایه‌های همگروهی پاکوتاه در کنار فرم اسپیندل در این تحقیق می‌تواند زمینه پژوهش‌های فناوری تولید در پرورش سیب کشور را فراهم آورد. بررسی توام بیوشیمی گیاهی و فنوتایپینگ قدرت‌رشد ضعیف درختان بسیارپاکوتاه زیر تاثیر برهمکنش ماده‌های درون سلولی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

نشان داد غلظت کربوهیدرات‌ها حسب طول‌میانگره در نتاج 'گلداسپور دلیشز'[۱] رداسپور دلیشز'[۲] سطح گالاکتورونیک اسید[۳] در نتاج میانگره کوتاه بیش از نتاج میانگره بلند بود ولی پلی‌ساکاریدهای دیواره سلولی، نشاسته و قندهای محلول کاهش داشتند. با کاهش رشد طولی شاخه‌ها طول میانگره نیز کاهش یافت ولی نسبت بالاتری از بافت آبکش حاوی مقادیر بالای گالاکتورونیک اسید و قند محلول بود درحالی‌که بافت چوب از سطوح بالاتر نشاسته و دیواره سلولی آن‌ها سلولز و گزیلوز[۴] بالاتری وجود داشت. در میانگره‌های بلند سطوح بیشتری از قندهای طبیعی غیرسلولزی مانند گزیلوز، گلوکز، رمنوز[۵]، آرابینوز[۶]، مننوز[۷]، و گالاکتوز[۸] وجود داشت (۲۵).

تعداد و طول پاجوش

بررسی سطح پاجوش‌دهی نشان داد برخلاف تعداد محدود پاجوش، صفر تا ۳ در تمامی پایه‌ها، طول پاجوش در نوسان است. مقایسه میانگین طول پاجوش نشان داد بیشترین طول پاجوش در پایه‌های MS9(۱۵/۰۵)، MS17(۴۲/۱۲)، MS6(۶۵)، MS8(۴۵/۵) ، MS3(۶/۹۴) و در MS10-GD (۵۱/۶۷) سانتی‌متر ثبت گردید. به جز این، تعداد انگشت شماری از سری پایه‌ها فاقد پاجوش و یا رشد بسیار ضعیف بودند که بین آن‌ها و ۲۴ پایه دیگر اختلاف معنی‌دار وجود داشت. بالاترین میانگین طول پاجوش متعلق به پایه‌ی MS6 و MS10-GD بود (جدول ۴). در لیتوانی، پایه‌های همگروهی با منشأ فنلاند، بررسی و نتیجه گرفتند قدرت پاکوتاه‌کنندگی MTT4 معادل M26، MTT5 به اندازه MM106 با پاجوش‌دهی زیاد و ۷۰-۶۰ درصد پایه‌بذری آنتونوفکا و MTT1 برابر B9 بود (۶). احتمال تاثیر قطر و طول متفاوت پایک‌های همگروه در فرآیند تکثیر خوابانیدن کپه‌ای نیز می‌تواند بر برخی متغیرها از جمله پاجوش‌دهی مؤثر باشد. بیشترین و کمترین میزان پاجوش‌دهی در پاکوتاه‌ترین زیرگروه به ترتیب در MK2 معادل ۱/۱۵و در MS1 برابر ۰/۱۵ثبت شد.

تعداد جوانه‌ی رویشی فعال

بیشترین تعداد جوانه‌ی رویشی فعال،۱۲/۳۰ و ۱۴، در درختان 'رددلیشز' و 'گلدن‌دلیشز' در ترکیب با پایه‌های دورگه MS6 و MK4 وجود داشت. سایر ترکیب‌های پیوندی بر پایه‌های دورگه ناتنی MS23 وMS4 با میانگین جوانه‌های فعال ۱۰/۵ و ۱۱/۵ ثبت شد. تعداد جوانه در ۲۴ ترکیب، بین 'رددلیشز' و 'گلدن‌دلیشز' پیوندی بر ۱۲ پایه دورگه همگروهی MS3 MS4, MS8, MS9, MS10, MS17, MS18, MS19, MS20, MS23, MS28, MS30 اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). تعداد جوانه‌های رویشی در ۱۲ ترکیب پیوندی با 'رددلیشز' کمتر از جوانه‌های 'گلدن‌دلیشز' بود در شاهدهای تجاری فقط پایه M7 این وضعیت را داشت و در ۵ پایه شاهد دیگر 'رددلیشز' تعداد جوانه بیشتری نسبت به رقم رقیب داشتند. بالاترین تعداد جوانه، ۱۲ و ۱۸، توسط پایه SUP4 به دو رقم القا شد. کمینه جوانه‌های فعال رویشی دو رقم پیوندی به ترتیب از کمینه ۱ و ۲ در ترکیب با MS35 و بیشینه با ۱۵ و ۲۰ در MS6 و سایر پایه‌های نتاج مربایی کمال آباد ۱۷ و ۱۰ توسط MK2 به علاوه MK4 با ۲۰ و ۸ جوانه تشکیل گردید.

تحمل به بیماری‌ها و آفت‌ها

سال ۱۳۹۴، در آغاز فصل رشد رکوردگیری‌ها برای داده‌های ویژگی‌های زودبرگدهی، مرحله رشدی برگ، طول و عرض پهنک در هر مرحله بر نهال‌های جوان مستقر در باغ آزمایشی مورد حمله شدید ملخ قرار گرفتند. برخلاف پاشش طعمه مسموم در دو نوبت در سطح باغ، به دلیل طغیان آفت و سرعت حمله، ماده‌های پارانشیمی برگ‌ها دچار خسارت جدی شدند. سطح تخریب برگ‌ها بسته به ترکیب پیوندی متفاوت بود که از کمینه ۳ درصد و در برخی تک درختان به بیشینه ۹۹ درصد نیز رسید. میانگین خسارت‌ها نشان داد ۳۳/۳ درصد از ترکیب‌های پیوندی از تحمل بالا به آفت‌های ملخ، کنه و لیسه از خود نشان دادند اما در ترکیب‌های پیوندی حساس بر دو پایه MS3 و MS4 تا ۴۰ درصد خسارت مشاهده شد (جدول ۴). عدم خسارت به برخی

۱- Gold Spur Delicious ۲- Red Spur Delicius ۳- Galacturonic acid ۴- Xylose ۵- Rhamnose
۶- Arabinose ۷- Mannose ۸- Galactose

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

ترکیب‌های پیوندی می‌تواند به دلیل اثر پایه در تشکیل برخی ماده‌های فنولی و ایجاد تحمل به آفت باشد (۲۸). از بین رفتن برگ‌ها منجر به افت شدید فتوسنتز، کند شدن رشد رویشی تا توقف کامل رشد درختان شد. بنابراین، در پایان فصل رویشی سال اول داده‌های ویژگی‌های رشدی قابل وثوق نبودند. در برنامه به‌نژادی با هدف اصلاحی تولید پایه‌های متحمل به پوسیدگی طوقه پس از مراحل ارزیابی رقم‌ها و انتخاب والدهای مادری دانهال‌های گلدانی نتاج والدهای مادری زینتی، آزایش، مربایی و 'نوردرن اسپای' پس از آلوده‌سازی داخل گلخانه ترموستاتیک در شرایط رطوبت اشباع و غرقابی قرار گرفتند. دانهال‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر تحمل به دو بیماری پوسیدگی‌پاهنگ و نیز سفیدک سطحی (*Podosphaera leucotricha*) نشان دادند و با توجه به کدهای از پیش تعیین شده در گروه‌های مختلف دسته‌بندی شدند (۲۲).

الگوهای رشدی

نتیجه‌های مقایسه سه مؤلفه رشدی طول شاخه‌های جانبی، تعداد شاخه و تعداد جوانه‌های رویشی رقم‌های پیوندی بر گروهی از پایه‌های دورگه MS23, MS19, MS18, MS22, MS20 نشان دهنده یک الگوی رشدی به نسبت مشابه بین ترکیب ها، متاثر از برهمکنش رقم-پایه بود. نتیجه‌ها نشان داد در الگوی اول، برخلاف وجود اختلاف معنی‌دار بین دو رقم پیوندی بر پایه MS18، با افزایش رشد طولی (۱۱۹ و ۶۴ سانتی متر)، تعداد جوانه‌های رویشی درختان (۷/۷ و ۸) بدون اختلاف معنی‌دار افزایش یافت (جدول های ۲ و ۴). برای مثال MS1 در ترکیب با 'ردلیشز' با رشد طولی ۱۲۳ سانتی‌متر و تعداد ۸ جوانه رویشی مشابه MS18 عمل کرد ولی در الگوی دوم، همین پایه دورگه در ترکیب با 'گلدن‌دلیشز' طول شاخه به ۲۸ سانتی‌متر کاهش معنی‌دار نشان داد ولی با ۱۰ جوانه رویشی و تعداد ۲/۷ شاخه در درخت یک الگوی رشدی رقابتی را به نمایش گذاشت. در این الگو درختان در ازای کاهش رشد طولی شاخه، دو مولفه تعداد شاخه و به ویژه تعداد جوانه‌های رویشی فعال افزایش یافت که MS40, ZN5, ZN12, MS1 , MK2, MK4, NS3, NS4, MS3 در این گروه قرار گرفتند. در الگوی چهارم رشدی، هر سه مولفه رشد طولی (۷۶ و ۸۵ سانتی‌متر)، تعداد شاخه (۳/۷، ۲/۳) و به ویژه تعداد جوانه‌های رویشی فعال (۷، ۹/۳) افزایش یافت. نتیجه‌ها نشان دهنده چیرگی[۶] ویژگی قدرت‌رشد ریخته پایه MS20 بر رقم‌های پیوندی است. S22, MS9, MS17, MS4, MS6, MS23 از الگوی MS20 پیروی می کنند. در الگوی پنجم، برهمکنش و متعارض به چشم می خورد، بدین معنی که مولفه‌های رشدی در یک پایه مشخص دارای دو ریتم رشدی متضاد هستند. برای مثال در ترکیب 'گلدن‌دلیشز-MS32' طول (۷۷/۸ سانتی متر)، تعداد شاخه (۳/۵) و جوانه‌های فعال (۱/۵) ولی در 'ردلیشز-MS32' طول (۱۵/۶ سانتی متر) و تعداد شاخه (۲) و جوانه‌های فعال (۶/۳) بود. الگوی ششم در برگیرنده ترکیب‌هایی با سه مولفه رویشی ضعیف بودند که بر پایه‌های S35, MS2, ZN1, ZN2, ZN11, ZN8 بودند (جدول های ۲ و ۴).

رده‌بندی تجزیه خوشه‌ای

مقایسه نتیجه‌های توزیع پایه‌ها در دندروگرام حاصل از آنالیز تجزیه خوشه‌ای (شکل ۱) با نتیجه‌های رده‌بندی پایه‌های همگروهی در پنج دامنه مختلف از قدرت پاکوتاه‌کنندگی (جدول ۳)، نشان دهنده همخوانی نتیجه‌های دو روش در تجمیع سه پایه بسیارپاکوتاه MS1, NS4, NS3 در یک زیرگروه و پایه‌های بسیارپاکوتاه MS2 و پاکوتاه NS2 به علاوه MS3 و MK2 در همین سطوح از پاکوتاهی است. لذا پایه پررشد MS30 از بقیه جدا شده است. Z12 و Z1 بسیارپاکوتاه و Z11 پاکوتاه دقیقا مشابه روش رده‌بندی در یک زیرگروه قرار گرفتند. بر اساس دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای، پایه‌های پاکوتاه تا میان‌پاکوتاه Supporter4، P22، M9 و MM106 در یک زیرگروه و بین سری پایه‌های همگروهی در دست بررسی MS4، MS6، MS19، MS8، MS18، MS9، MS22، MS23، MS10، MS17 و MS20 با پایه میان‌پاکوتاه M7 در یک گروه قرار گرفتند. باقی پایه‌های مورد مطالعه به دلیل قدرت پاکوتاه‌کنندگی بیشتر با پایه‌های شاهد در یک زیرگروه قرار نگرفتند (شکل ۱).

۶- Dominance

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهمکنش پایه و پیوندک بر برخی ویژگی‌های رویشی 'رددلیشز' و 'گلدن‌دلیشز'

Table 4. Mean comparison of interaction effect of rootstock and scion on some vegetative characteristics of 'Red Delicious' and 'Golden Delicious'.

پایه Rootstock	پیوندک Scion	تعداد جوانه رویشی No. of vegetative buds	طول شاخه یکساله Annual shoot growth (cm)	طول میانگره Internode length (mm)	تعداد پاجوش Offshoot number	طول پاجوش Offshoot length (cm)	قطر شاخه یکساله Annual shoot diameter (mm)	خسارت آفت‌ها بیماری Insects disease damage (%)
MS1	GD	7.33 g-n	14.83 m-p	1.57 a-h	0.33 c	1.08 f	2.27 l-o	3.33 f-h
	RD	6.33 g-q	18.67 l-p	1.77 a-g	0.00 c	0.00 f	3.77 i-o	0.00 h
MS2	GD	6.00 h-q	26.50 i-p	1.40 d-h	1.00 bc	3.25 f	3.70 i-o	10.00 d-h
	RD	2.33 m-q	52.67 b-o	1.33 e-h	0.00 c	0.00 f	8.00 a-i	6.67 e-h
MS3	GD	11.00 d-h	17.00 m-p	1.20 gh	3.00 ab	3.80 f	3.40 j-o	40.00 a
	RD	10.67 d-i	68.00 a-l	1.23 f-h	2.00 bc	10.08 f	8.47 a-g	30.00 a-c
MS4	GD	10.00 d-j	103.00 ab	1.60 a-h	0.00 c	0.00 f	7.60 a-j	0.00 h
	RD	12.00 c-g	91.25 a-d	1.10 gh	0.00 c	0.00 f	8.90 a-f	40.00 a
MS6	GD	15.00 a-d	68.30 a-l	2.00 a-f	1.00 bc	65.00 a	7.50 b-j	10.00 d-h
	RD	20.00 a	70.50 a-k	2.00 a-f	2.00 bc	65.50 a	0.90 no	10.00 d-h
MS8	GD	2.00 n-q	45.60 d-p	2.20 a-c	3.00 ab	49.00 ab	9.70 a-d	0.00 h
	RD	8.00 f-m	76.25 a-i	1.70 a-g	2.00 bc	42.00 b-d	7.10 b-j	20.00 b-g
MS9	GD	13.00 b-e	53.47 b-o	1.47 b-h	1.33 bc	23.33 c-f	5.33 d-m	23.33 b-e
	RD	1.17 pq	108.40 a	1.63 a-h	1.00 bc	6.77 f	8.92 a-f	21.67 b-f
MS10	GD	6.83 g-p	68.77 a-l	1.43 c-h	2.83 ab	51.67 ab	7.50 b-j	15.83 c-h
	RD	2.50 m-q	73.00 a-j	1.40 d-h	0.00 c	0.00 f	6.75 b-j	10.00 d-h
MS17	GD	5.50 h-q	80.75 a-f	1.70 a-g	3.00 ab	43.95 a-c	8.00 a-i	27.50 a-d
	RD	6.83 g-p	69.00 a-l	1.57 a-h	2.83 ab	40.33 b-d	6.83 b-j	16.67 c-h
MS18	GD	7.67 f-n	59.67 a-n	1.70 a-g	0.00 c	0.00 f	7.00 b-j	16.67 c-h
	RD	8.00 f-m	69.40 a-l	1.70 a-g	0.00 c	0.00 f	9.00 a-f	0.00 h
MS19	GD	10.00 d-j	27.67 h-p	1.43 c-h	0.67 c	7.50 f	4.83 e-n	8.33 e-h
	RD	8.00 f-m	100.00 a-c	2.00 a-f	0.00 c	0.00 f	9.00 a-f	30.00 a-c
MS20	GD	7.00 g-o	73.00 a-j	1.53 b-h	0.33 c	20.33 c-f	7.33 b-j	5.00 f-h
	RD	9.33 e-k	84.50 a-f	1.57 a-h	1.00 bc	2.60 f	7.83 a-i	15.00 c-h
MS22	GD	4.67 j-q	78.25 a-h	1.40 d-h	0.00 c	0.00 f	7.67 a-j	1.67 gh
	RD	5.00 i-q	60.00 a-n	2.00 a-f	1.00 bc	23.00 c-f	11.00 ab	0.00 h
MS23	GD	7.00 g-o	80.00 a-g	1.83 a-g	4.00 a	16.33 ef	8.67 a-f	6.67 e-h
	RD	5.00 i-q	85.00 a-f	2.10 a-e	0.50 c	43.00 a-c	11.00 ab	0.00 h
MS28	GD	7.33 g-n	88.17 a-f	1.50 b-h	0.67 c	21.67 c-f	7.67 a-j	3.33 f-h
	RD	5.00 i-q	40.00 e-p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	4.00 h-o	0.00 h
MS30	GD	6.33 g-q	64.00 a-n	1.47 b-h	0.00 c	0.00 f	7.00 b-j	3.33 f-h
	RD	10.00 d-j	40.50 d-p	0.90 h	3.00 ab	6.20 f	2.50 k-o	0.00 h
MS32	GD	1.50 o-q	69.75 a-k	1.65 a-h	0.50 c	25.00 c-f	8.00 a-i	0.00 h
	RD	6.33 g-q	23.33 j-p	1.40 d-h	0.33 c	4.00 f	4.20 g-n	3.33 f-h
MS35	GD	1.00 q	50.00 c-p	1.57 a-h	1.67 bc	7.33 f	6.93 b-j	6.67 e-h
	RD	2.00 n-q	87.50 a-f	2.35 a	0.50 c	24.00 c-f	8.50 a-g	0.00 h

Means with at least a commun letter have no significant difference at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

در هر ستون، میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

جدول ۴- ادامه.

Table 4. Continued.

پایه Rootstock	پیوندک Scion	تعداد جوانه رویشی No. of vegetative buds	طول شاخه یکساله Annual shoot growth (cm)	طول میانگره Internode length (mm)	تعداد پاجوش Offshoot number	طول پاجوش Offshoot length (cm)	قطر شاخه یکساله Annual shoot diameter (mm)	خسارت آفت‌ها بیماری Insects disease damage (%)
MS40	GD	4.33 j-q	51.67 c-o	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	6.40 c-l	6.67 e-h
	RD	4.67 j-q	42.67 d-p	1.57 a-h	0.33 c	4.00 f	4.83 e-n	0.00 h
Z1	GD	6.33 g-q	23.33 j-p	1.40 d-h	0.33 c	4.00 f	4.20 g-n	3.33 f-h
	RD	2.00 n-q	40.00 e-p	1.60 a-h	0.00 c	0.00 f	8.20 a-h	0.00 h
Z2	GD	1.00 q	82.50 a-f	1.40 d-h	2.00 bc	25.50 c-f	10.20 a-c	0.00 h
	RD	3.67 k-q	39.25 e-p	1.70 a-g	0.67 c	7.92 f	5.83 d-l	3.67 f-h
Z5	GD	12.00 c-g	0.00 p	2.20 a-c	0.00 c	0.00 f	8.00 a-i	0.00 h
	RD	5.33 h-q	73.42 a-j	2.20 a-c	1.67 bc	8.42 f	7.90 a-i	5.33 e-h
Z8	GD	3.50 l-q	37.75 f-p	1.45 b-h	0.00 c	4.25 f	5.40 d-m	3.50 f-h
	RD	4.67 j-q	89.33 a-e	2.17 a-d	1.00 bc	3.33 f	8.73 a-f	4.67 f-h
Z11	GD	4.00 k-q	29.83 g-p	1.87 a-g	0.67 c	5.08 f	6.47 c-k	4.00 f-h
	RD	3.50 l-q	37.50 f-p	1.40 d-h	0.00 c	0.00 f	8.15 a-h	0.00 h
Z12	GD	17.33 a-c	28.33 h-p	1.50 b-h	0.33 c	3.50 f	1.43 m-o	13.33 c-h
	RD	3.50 l-q	27.40 h-p	1.45 b-h	0.50 c	37.50 b-e	7.25 b-j	3.50 f-h
NS2	GD	6.67 g-q	59.70 a-n	1.53 b-h	1.67 bc	21.65 c-f	7.83 a-i	6.67 e-h
	RD	8.00 f-m	27.50 h-p	1.30 f-h	0.00 c	0.00 f	7.37 b-j	8.00 e-h
NS3	GD	4.00 k-q	20.00 k-p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	0.00 o	4.00 f-h
	RD	17.33 a-c	28.33 h-p	1.50 b-h	0.33 c	3.50 f	1.43 m-o	13.33 c-h
NS4	GD	8.67 e-l	13.83 n-p	1.57 a-h	0.33 c	11.00 f	6.20 c-l	7.67 e-h
	RD	8.33 f-l	4.17 op	2.23 ab	1.00 bc	6.60 f	4.67 f-n	8.33 e-h
MK2	GD	17.33 a-c	28.33 h-p	1.50 b-h	0.33 c	3.50 f	1.43 m-o	13.33 c-h
	RD	10.67 d-i	47.83 d-p	1.50 b-h	2.00 bc	18.17 d-f	6.07 c-l	18.33 b-h
MK4	GD	20.00 a	0.00 p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	0.00 o	0.00 h
	RD	8.00 f-m	74.00 a-j	1.60 a-h	0.00 c	0.00 f	6.70 b-j	0.00 h
T1-S4	GD	12.00 c-g	21.50 k-p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	8.20 a-h	10.00 d-h
	RD	18.00 ab	59.50 a-n	1.70 a-g	0.00 c	0.00 f	8.20 a-h	35.00 ab
T2-P22	GD	8.00 f-m	40.00 e-p	1.53 b-h	0.00 c	0.00 f	8.20 a-h	10.00 d-h
	RD	13.00 b-e	49.50 c-p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	7.90 a-i	0.00 h
T3-M9	GD	5.00 i-q	65.00 a-m	1.60 a-h	0.00 c	0.00 f	9.10 a-e	0.00 h
	RD	12.00 c-g	15.50 m-p	1.50 b-h	0.00 c	0.00 f	7.40 b-j	10.00 d-h
T4-MM106	GD	6.00 h-q	40.00 e-p	1.70 a-g	0.00 c	0.00 f	9.10 a-e	0.00 h
	RD	15.00 a-d	45.00 d-p	1.80 a-g	0.00 c	0.00 f	11.90 a	0.00 h
T5-MM111	GD	3.00 l-q	68.00 a-l	2.00 a-f	1.00 bc	3.50 f	9.40 a-d	0.00 h
	RD	14.00 b-e	65.00 a-m	2.00 a-f	0.00 c	0.00 f	9.30 a-d	0.00 h
T6-M7	GD	10.00 d-j	55.00 b-n	2.20 a-c	0.00 c	0.00 f	8.30 a-h	10.00 d-h
	RD	1.00 q	106.00 a	2.10 a-e	0.00 c	0.00 f	10.30 a-c	0.00 h

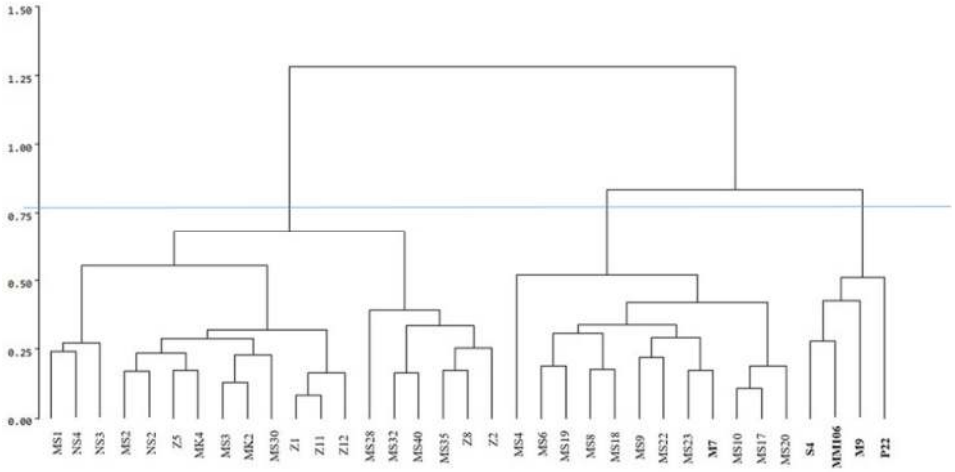
Means with at least a commun letter have no significant difference at 5% probability level using Duncan's Multiple Range Test.

در هر ستون، تیمارهای دارای دستکم یک حرف مشترک تفاوت معنی‌داری از نظر آزمون دانکن در سطح احتمال پنج درصد ندارند

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

نتیجه‌های حاصل از روش رده‌بندی بر اساس ویژگی طول شاخه‌های جانبی در مقایسه با رتبه‌بندی بر اساس تمام ویژگی‌های در تجزیه خوشه‌ای نشان داد ویژگی طول شاخه‌های جانبی به عنوان شاخص تعیین کننده سطح سایه‌گستر در مرحله نونهالی می‌تواند به عنوان روش بهینه تلقی گردد. در عین‌حال یکی از مهم‌ترین امتیازهای تجزیه خوشه‌ای تعیین خویشاوندی ژنتیک پایه‌ها بر اساس فنوتایپینگ رقم‌های پیوندی می‌باشد. بیشتر پایه‌های همگروهی شاهد در یک زیرگروه قرار گرفتند که دلالت بر خویشاوندی ژنتیک و منشا مشترک اروپایی آنان است. در ادامه، تجمیع سه پایه بسیارپررشد MS17, MS8, MS22 و پایه‌های پررشد MS20, MS6, MS10 MS32, MS28, MS23, در یک زیرگروه همراه با شاهد میان پاکوتاه M7 دندروگرام منطبق با نتیجه‌های رده‌بندی است (شکل۱، جدول ۳).



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ویژگی‌های رشدی و توزیع پایه‌ها برحسب قدرت پاکوتاه‌کنندگی.

Fig. 1. Cluster analysis dendrogram attained from growth traits and rootstocks distribution based on dwarfism.

نتیجه گیری

همخوانی دقیق نتیجه‌های رده‌بندی و تجزیه خوشه‌ای در این پژوهش تائیدکننده اهمیت ویژگی طول‌شاخه بین تمامی ویژگی‌های رویشی ثبت شده مورد استفاده در دندروگرام است که دلالت بر کلیدی بودن ویژگی سطح سایه‌گستر تاج به عنوان یک متغیر تعیین‌کننده در قدرت پاکوتاه‌کنندگی پایه دارد. تغییر الگوی رشدی مشاهده شده در تقابل طول و تعداد شاخه‌های جانبی درختان نشان داد فیزیولوژی رشد زیر تاثیر قدرت پاکوتاه‌کنندگی است. هماهنگی و همخوانی کامل نتیجه‌های رده‌بندی پایه‌های همگروهی امیدبخش سیب بر اساس ویژگی رشد شاخه‌های یکساله در مقایسه با ویژگی رشد شاخه های‌جانبی موید انتخاب صحیح این دو به عنوان نشانگر مرفولوژیک قدرت پاکوتاه‌کنندگی در مرحله نونهالی است. به نظر کومینز و آلد وینکل (۳) زمان‌بر بودن تولید پایه‌های همگروهی به دلیل ضرورت انجام ارزیابی‌های سه‌گانه زیر است ۱) غربال برای مقاومت به انواع تنش غیرزنده که در این تحقیق تحمل به پوسیدگی پاهنگ هدف اصلی اصلاحی در نظر گرفته شد. ۲) سازگاری به خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های نوعی کشور که در این برنامه طی انتخاب والدهای مادری بومی بررسی شده است (۲۲). ۳) کارآیی پایه از دیدگاه باغبانی در نهالستان و باغ آزمایشی در دست بررسی است. تولید پایه‌های همگروهی سیب متحمل به تنش‌های زنده مهم مانند پوسیدگی پاهنگ و سازگار با خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک‌های نوعی مناطق پرورش سیب کشور سکوی ارتقاء کمی وکیفی تولید سیب کشور به‌شمار می رود. تعیین دقیق‌تر قدرت پاکوتاه‌کنندگی پایه‌ها نیاز به مدت زمان بیشتر تا مرحله باردهی درختان ۶ تا ۸ ساله دارد. بنابراین ضرورت دارد تاثیر پایه‌ها بر ویژگی‌های فنولوژی گلدهی، تراکم گلدهی، زودباردهی، میوه بندی، میوه شناسی و عملکرد رقم‌های پیوندی مورد مطالعه قرار گیرد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

References

منابع

1. Albacete, A., C. Martinez-Andujar, A. Martinez-Perez, A. J. Thompson, I. C. Dodd, and F. Perez-Alfocea. 2015. Unravelling rootstock×scion interactions to improve food security. J. Expt. Bot. 66: 2211–2226.
2. Anthony, B., S. Serra, and S. Musacchi. 2020. Optimization of light interception, leaf area and yield in "WA38": comparisons among training systems, rootstocks and pruning techniques. Agronomy, 10: 689.
3. Cummins, J. N., and H. S. Aldwinkle. 1983. Accelerating orchard evaluation of apple rootstock candidates. Acta Hort. 140: 73-78.
4. Dolgun, O., A. Yıldırım, M. Polat, F. Yıldırım, A. Akın. 2009. Apple graft formation in relation to growth rate features of rootstocks. Afr. J. Agric. Res. 4: 530-534.
5. Fazio, G. and T. Robinson. 2008. Modification of nursery tree architecture by apple rootstocks. HortScience, 43: 1271–1271.
6. FioravançoI, C., A. B. C. CzermainskiI, and I. P. R. D. de Oliveira. 2016. Yield efficiency for nine apple cultivars grafted on two rootstocks. Ciênc Rural. 46(10): 1701-1706.
7. Hajnajari, H. 2012. Results of 3 years screening on 89 apple cultivars for fire blight resistance using USDA system in Karaj conditions. 2012. Plant Protection J. 26: 261-268. (In Persian)
8. Hajnajari, H. and Moradi M. 2014. Determination of self -compatibility levels, physiological disorders, pomology of apples and introduction of 'IRI6' as promising self-compatible cultivar. Iran. J. Hort. Sci. 45: 163-174.(In Persian)
9. Hajnajari, H. 2020**.** 33 Half-sib apple clonal rootstocks tolerant to crown rot produced in a 14 years pathobreeding program. Acta Hort. (in press).
10. Ikase, L., E. Rubauskis, and Z. Rezgale. 2017. Evaluation results of Finnish apple rootstocks in Latvia. Proceedings of the Latvian academy of sciences. Section B. 71: 3(708): 132–136.
11. Jensen, P. J., J. Rytter, E. A. Detwiler, J. W. Travis, and T. W. McNellis. 2003. Rootstock effects on gene expression patterns in apple tree scions. Plant Mol. Biol. 493: 493-511.
12. Jensen, P. J., I. Makalowska, N. Altman, G. Fazio, C. Praul, S. N. Maximova, R. M. Crassweller, J. W. Travis, and T. W. McNellis. 2010. Rootstock-regulated gene expression patterns in apple tree scions. Tree Genet. Genomes. 6: 57-72.
13. Johkan, M., K. Mitukuri, S. Yamasaki, G. Mori, and M. Oda. 2009. Causes of defoliation and low survival rate of grafted sweet pepper plants. Sci. Hort. 119: 103–107.
14. Kosina, J. 2010. Effect of dwarfing and semi dwarfing apple rootstocks on growth and productivity of selected apple cultivars. Hort. Sci. 37(4): 121-126.
15. Lordan, J., G. Fazio, P. Francescatto, and T. Robinson. 2017. Effects of apple (*Malus*×*domestica* Borkh.) rootstocks on scion performance and hormone concentration. Scie. Hort. 225: 96-105.
16. Marini, R. P., and G. Fazio. 2018. Apple rootstocks: History, Physiology, Management, and Breeding. Hortic Rev. 45(1): 197-312.
17. Oukabli, A. and Lahlou, M. 2005. Performance of 'Golden Delicious' and 'Starking Delicious' apples on five rootstocks in a warm, semi-arid climate. Adv. Hort. Sci. 19: 47-53.
18. Rom, R. C. and R. F. Carlson (ed.). 1987: Rootstocks for fruit crops. New York, Wiley and Sons. 494 p.
19. Ruiz, J. M., A. Belakbir, I. López-Cantarero, and L. Romero. 1997. Leaf-macronutrient content and yield in grafted melon plants: a model to evaluate the influence of rootstock genotype. Sci. Hort. 71: 227–234.
20. Russo, N. L., T. L. Robinson, G. Fazio, and H. S. Aldwinckle. 2007. Field evaluation of 64 apple rootstocks for orchard performance and Fire Blight resistance. Hortscience, 42(7): 1517-1525.
21. Simard, M. H., C. Cattanéo, S. Codarin, L. Roche, and H. S. Aldwinckle. 2011. French evaluation of the CG rootstocks: history and results. Acta Hort. 903: 257-264.
22. Soroori, S. Hajnajari, H. Rezaee, S. Zamanizadeh, H.R. 2011. Evaluation of apple dwarf cultivars seedlings for selection of rootstocks tolerant to *phytophthora cactorum*, causal agent of crown rot disease. Seed and Plant (Genetic Improvement). 1-26: 193-204.
23. Tietel, Z., S. Srivastava, A. Fait, N. Tel-Zur, N. Carmi, and E. Raveh. 2020. Impact of scion/rootstock reciprocal effects on metabolomics of fruit juice and phloem sap in grafted *Citrus reticulata.* PLos One, 15(1): 1-17.
24. Tworkoski, T. and S. Miller. 2007. Rootstock effect on growth of apple scions with different growth habits. Sci. Hort. 111: 335-343.
25. Wang, S.Y. and M. Faust. 1987. The relationship of internode length to carbohydrate content in genetic dwarf apple trees. Sci. Hort. 33: 197-203.
26. Webster, A. D., and M. S. Hollands. 1999. Apple rootstock studies: comparison of Polish, Russian, USA and UK selections as rootstocks for the apple cultivar Cox's Orange Pippin (*Malus domestica* Borkh.). J Hort. Sci. Biotech. 74: 367–374.
27. Webster, A. D., and S. J. Wertheim. 2003. Apple rootstocks. In: Ferree DC, Warrington IJ (eds) Apples: Botany, Production and Uses. CABI, Cambridge, MA, pp 91–124.
28. Welsh, M. F. 1942. Studies of crown rot of apple trees. Canad. J. Res. 20(C): 457-490.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 22 (1): 117- 134 (2021)
Research article

The Effects of Apple Clonal Crown Rot Tolerant Rootstocks Series on the Growth Control of Scion Cultivars

F. Rashidi, H. Hajnajari*, M. Mirabdulbaghi, E. Ghorbani and M. Pirkhezei[1]

The 2- and 3-year-old of 60 apple combinations of 'Golden Delicious' and 'Red Delicious' onto promising clonal rootstocks tolerant to crown rot series along with 6 common clonal rootstocks were assessed for dwarfing potential. Branch length and number, internode length, active vegetative buds, annual shoots growth and diameter, sapling height, growth habit, root-sucker number and length per sapling, diametric values of rootstock, graft point and scion as well as pest/disease damages were assessed. The modified dwarfism ranking method was achieved in 5 groups, based the length of lateral branches per sapling. So, the rootstock series were ranked in very dwarfing (8 hybrids), dwarfing (6 hybrids), mid dwarfing (6 hybrids), vigorous (7 hybrids) and very vigorous (3 hybrids). The three categories of very-dwarfing, dwarfing and mid- dwarfing had the least shaded area compared to controls as the worldwide dwarfest ones. ANOVA and mean comparisons by Dunken test of the growth traits particularly lateral branches length and number, sapling height and annual branch length of the two scion cultivars was achieved related to M7 combinations. The trial was compiled within RCBD.

Keywords: Apple, Clonal rootstocks, Dwarfism, Crown rot, Scion-rootstock combination, Growth traits.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-07-12]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1400.22.1.15.6]

1. Former M.Sc. Student of Horticultural Science, Islamic Azad University, Karaj, Associate Professor in Temperate Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Research Assistant Professor in Temperate Fruit Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Research Assistant Professor in Date Palm and Tropical Fruits Research Center, Horticultural Science Research Institute, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), Karaj, Iran, respectively.
*Corresponding Author, Email: (hajnajarih@gmail.com).