DOI: 10.22092/spj.2024.364714.1347

"نهال و بذر"
جلد ۳۹، شماره ۲، سال ۱۴۰۲

مقاله پژوهشی

گزینش مقدماتی گونه‌های مختلف جنس گلابی (*Pyrus*) برای پاکوتاهی و جذب عناصر غذائی

Preliminary Selection of Different Species of Genus Pear (*Pyrus*) for Dwarfing and Nutrients Uptake

علی رضایی[۱]، حمید عبداللهی[۲*]، کاظم ارزانی[۳*]، علی مختصی بیدگلی[۴] و نیما احمدی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۲- دانشیار، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
۳- استاد، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۴- دانشیار، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
۵- دانشیار، گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۳/۲۵

چکیده

رضایی، ع.، عبداللهی، ح.، ارزانی، ک.، مختصی بیدگلی، ع. و احمدی، ن. ۱۴۰۲. گزینش مقدماتی گونه‌های مختلف جنس گلابی (*Pyrus*) برای پاکوتاهی و جذب عناصر غذائی. **نهال و بذر ۳۹:** ۲۸۲-۲۵۳

پاکوتاهی و قدرت جذب عناصر غذائی از مهمترین صفات در برنامه های به‌نژادی پایه‌های گلابی می باشند. بر این اساس، در پژوهش حاضر خصوصیات رشدی و جذب عناصر غذائی درشت مغذی و آهن در دانهال‌های ۱۳ گونه بومی و وارداتی جنس گلابی (*Pyrus*)، یک هیبرید بین گونه‌ای تجاری و سه پایه رویشی متداول پیرودوارف (Pyrodwarf)، کوئینس EMA و کوئینس BA29 از گونه به (*Cydonia oblonga* Mill.) مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفت. ارزیابی‌ها در شرایط کنترل شده در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۱۰ تکرار در یک دوره رشدی شش ماهه در سال ۱۴۰۱ انجام شد. خصوصیات رشدی و شاخص کلروفیل در ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار مواد گیاهی و جذب عناصر غذائی N، P و K همراه با عنصر آهن به عنوان مهمترین عنصر ریزمغذی در مقایسه با پایه‌های جنس *Pyrus* و *Cydonia* در ۱۶۰ روز پس از استقرار، ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بیشترین میزان پاکوتاهی در گونه *P. syriaca* و سپس پایه‌های رویشی، و بیشترین رشد در دانهال‌های بذری گونه *P. communis* حاصل از رقم درگزی و سپس گونه *P. bretschneideri* مشاهده شد. همچنین سه گونه جنس *Pyrus* با منشاء جنوب شرقی آسیا نیز جزو پررشدترین گونه‌ها بودند. در گونه *P. syriaca* کمترین طول میانگره در ۱۶۰ روز پس از استقرار با میانگین ۱/۶۱ سانتی‌متر مشاهده شد که نشانگر تاثیر این صفت در پاکوتاهی این گونه بود. در رابطه با قدرت جذب عناصر، سه گونه *P. nivalis* ،*P. hyrcana* و *P. pashia* بیشترین جذب نیتروژن و دو گونه *P. amygdaliformis* و *P. nivalis* بیشترین جذب فسفر را داشتند و گونه *P. syriaca*، با دو درصد پتاسیم برگی، از قدرت جذب بالای این عنصر برخوردار بود. همچنین کلیه گونه‌های جنس *Pyrus* در مقایسه با پایه‌های متعلق به گونه *C. oblonga* از محتوای آهن کل بالاتری برخوردار بودند. با توجه به نتایج به دست آمده از این پژوهش، ارزیابی‌های تکمیلی در رابطه با امکان استفاده مستقیم از گونه *P. syriaca* به عنوان پایه بسیار پاکوتاه‌کننده برای باغ‌های متراکم و یا فوق متراکم گلابی و یا استفاده از این گونه در برنامه‌های بهنژادی گلابی پیشنهاد می شود.

واژه‌های کلیدی: گلابی، آهن، پایه کوئینس، ژرم‌پلاسم، رشد رویشی، شاخص کلروفیل.

* نگارندگان مسئول: h.abdollahi@areeo.ac.ir و arzani_k@modares.ac.ir تلفن: ۰۲۶۳۶۷۰۲۵۴۱ و ۰۲۱۴۸۲۹۲۰

مقدمه

گلابی از جنس *Pyrus*، یکی از قدیمی‌ترین میوه‌های کشت شده در جهان است و شواهدی وجود دارد که نشان دهنده کشت و پرورش درخت گلابی در دوران نوسنگی است (Simionca Mărcășan *et al*., 2023). همچنین براساس اسناد تاریخی به جا مانده و به دلیل تنوع طعم و شکل ظاهری، میوه گلابی از گذشته دور مورد توجه پادشاهان ایران، چین و روم بوده است. با گذشت زمان، در نتیجه گسترش تمدن در آسیا، اروپا و آمریکا، هزاران رقم و ژنوتیپ مختلف درخت گلابی ایجاد و در نهایت در سرتاسر جهان گسترش یافته است (Morgan, 2015).

میوه گلابی علاوه بر دارا بودن طعم منحصر به فرد، خواص متعددی برای سلامتی انسان دارد (Teixeira *et al*., 2023). علاوه بر این، برخی از گونه‌های جنس *Pyrus* را می‌توان به دلیل طیف گسترده‌ای از رشد، در فضای سبز شهری نیز مورد استفاده قرار داد (Bell and Itai, 2011). بالغ بر ۲۲ گونه مختلف از جنس *Pyrus* در جهان شناسایی شده است، که از این میان حدود ۱۲ گونه آن در ایران گزارش شده است (Rezaei *et al*., 2023). وجود گونه‌های مختلف این جنس در فلات ایران سبب شده است که این کشور به عنوان یکی از مراکز اصلی پیدایش و انتشار درخت گلابی در جهان شناخته شده و مورد توجه قرار گیرد (Abdollahi, 2010).

در حال حاضر سطح زیر کشت باغ‌های گلابی در دنیا حدود یک و نیم میلیون هکتار برآورد می‌شود، که از این مقدار سالانه حدود ۲۴ میلیون تن گلابی برداشت می‌شود. براساس آمار سازمان غذا و کشاورزی ملل متحد (FAO)، کشورهای چین، آمریکا و ایتالیا در سال ۲۰۲۱ میلادی مهمترین کشورهای تولید کننده گلابی بودند و ایران در رتبه ۱۵ جهانی قرار دارد (FAO, 2022). در حال حاضر سطح زیر کشت گلابی در ایران در حدود ۱۸ هزار هکتار با تولید حدود ۲۰۰ هزار تن و میانگین عملکرد بیش از ۱۲ تن در هکتار است (Anonymous, 2021).

پایه در درختان میوه نقش بسیار مهمی در تعیین کارآیی و پایداری باغ‌های محصولات مختلف ایفا می‌کند و جزء ضروری برای درختان میوه در باغداری مدرن می‌باشد. به‌طوریکه در یک باغ استاندارد گلابی، درختان باید از حجم تاج یکسان و یکنواخت برخوردار بوده، تا علاوه بر بهبود عملیات داشت و برداشت، میوه های یکنواخت و با کیفیت مطلوب تولید شود (Roberto *et al*., 2022). استفاده از پایه در درختان تجاری گلابی اجتناب ناپذیر بوده و پایه نقش اصلی را در تعیین راندمان و عملکرد نهایی باغ ایفا می‌کند (Rufato *et al*., 2021). پایه همچنین می‌تواند بر بسیاری از شاخص‌های رشد رویشی، پتانسیل آب درخت و اندازه نهایی تاج درخت گلابی تاثیرگذار باشد و گونه‌ها و ارقام مختلف آن

ممکن است کارآیی جذب مواد معدنی متفاوتی داشته باشند (Arzani, 2004).

یکی از مشکلات موجود در کشت و پرورش محصول گلابی در کشور، عدم دسترسی به پایه متناسب و سازگار با شرایط اقلیمی مختلف در ایران است. گلابی را به صورت بالقوه می‌توان علاوه بر جنس *Pyrus*، روی گونه‌های متعلق به جنس‌های *Malus*، *Cydonia*، *Crataegus* و *Mespilus* پیوند زد که در بین جنس‌های اشاره شده در حال حاضر به صورت تجاری از جنس *Cydonia* با هدف ایجاد پاکوتاهی و افزایش بهره‌وری در خاک‌های غنی و غیرآهکی، استفاده می‌شود. پایه‌های کوئینس جزو پایه‌های متداول برای پیوند گلابی هستند، ولی محدودیت آن‌ها حساسیت زیاد به خاک‌های آهکی است (Devyatov, 1994)، که همین موضوع استفاده از این پایه را در صنعت باغداری گلابی کشور با محدودیت رو به رو کرده است.

در ایران عمدتاً از دانهال‌های گلابی اروپایی حاصل از بذرهای رقم درگزی به عنوان پایه در باغ‌های گلابی استفاده می‌شود (Abdollahi, 2010). همچنین گزارش هایی وجود دارد که نشان دهنده استفاده از گونه‌هایی مانند *P. elaeagrifolia*، *P. amygdaliformis*، *P. syriaca*، *P. salicifolia*، *P. longipes* و *P. cordata* در سایر کشورها به عنوان پایه برای درخت گلابی است (Abdollahi, 2010). در ایران در برخی استان‌ها، همانند استان‌های شمالی که دارای ژرم‌پلاسم غنی گلابی وحشی هستند، به صورت محدود و محلی از پتانسیل گونه‌های وحشی به عنوان پایه بهره‌برداری و استفاده می‌شود، اما اطلاعات دقیقی از مقایسه میزان رشد و پتانسیل دقیق کاربرد این گونه‌ها به عنوان پایه وجود ندارد.

استفاده از پایه‌های بذری گلابی در ایران دارای محدودیت‌هایی مانند تفرق صفات، رشد رویشی زیاد و بازدهی کم درختان تجاری تولیدی روی این پایه‌ها است، اما در مقابل گزارش‌هایی نیز وجود دارد که نشان می‌دهد پایه درگزی نسبت به پایه رویشی پیرودوارف نسبت به تنش خشکی طولانی مدت مقاومت بهتری از خود نشان داده است (Maleki-Asayesh *et al*., 2023). در دهه‌های گذشته ضمن گزینش پایه‌های رویشی مختلف از دو گونه *Cydonia oblonga* و *P. communis* پایه رویشی نیمه‌پاکوتاه‌کننده پیرودوارف در سطح تجاری مورد استفاده قرار گرفته است (Abdollahi *et al*., 2012). پایه‌های بذری به دلیل تفرق صفات و مشکلات بعدی نظیر تولید تاج بزرگ و حجیم، سبب ایجاد مشکلاتی در مدیریت باغ و تولید محصول گلابی می شود و ضمن دیر به بار نشستن درختان، عدم یکنواختی در کیفیت و رنگ‌گیری میوه را به همراه دارند.

علی‌رغم استفاده از پایه پیرودوارف در سطح تجاری در ایران، پتانسیل استفاده از این پایه به

صورت ایجاد باغ‌های نیمه متراکم است (Abdollahi, 2021) و پایه‌های کاملاً پاکوتاه کننده متعلق به گونه *C. oblonga* نظیر پایه کوئینس C با خاک‌های اغلب مناطق گلابی‌کاری کشور سازگار نیستند. با توجه به وجود ژرم‌پلاسم گسترده گونه‌های مختلف گلابی در سطح کشور و وجود میزان رشدی متفاوت در بین گونه‌های مختلف آن، لازم است این ژرم‌پلاسم از نظر خصوصیات مختلف جهت استفاده به عنوان پایه و همچنین قدرت سازگاری با خاک‌های ایران مورد ارزیابی، گزینش و بررسی‌های تکمیلی قرار گیرند. همچنین وجود گونه‌های وارداتی مختلف جنس *Pyrus* از جنوب شرقی آسیا در کشور، امکان مقایسه طیف قابل‌توجهی از گونه‌های گلابی موجود در مراکز تنوع ژنتیکی این درخت را امکان پذیر می‌کند.

با توجه به اهداف برنامه‌های به‌نژادی گلابی در آینده، این بررسی‌های می‌تواند با هدف ایجاد پاکوتاهی و سازگاری با خاک‌های قلیائی کشور و همچنین جذب عناصر غذائی به ویژه عنصر آهن که در خاک‌های قلیائی و آهکی با دشواری زیادی همراه است، متمرکز شود. بنابراین، باتوجه به اینکه تاکنون مقایسه‌ای بین رشد رویشی و قدرت جذب عناصر معدنی بین دانهال‌های حاصل از گونه‌های متعدد بومی و وارداتی و پایه‌های رویشی گلابی موجود در کشور صورت نگرفته است، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی و مقایسه‌ای رشد رویشی و قدرت جذب عناصر معدنی درشت مغذی و آهن در دانهال‌های حاصل از گونه‌های مختلف جنس *Pyrus* و پایه‌های رویشی تجاری گلابی انجام شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش حاصل از برنامه جمع‌آوری و ارزیابی گونه‌های مختلف گلابی از مناطق مختلف کشور بود (Rezaei *et al*., 2023). بدین صورت که در تابستان و پائیز سال ۱۴۰۰، جمع‌آوری میوه گونه‌های بومی- وارداتی شامل گونه‌های *P. calleryana*، *P. betulifolia*، *P. bretschneideri*، *P. nivalis*، *P. syriaca*، *P. communis* cv. Dargazi، *P. communis* cv. 477 و *P. communis* cv. LGI456 و هیبرید بین گونه‌ای Q1 Rootstock از باغ کلکسیون درختان میوه موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور، گونه بومی *P. salicifolia* از آذربایجان غربی، گونه *P. amygdaliformis* از کلکسیون درختان میوه موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور و گونه‌های *P. pashia*، *P. cordata* و *P. hyrcana* از خراسان شمالی-آشخانه انجام شد.

استقرار گیاهچه‌ها و اندازه‌گیری صفات

پس از جمع‌آوری میوه گونه‌های مختلف گلابی از سطح کشور در تابستان و پائیز سال ۱۴۰۰، بذرها استخراج، شستشو و خشک شدند.

پس از گذشت یک ماه و خشک شدن کامل بذرها، به مدت ۲۴ ساعت در آب مقطر خیسانیده و پس از تیمار با قارچ‌کش بنومیل یک در هزار، به مدت ۳۰ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد به منظور رفع نیاز سرمائی، در مخلوط کوکوپیت-پرلیت مرطوب در یخچال نگهداری شدند.

بذرها در اواخر دی ۱۴۰۰، در شرایط گلخانه‌ای و در سینی‌های کاشت ۲۸ حفره‌ای کشت و پس از جوانه‌زنی و ظهور دو تا سه برگچه، گیاهچه‌های سالم و عاری از هر گونه آلودگی به گلدان‌هایی با قطر دهانه ۲۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۴۰ سانتی‌متر در نسبت برابر خاک مزرعه، کود دامی و پرلیت منتقل شدند. گیاهچه‌های پایه‌های پیرودوارف از پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری و همچنین پایه‌های رویشی کوئینس BA29 و EMA متعلق به گونه *C. oblonga* نیز از شرکت کشاورزی و باغداری کشت و صنعت فجر اصفهان در زمستان ۱۴۰۰ تهیه شدند.

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک بستر مورد استفاده در جدول ۱ و ویژگی های آب آبیاری مورد استفاده در طول رشد در جدول ۲ ارائه شده است. پس از جوانه‌زنی و استقرار گیاهچه‌ها، کلیه عملیات نگهداری از آنها شامل آبیاری، وجین علف‌های هرز و مبارزه با آفات و بیماری‌ها به صورت بر اساس روش های استاندارد انجام شد. علاوه بر این، جهت تقویت رشد گیاهچه‌ها، تغذیه آنها با کود کامل در سه مرحله از طریق کود آبیاری بعمل آمد.

این پژوهش در گلخانه‌های دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و آزمایشگاه فیزیولوژی و اصلاح درختان میوه (پومولوژی) انجام شد. شرایط محیطی گلخانه در طول فصل رشد شامل دمای ۲۵ تا ۲۷ و ۱۸ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب برای طول روز و شب، همراه با رطوبت نسبی ۳۵ تا ۴۰ درصد بود. با توجه به شرایط یکسان و بهینه گلخانه مورد استفاده، گیاهچه‌های گونه های مختلف گلابی در قالب طرح کاملاً تصادفی و با ۱۰ تکرار، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

در ادامه و پس از استقرار گیاهچه‌ها، در سه بازه زمانی مختلف شامل ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار از نظر صفات مختلف رویشی مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات رویشی شامل ارتفاع گیاهچه، قطر و محیط ساقه در محل طوقه، تعداد میانگره، فاصله میانگره‌ها، تعداد برگ و شاخص کلروفیل در هر سه بازه زمانی فوق‌الذکر مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفات کمی رشدی با استفاده از متر و کولیس دیجیتال، شاخص کلروفیل با استفاده از دستگاه اسپد (مدل Spad 502 Konica Minolta) اندازه گیری شدند. محیط ساقه نیز از ضرب شعاع ساقه در عدد پی (۳/۱۴) محاسبه شد. همچنین حساسیت به آفات و بیماری‌های رایج گلخانه نیز به صورت مشاهده‌ای در طول آزمایش ارزیابی و ثبت شد.

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی و شیمیایی بستر خاکی مورد استفاده در گلدان‌ها در طول دوره رشد دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی و همچنین دامنه بهینه ویژگی های بسترخاکی برای گیاهان باغی

Table 1. Physical and chemical properties of the soil media used in pots during the growth period of different species of genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks as well as the optimal range of soil media properties for horticultural plants

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی بستر خاکی Physical and chemical properties of the soil media														
بافت خاک Soil texture	درصد رس Clay (%)	درصد سیلت Silt (%)	درصد شن Sand (%)	درصد ارزش خنثی سازی کل TNV (%)	هدایت الکتریکی (دسی زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	اسیدیته pH	درصد کربن آلی O.C. (%)	درصد نیتروژن N (%)	درصد فسفر P (%)	پتاس (میلی گرم در کیلوگرم) K (ppm)	روی (میلی گرم در کیلوگرم) Zn (ppm)	منگنز (میلی گرم در کیلوگرم) Mn (ppm)	آهن (میلی گرم در کیلوگرم) Fe (ppm)	مس (میلی گرم در کیلوگرم) Cu (ppm)
لوم ماسه Sandy loam	18	18	64	15.7	3.1	7.67	3.31	0.33	0.08	0.37	3.7	4	7.52	2.08
Optimal Range دامنه بهینه														
				>10	>2.0	7-7.5	>1.5	>0.2	0.15	0.35	3.0	10	6.00	2

TNV: Total neutral value, EC: Electric conductivity, O.C.: Organic carbon, N: Nitrogen, P: Phosphorous, K: Potassium, Zn: Zinc, Mn: Manganese, Fe: Iron, Cu: Copper

جدول ۲- ویژگی های شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده برای گلدان‌ها در طول دوره رشد دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی

Table 2. Chemical properties of irrigation water used for pots during the growth period of different species of genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks

هدایت الکتریکی		کلر	سولفات	کلسیم	منیزیم	کل مواد محلول	سدیم	کربنات	بی کربنات	کلاس	نسبت جذب سدیم	درصد سدیم محلول
اسیدیته pH	(دسی زیمنس بر متر) EC ($ds.m^{-1}$)	(میلی اکی والانت در لیتر) Cl (Meq. l^{-1})	(SO_4 (Meq. l^{-1})	(میلی اکی والانت در لیتر) Ca (Meq. l^{-1})	(میلی اکی والانت در لیتر) Mg (Meq. l^{-1})	(میلی گرم در لیتر) TDS (ppm)	(میلی اکی والانت در لیتر) Na (Meq. l^{-1})	(میلی اکی والانت در لیتر) CO_3 (Meq.l^{-1})	(میلی اکی والانت در لیتر) HCO_3 (Meq. l^{-1})	Class	SAR	SSP
7.56	0.64	1.15	3.11	1.99	1.17	377.58	4.23	0.09	3.13	C2-S1	3.36	57.24

EC: Electric conductivity, Cl: Chlorine, SO4: Sulfate, Ca: Calcium, Mg: Magnesium, TDS: Total dissolved solids, Na: Sodium, CO3: Carbonate, HCO3: Bicarbonate.

سنجش عناصر غذایی

میزان جذب سه عنصر غذایی درشت مغذی شامل: نیتروژن، فسفر، پتاسیم و عنصر کلیدی آهن به صورت آهن کل، در برگ گیاهچه‌های رشد کرده در ۱۶۰ روز پس از استقرار اندازه گیری و ارزیابی شد. به این منظور، تعداد ۱۰ برگ کاملاً توسعه یافته از گیاهچه‌های رشد کرده نمونه‌گیری و پس از شستشوی کامل با آب مقطر، به مدت دو هفته در آون (مدل، UM 500کمپانی Memmert، آلمان) در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند.

به منظور آماده سازی نمونه‌های برگی جهت اندازه‌گیری غلظت عناصر فسفر، پتاسیم و آهن براساس روش رئیسی‌منفرد و یاوری (Raeisi-Monfared and Yavari, 2020) انجام شد. اندازه‌گیری میزان عناصر فوق با استفاده از دستگاه پلاسمای جفت شده القائی (Agilent Technologies, Varian 700-es ICP-OES, USA) بعمل آمد. نتایج اولیه قرائت شده از دستگاه ICP OES در ضریب رقّت ضرب شد تا نتایج نهایی به دست آید. ضریب رقت از طریق تقسیم حجم به وزن محاسبه شد. به‌منظور اندازه‌گیری میزان نیتروژن کل از دستگاه کجلدال و روش هضم استفاده شد (Hayes, 2020).

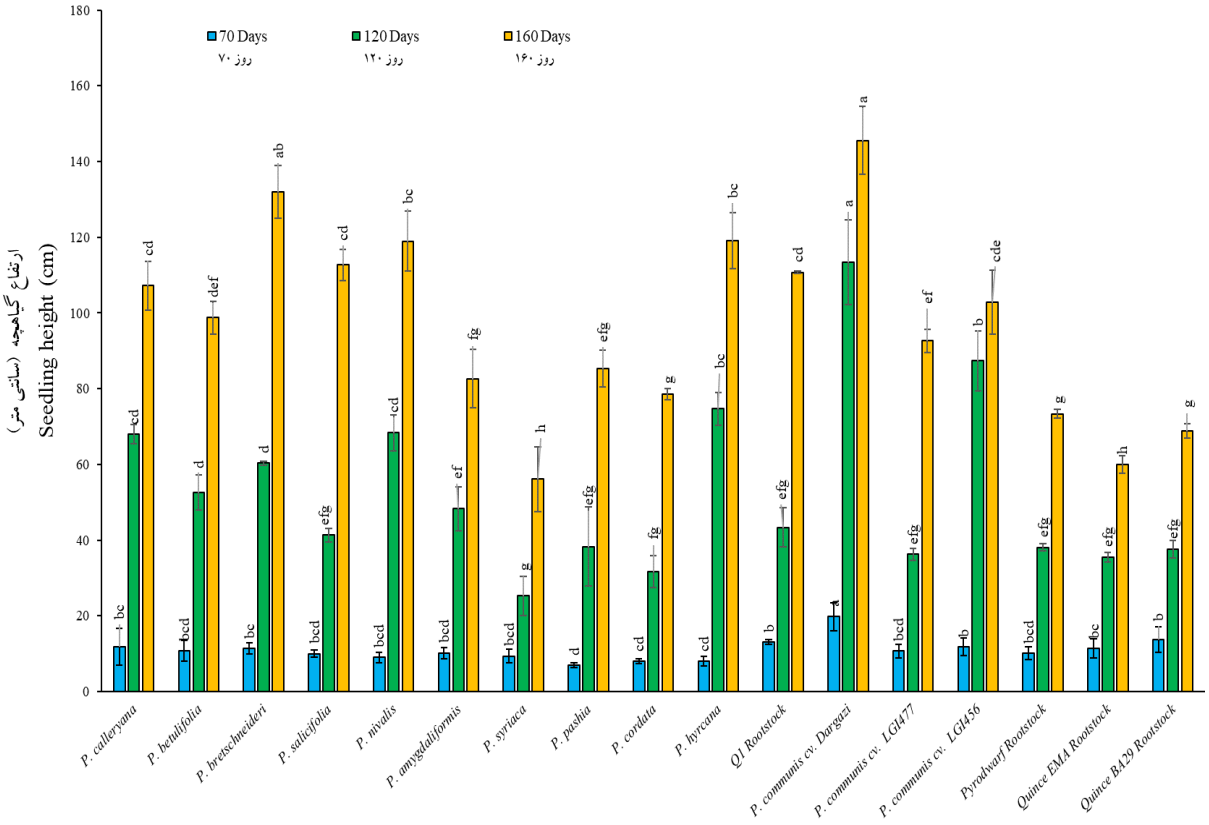
تجزیه داده‌ها

داده‌ها در نرم‌افزار اکسل (Microsoft Excel, USA, Version 2016) وارد و درنهایت پس از آزمون نرمال بودن داده‌ها با استفاده از نرم افزار SAS (Ver. 9. 2)، میزان تنوع صفات حاصل از ارزیابی رویشی و عناصر معدنی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (Ver. 22) مورد تجزیه واریانس و بررسی قرار گرفت. میانگین ها با استفاده از نرم افزار آماری SAS (Ver. 9.2) و آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. ضرایب همبستگی ساده بین صفات توسط نرم‌افزار آماری SPSS (Ver. 22) محاسبه شد.

نتایج و بحث

صفات رویشی

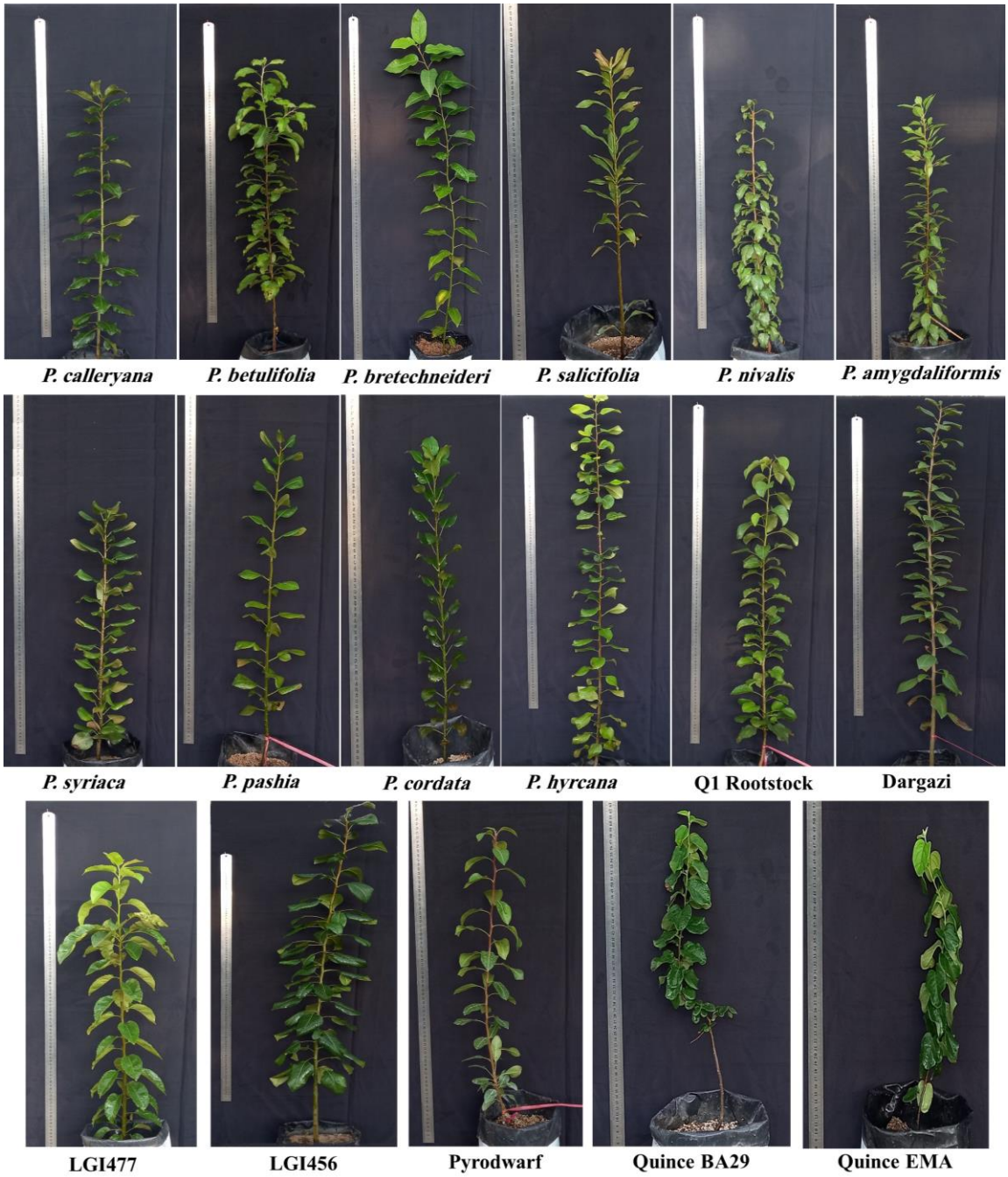
تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که بین گونه‌ها مختلف و پایه‌های رویشی گلابی برای کلیه صفات رویشی تفاوت معنی‌دار وجود داشت. (جدول تجزیه و ریانس ارائه نشده است). این تفاوت معنی‌دار در هر سه بازه زمانی ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار گیاهچه‌ها مشاهده شد. در رابطه با ارتفاع گیاهچه‌ها، در کلیه گونه ها و پایه‌های رویشی مورد استفاده روند افزایشی ارتفاع در بازه زمانی ۱۶۰ روز پس از استقرار به صورت معنی‌داری مشاهده شد. با وجود انتخاب گیاهچه‌های دو تا سه برگچه‌ای و با طول کم، در بازه زمانی ۷۰ روز پس از استقرار، در کلیه گونه‌ها و پایه‌های رویشی مورد ارزیابی، رشد نسبی در دامنه ۷ تا ۱۹/۸ سانتی‌متر مشاهده شد و به ترتیب با کمترین ارتفاع در گونه *P. pashia* و بیشترین ارتفاع گیاهچه‌های بذری مربوط به رقم درگزی از گونه *P. communis* بود (شکل ۱).



شکل ۱- میانگین ارتفاع گیاهچه گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های رویشی تجاری گلابی مورد ارزیابی، ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار گیاهچه ها، در شرایط کنترل شده. ستونهای با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستونها نشان دهنده خطای استاندارد است

Fig. 1. Mean seedlings height of different species of the genus *Pyrus* and some commercial vegetative pear rootstocks, 70, 120 and 160 days after establishment, in controlled conditions, Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test. Error bars on columns represent standard errors

بیشترین شیب رشدی بین مرحله ۷۰ تا ۱۲۰ روز برای ارتفاع ، در گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* مشاهده شد که از ارتفاع ۱۹/۸ سانتی‌متر در مرحله ۷۰ روز به ارتفاع بیش از ۱۱۳ سانتی‌متر در مرحله ۱۲۰ روز پس از استقرار رسید (شکل ۱ و ۲). گیاهچه‌های حاصل از گونه *P. syriaca* در ۷۰ روز پس از استقرار با ۹/۴ سانتی‌متر، از رشد نسبتاً کمی در مقایسه با گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* برخوردار بودند. در ۱۲۰ روز پس از استقرار نیز با کمترین شیب رشد در کلیه گونه‌ها و ارقام مورد استفاده، به ارتفاع ۲۵/۳۳ سانتی‌متر رسیدند.



شکل ۲- مقایسه ارتفاع گیاهچه، عادت رشد، تراکم و آرایش برگ، طول میانگره، توسعه و تعداد برگ و همچنین میزان کلروفیل برگ‌های میانی در ارزیابی گیاهچه‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی پایه‌های رویشی تجاری گلابی، ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده.

Fig. 2. Comparison of seedling height, growth habit, density and arrangement of leaves, internode length, development and number of leaves, as well as chlorophyll content of the middle leaves in different species of the genus *Pyrus* and some commercial vegetative pear rootstocks, 160 days after establishment, in controlled conditions

مقایسه رشد نهائی گونه‌ها و ارقام مورد استفاده که گیاهچه‌های بذری رقم درگزی از گونه *P. communis* در ۱۶۰ روز پس از استقرار با ۱۴۵/۶ سانتی‌متر بلندترین ارتفاع و گیاهچه‌های گونه *P. syriaca* با ۵۶/۱۰ سانتی‌متر کوتاه ترین ارتفاع را داشتند (شکل ۱). همچنین گونه‌های مورد ارزیابی با منشاء جنوب شرقی آسیا شامل سه گونه *P. calleryana*، *P. betulifolia* و *P. bretschneideri* در گروه گونه‌های پررشد بودند، به طوریکه پس از دوره ۱۲۰ روز پس از استقرار، به ترتیب به ارتفاع ۱۰۷/۲۰، ۹۸/۸۰ و ۱۳۲ سانتی‌متر رسیدند. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، گونه *P. hyrcana* در کنار گلابی رقم درگزی از قدرت رشد نسبتا بالائی برخوردار بود و پتانسیل لازم برای احداث باغ‌های گلابی با تراکم پایین در مناطق پر تنش را دارا است.

نتایج نشان داد که سه پایه رویشی مورد استفاده شامل پایه پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 نیز پس از گونه پاکوتاه *P. syriaca* به ترتیب با ۷۳/۳۳، ۶۰/۰ و ۶۸/۸۷ سانتی‌متر جزو پاکوتاه‌ترین ها بودند (شکل ۱و ۲). نتایج حاصله در رابطه با سه گونه منشاء گرفته از جنوب شرقی آسیا مبنی بر رشد قابل توجه این سه گونه در سایر بررسی‌ها نیز گزارش شده است. استرن (Stern, 2008) گزارش کرد که بیشترین رشد رویشی در بین گونه‌های مختلف گلابی در گونه *P. betulifolia* و سپس در پایه‌های منشاء گرفته از گونه *P. communis* بود. همچنین در مقایسه انجام گرفته توسط آیسل (Issel, 1994) در رابطه با میزان رشد پایه‌های منشاء گرفته از دو گونه *P. calleryana* و *P. communis*، رشد بیش از حد زیاد در پایه‌های گونه اول گزارش شد، که نتایج هر دو پژوهش فوق الذکر با نتایج پژوهش حاضر موافقت دارد.

در مقایسه گونه‌های مختلف گلابی توسط بل (Bell, 1991) مقاومت به بیماری های مختلف، خشکی خاک و همچنین شرایط غرقاب در گونه‌های گلابی با منشاء جنوب شرقی آسیا ارائه شده است که در برخی از این گونه‌ها نظیر گونه *P. betulifolia*، تحمل به خشکی، قابل توجه‌تر از سایر گونه‌ها بود. این خصوصیت تحمل به خشکی توسط استرن و همکاران (Stern *et al.*, 2013) نیز گزارش شده است. گونه *P. betulifolia* در شرایط خاک‌های قلیائی ایران نیز از رشد و سازگاری بسیار خوبی برخوردار است (Abdollahi, 2010)، لیکن مشاهدات نشان داده است که در پیوند با ارقام بومی گلابی به‌ویژه رقم درگزی، احتمال بروز کلروز آهن بالائی روی این گونه وجود دارد. بر این اساس به منظور استفاده از پتانسیل‌های این گونه‌های گلابی برای مناطق پر تنش و خاک‌های خشک کشور، لازم است بررسی و مقایسه‌های جامع‌تری بر روی تحمل آنها به خشکی و آهک بالای خاک انجام شود.

مقایسه رشد دیگر گونه‌ها با گونه‌های با منشاء جنوب شرقی آسیا نشان دادکه گونه‌های شمال ایران و ژنوتیپ‌های متعلق به گونه *P. communis* با منشاء نواحی اطراف دریای خزر نیز از رشد بالائی برخوردارابودند. به طوریکه دو ژنوتیپ LGI477 و LGI456 همراه با گیاهچه‌های رقم درگزی از گونه *P. communis* تقریباً در بین پررشدترین گونه‌ها بودند (شکل ۱). رشد زیاد و عمودی رقم درگزی حتی به صورت رقم پیوندی در تحقیقات قبلی عبدالهی (Abdollahi, 2021) گزارش شده است، لیکن در مشاهدات نهالستانی هم گیاهچه‌های حاصل از کشت بذر این رقم، دارای رشد زیاد بوده و سبب القاء رشد قابل‌توجهی در رقم پیوندی خواهد شد. به این ترتیب، علاوه بر گونه‌های با منشاء جنوب شرقی آسیا، گونه‌های با منشاء نواحی اطراف ناحیه دریای خزر و دانهال‌های بذری حاصل از ارقام گزینش شده از این مناطق و مناطق شمال شرق ایران نظیر استان گلستان، به عنوان گونه‌های پررشد قابل طبقه‌بندی می‌باشند. گونه *P. hyrcana* نیزکه در اغلب منابع به صورت یک گونه مستقل مورد اشاره قرار نگرفته است، با توجه به منشاء آن از نواحی جنگلی هیرکانی ایران، بر اساس این بررسی قادر به تولید گیاهچه‌های پررشد بوده و ظاهراً قابلیت استفاده به عنوان پایه پاکوتاه‌کننده را برای گلابی نشان نخواهد داد، اگرچه در این زمینه نیاز به پژوهش‌های تکمیلی در آینده است.

مقایسه رشد پایه‌های رویشی مورد استفاده با گیاهچه‌های حاصل از گونه *P. syriaca* نشان داد که قدرت رشد گیاهچه‌های این گونه در مقایسه با سه پایه رویشی پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 کمتر بود (شکل ۲). در بررسی‌های قبلی امکان استفاده از سه پایه رویشی فوق‌الذکر که پایه اول متعلق به گونه *P. communis* بوده و دو پایه کوئینس از گونه *C. oblonga* منشاء گرفته اند به عنوان پایه‌های نیمه‌پاکوتاه کننده برای ارقام گلابی گزارش شده است (Nečas and Lébl, 2012; Abdollahi, 2021, Maleki Asayesh, 2023). در بررسی نکاس و لبل (Nečas and Lébl, 2012) در رابطه با کاربرد پایه‌های مختلف گلابی منشاء گرفته از گونه‌های مختلف نظیر دانهال‌های گلابی گونه *P. communis*، دو پایه کوئینس EMA و کوئینس BA29 و پایه پیرودوارف، همراه با گونه *P. betulifolia*، گزارش شد که پایه پیرودوارف نسبت به دو پایه کوئینس EMA و کوئینس BA29، اندکی پررشدتر و رشد گونه *P. betulifolia* همانند دانهال‌های بذری گونه *P. communis* بود.

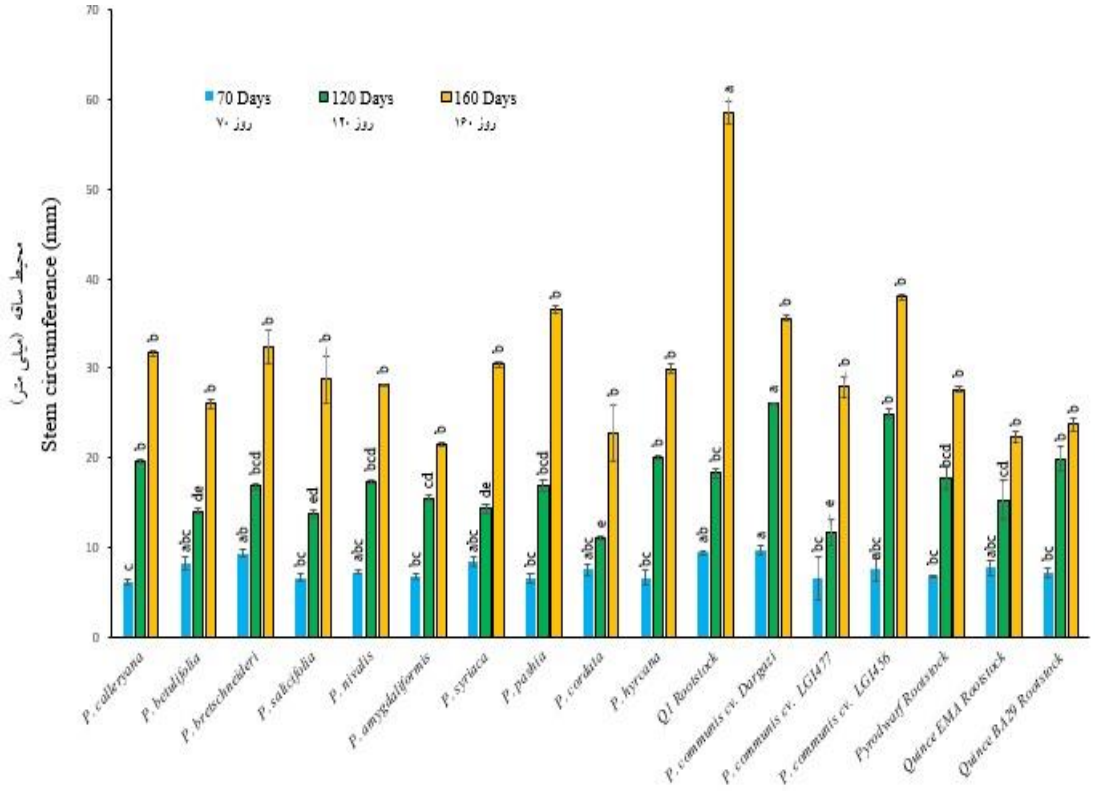
نتایج نشان داد که کمترین ارتفاع گیاهچه‌ها در گونه *P. syriaca* مشاهده شد (شکل ۱و ۲). مقایسه رشد گیاهچه‌های این گونه با سه پایه رویشی پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 نشان دهنده رشد کمتر

این گونه حتی در مقایسه با پایه‌های رویشی نیمه‌پاکوتاه کننده مورد بررسی در این پژوهش بود. بل (Bell, 1991) گزارش کرده است که گیاهچه‌های گونه *P. syriaca* نیمه متحمل به شرایط گرم و دارای توان تحمل سرما تا دمای ۲۲- درجه سانتی‌گراد و همچنین تحمل متوسط به خاک‌های قلیائی و تحمل بالا به خشکی بودند. گزارش مشابهی در رابطه با تحمل این گونه به تنش‌های محیطی در شرایط سخت توسط خدیوی (Khadivi *et al.*, 2020) ارائه شده است. همچنین در بررسی ال‌ماآری و همکارن (Al-Maarri *et al.*, 2007) در رابطه با سازگاری پیوند ارقام مختلف گلابی روی گیاهچه‌های گونه *P. syriaca*، سازگاری پیوند و تحمل بالائی به خاک‌های آهکی در ترکیبات مختلف پیوندی روی گیاهچه‌های این گونه مشاهده شد.

محیط ساقه در ۱۶۰ روز پس از استقرار گیاهچه ها در بین گونه‌های مختلف گلابی تفاوت معنی‌داری داشت. محیط ساقه گیاهچه‌ها در محل طوقه نیز همانند ارتفاع آنها، دارای افزایش رشد پیوسته قطری از دوره استقرار تا ۱۶۰ روز بود. (شکل ۳). بیشترین محیط ساقه با ۵۸/۴۹ میلی‌متر در ۱۶۰ روز پس از استقرار متعلق به گونه هیبرید Q1، که در ارزیابی ارتفاع نیز در گروه پایه‌های پررشد طبقه‌بندی شد، بود (شکل ۳). پس از این گونه هیبرید، پایه LGI456 با ۳۷/۹۶ میلی‌متر دارای بیشترین محیط ساقه و سپس سه گونه *P. calleryana*، *P. pashia* و *P. bretschneideri* دارای محیط بیش از ۳۰ میلی‌متر در ۱۶۰ روز پس از استقرار بودند.

مقایسه ارتفاع گیاهچه‌ها در گونه‌ها و پایه‌های رویشی گلابی با طول میانگره نشان داد که در پایه LGI456 در ۷۰ روز پس از استقرار دارای بیشترین طول میانگره بود و این طول میانگره زیاد به صورت یکنواخت با طول بیش از ۲۰ میلی‌متر تا مرحله ۱۶۰ روز پس از استقرار ادامه یافت (جدول ۳). بر عکس وجود بیشترین طول میانگره با حدود ۳۰ میلی‌متر در گیاهچه‌های بذری حاصل از رقم درگزی متعلق به گونه *P. communis*، موید این است که بخشی از قدرت رشد گیاهچه‌های حاصل از این رقم و افزایش ارتفاع سریع این گونه ناشی از افزایش فاصله میانگره‌ها بود. کمترین طول میانگره در گونه *P. syriaca* در ۱۶۰ روز پس از استقرار گیاهچه بودکه نشانگر این است که در این گونه نیز پاکوتاهی می‌تواند ناشی از کوتاهی فاصله میانگره‌های گیاهچه‌های آن باشد (جدول ۳).

در بررسی میزان رشد و پاکوتاهی و نسبت ارتفاع به قطر از عواملی هستند که در بررسی‌های مختلف و یا مشاهدات مورد توجه قرار گرفته‌اند (Thornley, 1999). به طور کلی مشاهده شده است که پایه‌های پیرودوارف از نسبت ارتفاع به قطر بالاتری در مقایسه با



شکل ۳- میانگین محیط ساقه دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های رویشی تجاری گلابی، ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده. ستونهای با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستونها نشان دهنده خطای استاندارد است

Fig. 3. Mean stem circumference of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial vegetative pear rootstocks, 70, 120 and 160 days after establishment, in controlled conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test. Error bars on columns represent standard errors

گیاهچه‌های بذری حاصل از رقم درگزی متعلق به گونه *P. communis*، برخوردار است که با نتایج پژوهش حاضر نیز منطبق می‌باشد (جدول ۳). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اگرچه نسبت ارتفاع به قطر به تنهائی نمی‌تواند به عنوان شاخصی منحصر به فرد برای میزان پاکوتاهی گیاهچه‌ها و پایه‌های مختلف گلابی مورد استفاده در این پژوهش قرار گیرد، لیکن در اغلب گیاهچه‌های گونه‌های پابلند نسبت ارتفاع به قطر تنه کم و در پایه‌های نیمه پاکوتاه نظیر پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 در حد متوسط و در گونه بسیار پاکوتاه

جدول ۳- خصوصیات رشد رویشی دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی مورد ارزیابی، ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده

Table 3. Vegetative growth characteristics of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks, 70, 120 and 160 days after establishment, in controlled conditions

گونه/ پایه Species/ Rootstock	فاصله میانگره (سانتی متر) Internode length (cm)			قطر ساقه (میلی متر) Stem diameter (mm)	نسبت قطر به ارتفاع Diameter: height ratio
	۷۰ روز 70 Days	۱۲۰ روز 120 Days	۱۶۰ روز 160 Days	۱۶۰ روز 160 Days	۱۶۰ روز 160 Days
P. calleryana	1.61±0.06bc	2.28±0.29d	2.48±0.21def	10.10±0.36b	0.09
P. betulifolia	1.56±0.19c	1.74±0.64g	2.78± 0.39bc	8.31±0.51b	0.08
P. bretschneideri	1.77±0.33b	1.99±0.85e	2.79± 0.47b	10.33±1.84b	0.08
P. salicifolia	1.31±0.40def	1.41±0.66ij	2.29±0.58gh	9.15±2.68b	0.08
P. nivalis	1.05±0.63g	1.83±0.89fg	2.41±0.63efg	8.96±0.13b	0.08
P. amygdaliformis	1.55±0.71c	1.23±0.76k	2.10± 0.35j	6.85±0.18b	0.08
P. syriaca	1.34±0.54de	1.34±0.61jk	1.61±0.49k	9.69±0.37b	0.17
P. pashia	1.05±0.37g	1.91±0.53ef	2.12±0.15ij	11.65±0.45b	0.14
P. cordata	1.05±0.29g	1.90±0.54ef	2.90±0.33ab	7.27±3.11b	0.09
P. hyrcana	1.14±0.81fg	2.74±0.39b	2.62±0.61c	9.54±0.58b	0.08
Q1 Rootstock	1.04±0.64g	1.89±0.58ef	2.21±0.91hij	18.63±1.31a	0.17
P. communis cv. Dargazi	1.61±0.58bc	3.06±0.48a	3.02±0.28a	11.35±0.37b	0.08
P. communis cv. LGI477	1.22±0.96efg	2.42±0.61c	2.32±0.31fgh	8.89±1.18b	0.10
P. communis cv. LGI456	2.06±0.39a	2.66± 0.19b	2.12±0.26ij	12.09±0.30ab	0.12
Pyrodwarf Rootstock	1.17±0.13efg	1.44±0.22ij	2.51±0.15de	8.81±0.36b	0.12
Quince EMA Rootstock	1.46± 0.17cd	1.57±0.38h	2.51±0.25de	7.12±0.58b	0.12
Quince BA29 Rootstock	1.22±0.31efg	1.51±0.57hi	2.53±0.11de	7.56±0.76b	0.11

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

P. syriaca بالاتر از سایر گونه‌ها و پایه‌ها بود. تنها استثناء برای این صفت گونه هیبرید Q1 بودکه از نسبت ارتفاع به قطر بالائی در حد گونه بسیار پاکوتاه *P. syriaca* برخوردار بود و نشان دهنده قدرت رشد عرضی ساقه در کنار پابلندی نسبی آن در مقایسه با دیگر گونه‌های پابلند بود. این یافته با مشاهدات رشد قطری زیاد این پایه در باغ‌های احداث شده از گذشته دور در دشت قزوین که نشان دهنده رشد قطری بسیار بالاتر پایه در مقایسه با رقم پیوندی و البته سازگاری کامل این پایه و رقم می‌باشد، مطابقت دارد (Abdollahi, 2010).

در رابطه با تعداد میانگره و تعداد برگ، گرچه ارتباط زیادی بین پاکوتاهی و یا قدرت رشد گیاهچه‌ها و پایه‌های مختلف گلابی مورد استفاده در این تحقیق وجود نداشت (جدول ۴)، لیکن نتایج به طور کلی نشان داد که سه پایه رویشی پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 از

تعداد میانگره کمتری در مقایسه با اغلب گونه‌های مورد استفاده برخوردار بودند. همچنین گونه پاکوتاه *P. syriaca* همراه با گونه غیرپاکوتاه *P. cordata* از تعداد میانگره کمی برخوردار بودند. گرچه نتایج نشانگر کمترین تعداد میانگره در پاکوتاه‌ترین پایه‌های مورد بررسی شامل کوئینس EMA و کوئینس BA29 بود. در گونه غیرپاکوتاه *P. cordata*، طول نسبتاً زیاد میانگره، توجیه کننده پابلندی این گونه در مقابل تعداد کم میانگره تولیدی در آن بود (جدول ۴).

جدول ۴- خصوصیات رشد رویشی دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی مورد ارزیابی، ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده

Table 4. Vegetative growth characteristics of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks, 70, 120 and 160 days after establishment, in controlled conditions

گونه/پایه Species/ Rootstock	تعداد میانگره Number of internode			تعداد برگ Number of leaf		
	۷۰ روز 70 Days	۱۲۰ روز 120 Days	۱۶۰ روز 160 Days	۷۰ روز 70 Days	۱۲ روز 120 Days	۱۶۰ روز 160 Days
P. calleryana	7.40±1.14cd	30.33±3.28a-e	45.90±4.23abc	14.80±3.11cde	35.66±2.18bc	68.00±5.23bc
P. betulifolia	7.20±2.20cd	30.31±4.40a-e	36.90±2.86cde	17.80±3.06a-d	36.33±2.56bc	47.30±4.98de
P. bretschneideri	6.90±1.92cd	29.33±1.15a-e	49.00±2.28ab	8.80±1.91f	36.00±1.20bc	71.50±3.13b
P. salicifolia	7.80±0.45cd	31.00±3.78a-d	52.00±2.80a	19.60±0.39ab	33.33±2.40cd	54.02±4.09cde
P. nivalis	8.80±0.95c	38.00±3.05ab	50.70±4.68ab	20.60±2.38a	47.66±8.37ab	64.90±7.37bc
P. amygdaliformis	7.00±1.58cd	40.33±4.33a	41.00±1.52bcd	15.40±2.41b-e	51.00±6.65a	91.20±3.14a
P. syriaca	7.60±1.31cd	19.00±2.51ef	36.20±3.29cde	15.43±2.07b-e	35.33±2.33bc	45.00±1.73de
P. pashia	7.20±1.70cd	21.00±7.00def	41.10±2.57bcd	11.60±1.21ef	32.00±4.16cde	49.01±2.57de
P. cordata	8.40±0.86c	16.66±2.96f	28.06±4.15ef	9.78±0.36f	21.00±2.88de	41.85±2.22e
P. hyrcana	7.20±1.09cd	27.33±0.33c-f	48.20±2.95ab	13.80±3.15def	41.66±3.66abc	58.40±5.77bcd
Q1 Rootstock	14.08±2.07a	23.66±0.33c-f	51.77±4.00a	21.00±4.84a	35.66±6.69bc	68.44±3.57bc
P. communis cv. Dargazi	11.40±2.40b	35.66±4.48abc	49.07±3.20ab	18.80±2.86abc	50.66±2.90a	65.70±5.96bc
P. communis cv. LGI477	8.50±0.08c	15.28±3.00f	41.00±1.52bcd	11.27±0.84ef	29.36±1.27cde	55.20±3.14cde
P. communis cv. LGI456	5.60±1.90d	33.00±3.78a-d	49.60±4.79ab	10.01±2.22f	37.33±2.66abc	72.90±4.80b
Pyrodwarf Rootstock	9.00±0.41c	26.71±2.51c-f	30.13±1.35ef	11.05±2.35ef	38.02±0.66bc	41.29±0.86e
Quince EMA Rootstock	8.00±0.63cd	22.31±1.20c-f	25.51±1.09ef	10.41±1.52ef	36.11±1.82bc	36.83±1.24ef
Quince BA29 Rootstock	11.00±0.28b	25.68±2.30c-f	27.64±0.97ef	13.00±1.26de	37.62±2.91bc	38.07±1.26ef

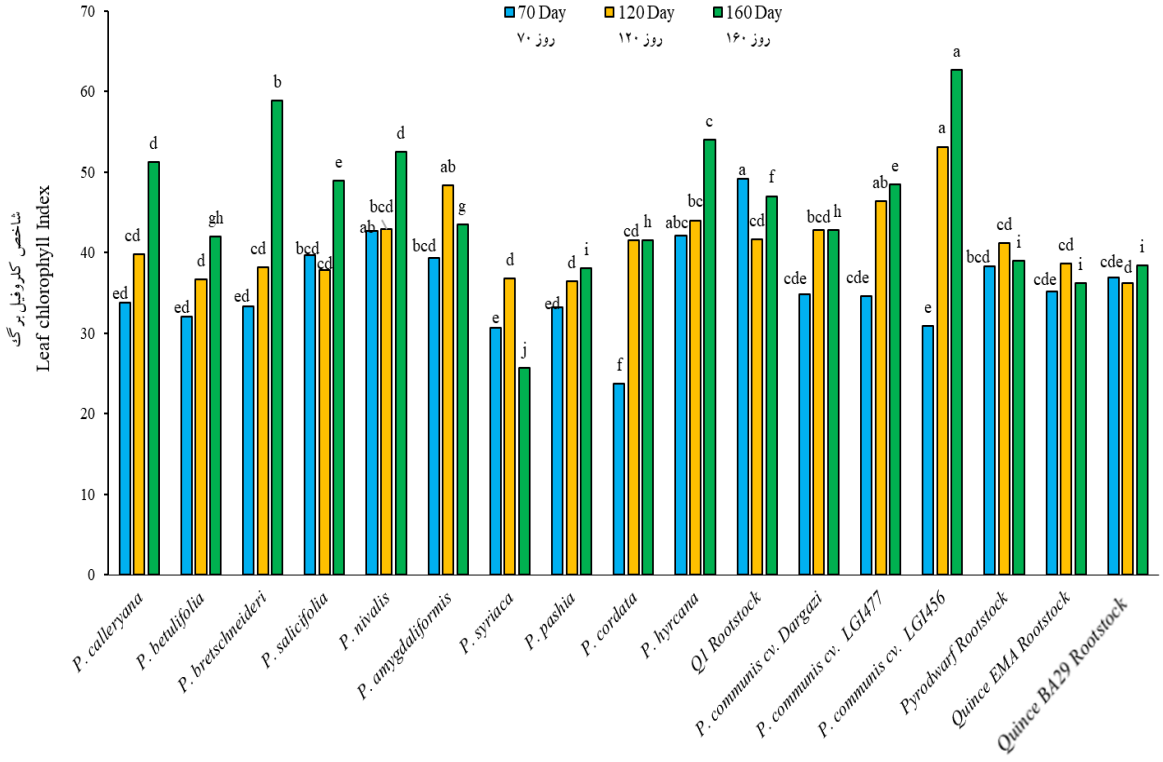
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می‌باشند، براساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

شاخص کلروفیل

گیاهچه‌ها و پایه‌های گونه های مختلف گلابی مورد استفاده از نظر شاخص کلروفیل برگ دارای تفاوت های قابل ملاحظه‌ای بودند. به‌طوریکه دامنه تغییرات شاخص کلروفیل برگ از ۲۳/۷۴ تا ۴۹/۱۲ در ۷۰ روز پس از استقرار

گیاهچه ها متفاوت بود (شکل ۴). بر اساس نتایج حاصله برگ‌های گیاهچه‌های گونه *P. cordata* و گونه هیبرید Q1 به ترتیب دارای کمترین و بیشترین شاخص کلروفیل برگ، در ۷۰ روز پس از استقرار، بودند. در ۱۲۰ روز پس از استقرار نیز بیشترین شاخص کلروفیل برگ با ۵۳/۱۳ در پایه LGI456 متعلق به گونه *P. communis* و کمترین شاخص کلروفیل برگ با ۳۶/۲۰ در پایه رویشی کوئینس BA29 مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴- میانگین شاخص کلروفیل برگ (اسپد) در دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی مورد ارزیابی، ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده. ستونهای با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستونها نشان دهنده خطای استاندارد است

Fig. 4. Mean leaf chlorophyll index (Spad) of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial vegetative pear rootstocks, 70, 120 and 160 days after establishment, in controlled conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test. Error bars on columns represent standard errors

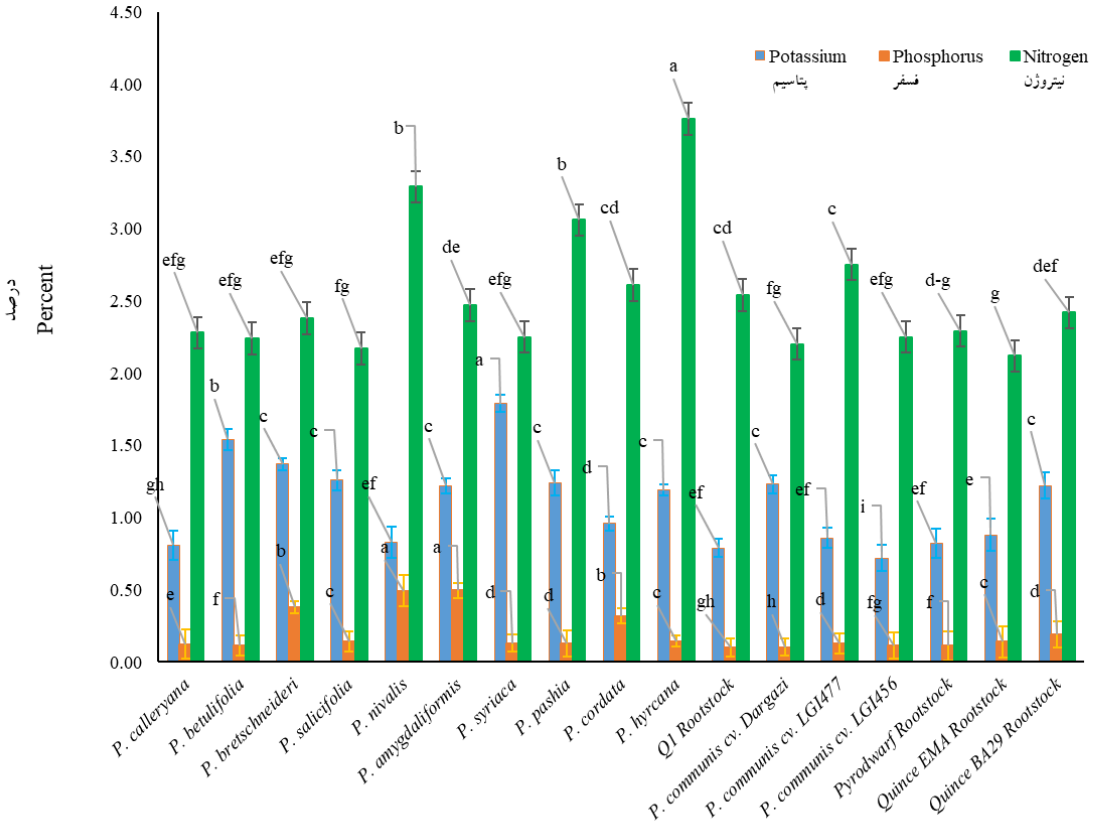
مقایسه میانگین‌ها نشان داد که در اندازه‌گیری ها در ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار، شاخص کلروفیل برگ در دانهال‌های اکثر گونه ها افزایش یافت، به‌طوری‌که در ۱۶۰ روز پس از استقرار، دامنه تغییرات این شاخص از ۲۵/۶۶ تا ۶۲/۶۶ متفاوت بود (شکل ۴). همچنین در سه گونه با منشاء جنوب شرقی آسیا شامل گونه *P. calleryana*، *P. betulifolia* و *P. bretschneideri* روند افزایشی در ۷۰، ۱۲۰ و ۱۶۰ روز پس از استقرار مشاهده شد. چنین روندی در گونه‌های *P. pashia*، *P. hyrcana* و ژنوتیپ‌های LGI456 و LGI477 متعلق به گونه *P. communis* نیز وجود داشت. بر خلاف روند مشاهده شده در این گونه‌ها، در سه پایه رویشی پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 در هر سه اندازه گیری، شاخص کلروفیل برگ تقریباً یکسانی وجود داشت.

گونه پاکوتاه *P. syriaca* و سه پایه پاکوتاه رویشی مورد بررسی، تقریباً از پائین‌ترین شاخص کلروفیل بگ برخوردار بودند که این می‌تواند بخشی از دلائل فیزیولوژیک رشد کمتر این گیاهچه‌ها را توجیه نماید (شکل ۴). لیکن در سه پایه پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29، رشد کمتر تنها به دلیل شاخص کلروفیل کمتر نبود، به این دلیل که این پایه‌ها در شرایط پیوند ارقامی نظیر درگزی نیز پاکوتاهی را در آنها القا می کنند (Nečas and Léb1, 2012; Abdollahi, 2021, Maleki Asayesh, 2023). وضعیت مشابهی نیز برای گونه پاکوتاه *P. syriaca* وجود دارد، به طوریکه بر اساس گزارش المآری و همکارن (Al-Maarri *et al.*, 2007)، پیوند ارقام مختلف گلابی روی ژنوتیپ‌های مختلف این گونه سبب ایجاد پاکوتاهی شد.

جذب عناصر غذایی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد بین گونه‌های مختلف گلابی و پایه‌های رویشی مورد ارزیابی برای نیتروژن، فسفر و پتاسیم و همچنین عنصر ریز مغذی آهن، فرم آهن کل، تفاوت معنی‌داری وجود داشت (جدول تجزیه واریانس ارائه نشده است). در رابطه با عنصر نیتروژن، سه گونه *P. hyrcana*، *P. nivalis* و *P. pashia* و به ترتیب با ۳/۷۶، ۳/۲۹ و ۳/۰۶ درصد بیشترین قدرت جذب عنصر نیتروژن را از محیط خاکی مورد استفاده داشتند (شکل ۵). سایر گونه‌ها و پایه‌های رویشی میزان جذب نیتروژن کمتر از سه درصد را نشان دادند. ارزیابی‌های قبلی نشان دادندکه میزان مناسب نیتروژن در برگ‌های گلابی گونه *P. communis* در دامنه ۲/۲ تا ۲/۸ درصد قرار داشت (Abdollah, 2021).

در برگ گیاهچه‌های بذری حاصل از رقم درگزی و دو ژنوتیپ LGI456 و LGI477 که منعلق به گونه *P. communis*، میزان نیتروژن برگ به ترتیب ۲/۲۰، ۲/۷۵ و ۲/۲۵ درصد بود (شکل ۵)، که نشان دهنده میزان مطلوب نیتروژن در برگ‌های این گیاهچه‌های این گونه ها بود و مقایسه آن با میزان نیتروژن بستر خاکی گلدان‌های مورد استفاده نیز بیانگر میزان مطلوب این عنصر در محیط خاکی مورد استفاده بود (جدول ۱ و شکل ۵).



شکل ۵- میانگین میزان نیتروژن، فسفر و پتاسیم در برگ دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی، در ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده. ستونهای با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستونها نشان دهنده خطای استاندارد است

Fig. 5. Mean of nitrogen, phosphorus and potassium contents in the leaves of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks, 160 days after establishment, in controlled conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test. Error bars on columns represent standard errors

مقایسه میزان نیتروژن برگ گیاهچه‌های گونه *P. communis* با سایر گونه‌های جنس *Pyrus* و پایه‌های رویشی مورد استفاده بیانگر آن بود که دامنه جذب این عنصر در سایر گونه‌های گلابی نیز در دامنه گونه *P. communis* قرار داشت. همچنین میزان نیتروژن در برگ‌های دو پایه رویشی کوئینس EMA و کوئینس BA29 به ترتیب ۲/۱۲ و ۲/۴۲ درصد بود (شکل ۵). این یافته ها با میزان مناسب نیتروژن برگ در گونه *C. oblonga* که

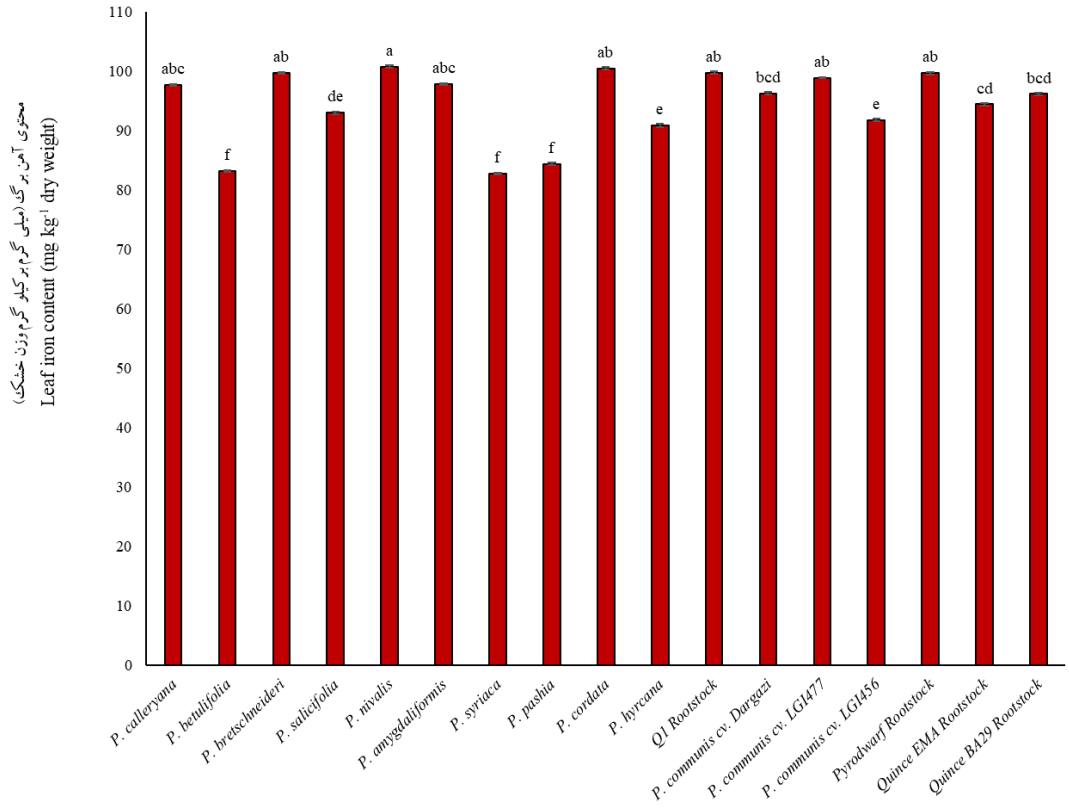
توسط عبداللهی (Abdollahi, 2021) گزارش شده است موافقت دارد. این نشان می دهد که در گونه درخت به، میزان مناسب نیتروژن تا اندازه‌ای از میزان مطلوب این عنصر درگونه‌های مختلف گلابی بیشتر بود.

در رابطه با میزان فسفر، دو گونه *P. amygdaliformis* و *P. nivalis* به ترتیب با ۰/۵۰ و ۰/۴۹ درصد بیشترین میزان فسفر برگ را در بین گونه‌های گلابی و پایه‌های رویشی مورد ارزیابی داشتند (شکل ۵). در سایر گونه‌های گلابی و پایه‌های رویشی میزان فسفر برگ کمتر از ۰/۳۰ درصد بود. همچنین کمترین میزان فسفر متعلق به گیاهچه‌های بذری حاصل از رقم درگزی بود. مقایسه میزان جذب فسفر در این گونه‌ها و پایه‌ها با میزان مناسب این عنصر در برگ‌های گلابی که به میزان ۰/۱۵ تا ۰/۳۰ درصد است، بیانگر قدرت جذب بسیار بالای فسفر در دو گونه *P. amygdaliformis* و *P. nivalis* و میزان نسبتاً مطلوب جذب فسفر در برگ سایر گونه‌های گلابی مورد استفاده بود.

آزمون تجزیه خاک بسترهای مورد استفاده در این آزمایش بیانگر نیز میزان بسیار مطلوب فسفر در بستر خاکی بود (جدول ۱) و عدم وجود کمبود این عنصر و پتانسیل بالای دو گونه *P. amygdaliformis* و *P. nivalis* در جذب فسفر دور از انتظار نیست. در رابطه با پایه‌های رویشی کوئینس EMA و کوئینس BA29 نیز، میزان فسفر برگ به ترتیب ۰/۱۴ و ۰/۱۹ درصد بود که مقایسه آن با سطح فسفر برگ در پایه پیرودوارف، بیانگر قدرت بالاتر جذب فسفر در پایه‌های رویشی به می‌باشد (شکل ۵).

نتایج بررسی عنصر پتاسیم نیز بیانگر میزان بالای این عنصر در برگ‌های گونه *P. syriaca* در حدود دو درصد و در برگ‌های گونه *P. betulifolia* در حدود ۱/۵ درصد بود (شکل ۵). در سایر گونه‌ها و پایه‌های مورد استفاده، میزان پتاسیم برگ درحدکمتر از ۱/۵ درصد قرار داشت. مقایسه میزان مطلوب پتاسیم برگ گلابی در دامنه ۱/۲ تا دو درصد (Abdollah, 2021) بیانگر قدرت جذب بالای گونه *P. syriaca* و قدرت جذب نسبتاً پائین‌تر آن در حد کمتر از یک درصد، در برخی از گونه‌های گلابی مورد بررسی بود (شکل ۵). همچنین بررسی میزان پتاسیم بستر خاک مورد استفاده بیانگر میزان بالای این عنصر در محیط خاکی گلدان‌ها بود. در چنین شرایطی، پایه رویشی پیرودوارف از دو پایه رویشی کوئینس EMA و کوئینس BA29 میزان جذب پتاسیم نسبتاً کمتری نشان داشت.

میزان آهن کل در برگ‌های گونه‌های مختلف گلابی و پایه‌های رویشی بیانگر قدرت جذب بالاتر کلیه گونه‌های جنس *Pyrus* در مقایسه با پایه‌های به متعلق به گونه *C. oblonga* بود (شکل ۶). این نتایج با توجه به حساسیت بیشتر گونه های درخت به نسبت به گونه های گلابی در رابطه با جذب آهن و میانگین میزان این عنصر ریز مغذی در دامنه ۲۰ تا ۵۷/۵ قسمت



شکل ۶- میانگین میزان آهن کل در برگ دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی، در ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده. ستونهای با حداقل یک حرف مشترک بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند. میله های خطا روی ستونها نشان دهنده خطای استاندارد است

Fig. 6. Mean total leaves iron content of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks, 160 days after establishment, in controlled conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test. Error bars on columns represent standard errors

در میلیون در درخت به (Abdollah, 2021)، نشان دهنده قدرت جذب مطلوب آهن در دو پایه رویشی کوئینس EMA و کوئینس BA29 بود. این قدرت جذب بالاتر آهن در پایه‌های رویشی مورد استفاده زمانی بیش از پیش مورد تایید قرار می گیرد که نتیجه تجزیه بستر خاکی مورد استفاده در گلدان‌ها بیانگر وجود آهن نسبتاً بالاتر از دامنه نرمال در خاک، ولی میزان نسبتاً بالای آهک فعال بستر خاکی مورد استفاده در حدود ۱۵/۷۱ درصد مورد توجه قرار گیرد (جدول ۱).

با توجه به میزان آهن کل بالای هر دو پایه

رویشی به، در هیچکدام از آنها کلروز آهن قابل توجهی مشاهده نشد (شکل ۶). همچنین مقایسه شاخص کلروفیل برگ در این دو پایه با پایه پیرودوارف که از میزان آهن کل بالاتر از ۹۹/۶۶ قسمت در میلیون برخوردار بود، بیانگر تحمل نسبتاً مطلوب این دو پایه در این شرایط نسبت به آهک فعال نسبتاً بالای خاک بود. این سطح تحمل نسبتاً مطلوب دو پایه کوئینس EMA و کوئینس BA29 به شرایط میزان بالای آهک فعال خاک، با نتایج قاسمی و همکاران (Ghasemi *et al.*, 2010) مطابقت دارد، به طوریکه این پژوهشگران نیز بیشترین تحمل به شرایط میزان بالای آهک فعال در بین سری پایه‌های کوئینس مورد بررسی را در دو پایه کوئینس EMA و BA29 گزارش کردند.

حساسیت به آفات، بیماری‌ها و کلروز آهن

در میان ۱۷ گیاهچه گونه های مختلف گلابی و پایه‌های رویشی تجاری مورد بررسی، مشخص گردید که دانهال‌های حاصل از گلابی اروپایی شامل دانهال درگزی و ژنوتیپ‌های LGI456 و LGI477 متعلق به گونه *P. communis* و دانهال گونه *P. salicifolia* به حشره سفید بالک نسبتاً حساس بودند. این حساسیت احتمالاً به دلیل بافت آبدار برگ‌های این گونه در مقایسه با گونه‌های *P. betulifolia*، *P. amygdaliformis*، *P. nivalis* و *P. syriaca* بود. مشاهدات نشان داد که پایه‌های رویشی کوئینس EMA و BA29 نیز علائم حساسیت به کلروز ناشی از آهکی بودن خاک در برگ‌های بالائی و در ۱۶۰ روز پس از استقرار را نشان دادند. همچنین این پایه‌ها همانند دانهال‌های حاصل از گلابی اروپایی حساسیت به حشره سفید بالک را نشان دادند.

علاوه بر موارد فوق دانهال درگزی و ژنوتیپ‌های LGI456 و LGI477 متعلق به گونه *P. communis*، پایه EMA و BA29 از گونه *C. oblonga* و همچنین پایه رویشی پیرودوارف علائم حساسیت به پوسیدگی ریشه را نشان دادند که شدت آن در گیاهچه‌های بذری درگزی متعلق به گونه *P. communis* بیشتر بود. شدت پوسیدگی بالای گیاهچه‌های بذری درگزی متعلق به گونه *P. communis* با مشاهدات در شرایط باغ که تماس آب با طوقه سبب پوسیدگی فراوان پایه در باغ‌های قدیمی و همچنین باغ‌های احداث شده روی پایه‌های رویشی کوئینس می‌شود منطبق بود (Abdollahi, 2010). در پایه هیبرید Q1 که در باغ‌های قدیمی احداث شده، علی‌رغم تماس آب با طوقه برای بیش از چند دهه هیچگونه توسعه بیماری‌های پوسیدگی مشاهده نشده است، در شرایط پژوهش حاضر نیز تا انتها بدون هرگونه پوسیدگی باقی ماندند.

روابط بین صفات

بررسی همبستگی بین صفات مختلف رشد رویشی و عناصر معدنی در برگ دانهال‌ها و پایه‌های رویشی مختلف نشان داد که بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده همبستگی وجود

داشت (جدول ۵). ارتفاع گیاهچه دارای همبستگی مثبت و بسیار معنی دار با تعداد میانگره (**0.83 = r) و شاخص اسپد (**0.70 = r) و با تعداد برگ رابطه مثبت معنی دار (*057 = r) بود. این یافته ها با نتایج رحمتی و همکاران (Rahmati *et al*., 2015) مطابقت داشت. محیط ساقه دارای همبستگی مثبت و معنی دار با تعداد میانگره (*0.58 = r) بود. تعداد میانگره با تعداد برگ همبستگی مثبت و بسیار معنی دار (**0.71 = r) و با شاخص کلروفیل برگ همبستگی مثبت و معنی دار (r = *0.68) داشت (جدول ۵). همچنین تعداد برگ با شاخص کلروفیل برگ دارای همبستگی مثبت و معنی دار (*0.60 = r) بود.

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات ارزیابی شده در دانهال‌های گونه های مختلف جنس *Pyrus* و برخی از پایه‌های تجاری گلابی، ۱۶۰ روز پس از استقرار، در شرایط کنترل شده

Table 5. Simple correlation coefficients between evaluated traits of seedlings of different species of the genus *Pyrus* and some commercial pear rootstocks, 160 days after establishment, in controlled conditions

شماره No.	Trait	صفت	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Seedling height (cm)	ارتفاع گیاهچه	1.00									
2	Stem circumference (mm)	محیط ساقه	0.40	1.00								
3	Intermediate nodes	تعداد میانگره	0.83**	0.58*	1.00							
4	Number of leaves	تعداد برگ	0.57*	0.31	0.71**	1.00						
5	Internodes length (cm)	فاصله میانگره	0.46	-0.20	-0.08	-0.12	1.00					
6	Leaf chlorophyll index	شاخص کلروفیل برگ	0.70**	0.25	0.68*	0.60*	0.25	1.00				
7	Leaf potassium content	میزان پتاسیم برگ	-0.08	-0.21	-0.07	-0.14	-0.12	-0.44	1.00			
8	Leaf phosphorus content	میزان فسفر برگ	0.09	-0.35	0.07	0.44	0.06	0.20	0.00	1.00		
9	Leaf nitrogen content	میزان نیتروژن برگ	0.22	0.04	0.25	0.08	0.01	0.25	-0.10	0.26	1.00	
10	Leaf iron content	میزان آهن برگ	0.25	0.02	0.07	0.29	0.38	0.38	-0.66*	0.44	0.01	1.00

* و**: به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال پنج و یک درصد.

* and **: Significance at the 5% and 1% probability levels, respectively.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که گونه‌های با منشاء جنوب شرقی آسیا شامل سه گونه *P. calleryana*، *P. betulifolia* و *P. bretschneideri*، همراه با گونه *P. hyrcana* از رشد رویشی زیاد تا نسبتاً زیاد برخوردار بودند. بر خلاف این گونه‌ها، سه پایه رویشی پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 در زمره پاکوتاه‌ترین مواد گیاهی مورد ارزیابی بودند. نکته حائز اهمیت این است که هر سه پایه رویشی مورد نظر در گروه پایه‌های نیمه‌پاکوتاه قرار داشته و استفاده از این پایه‌ها در تراکم‌های بالاتر از ۱۰۰۰ درخت در هکتار قابل توصیه نیست. این در حالی است که به منظور توسعه فناوری باغ‌های متراکم تا بسیار متراکم،

نیاز به کشت درختان گلابی در تراکم‌های بالای ۲۰۰۰ درخت در هکتار است.

متاسفانه به دلیل عدم سازگاری بسیاری از ارقام گلابی تجاری در ایران با پایه‌های بسیار پاکوتاه‌کننده کوئینس متعلق به گونه *C. oblonga* نظیر پایه کوئینس C، همچنین عدم سازگاری این پایه با خاک‌های آهکی در اغلب مناطق گلابی‌کاری ایران، در عمل توسعه باغداری متراکم و فوق‌متراکم گلابی با مشکل اساسی پایه سازگار مواجه شده است. نتایج این پژوهش حاکی از پاکوتاهی بیشتر گونه *P. syriaca* در مقایسه با سه پایه رویشی مورد بررسی در ارزیابی مقدماتی در شرایط کنترل شده و بدون پیوند بود.

با توجه به گزارش ال‌ماآری و همکاران (Al-Maarri *et al.*, 2007) در رابطه با سازگاری پیوند ارقام مختلف گلابی روی گیاهچه‌های گونه *P. syriaca* و تحمل بالای این گونه به خاک‌های آهکی و خشکی در کشور، چنین به نظر می‌رسد در ادامه این مسیر تحقیقاتی، لازم است ضمن بررسی قدرت رشد رویشی یک یا چند رقم از ارقام گلابی تجاری کشور نظیر ارقام لوئیزبون (Louise Bonne)، اسپادونا (Spadona) و درگزی روی گیاهچه‌های گونه‌های فوق و به‌ویژه گونه‌های کم‌رشدتر، پتانسیل گونه *P. syriaca* هم از نظر استفاده مستقیم به عنوان پایه پاکوتاه و یا بسیار پاکوتاه‌کننده و یا از نظر امکان استفاده در برنامه‌های دورگ‌گیری بین گونه‌ای برای ایجاد پایه‌های رویشی سازگار مورد ارزیابی قرار گیرد.

بر اساس نتایج این پژوهش گونه‌های مورد ارزیابی با منشاء جنوب شرقی آسیا شامل سه گونه *P. calleryana*، *P. betulifolia* و *P. bretschneideri* در گروه گونه‌های پررشد قرار گرفتند. همچنین سه پایه رویشی مورد استفاده شامل پایه پیرودوارف، کوئینس EMA و کوئینس BA29 نیز پس از گونه پاکوتاه *P. syriaca*، در گروه پاکوتاه‌ترین مواد گیاهی مورد ارزیابی در این پژوهش بودند. بودند. مقایسه رشد گونه‌ها با ژنوتیپ‌های با منشاء شمال ایران نیز بیانگر رشد قابل‌توجه ژنوتیپ‌های گونه *P. communis* این مناطق بود. بر خلاف انتظار، همبستگی قوی بین محیط ساقه گیاهچه‌ها در محل طوقه با پاکوتاهی دیده نشد، لیکن طول میانگره، در گیاهچه‌های بذری حاصل از رقم درگزی متعلق به گونه *P. communis*، و همچنین گونه *P. syriaca*، حاکی از رابطه پاکوتاهی با طول میانگره این گونه‌ها بود.

نتایج این پژوهش نشان داد که قدرت جذب بالای نیتروژن در سه گونه *P. hyrcana*، *P. nivalis* و *P. pashia* و قدرت جذب بالای فسفر در دو گونه *P. amygdaliformis* و *P. nivalis* و پتاسیم در گونه *P. syriaca* در حد دو درصد بود. همچنین میزان آهن کل در برگ‌های گونه‌های مختلف گلابی و پایه‌های رویشی بیانگر قدرت جذب بالاتر آهن درکلیه گونه‌های جنس *Pyrus* در مقایسه با پایه‌های به

متعلق به گونه *C. oblonga* بود. نتایج پژوهش حاضر بیانگر قدرت رشد کم گونه *P. syriaca* و تحمل بالای این گونه به خاک‌های آهکی بود. استفاده از این گونه در برنامه‌های به نژادی گلابی با هدف تولید پایه‌های پاکوتاه تا بسیار پاکوتاه گلابی در کشور توصیه می شود.

سپاسگزاری

این پژوهش بخشی از رساله دکتری نگارنده اول است که در راستای برنامه کلان گزینش و اصلاح ارقام و پایه‌های گلابی کشور در آزمایشگاه درختان میوه (پومولوژی) و گلخانه گروه علوم و مهندسی باغبانی دانشگاه تربیت مدرس انجام شد. نگارندگان بدینوسیله از پشتیبانی های دانشگاه تربیت مدرس و پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی کشور سپاسگزاری می کنند.

تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند که هیچگونه تعارض منافعی ندارند.

References

Abdollahi, H. 2010. Pear: botany, cultivars and rootstocks. Nashr-e-Amoozesh, Agricultural Education and Extension Institute, Karaj, Iran. 210 pp. (in Persian).

Abdollahi, H. 2021. Comparison of bearing and yield efficiency of commercial pear cultivars on Pyrodwarf semi-dwarfing rootstock. *Seed and Plant Journal*, *37*(4), pp.399-423 (in Persian). DOI: 10.22092/sppi.2022.356262.1254

Abdollahi, H. 2021. Quince. pp. 183- 246. In: Mandal, D., Wermund, U., Phavaphutanon, L. and Cronje, R. (eds.). *Temperate Fruits: Production, Processing, and Marketing*. CRC Press, United States of America. DOI: 10.1201/9781003045861

Abdollahi, H., Atashkar, D. and Alizade, A. 2012. Comparison of the dwarfing effects of two hawthorn and quince rootstocks on several commercial pear cultivars. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, *43*, pp.53-63 (in Persian). DOI: 10.22059/ijhs.2012.24860

Al-Maarri, K., Haddad, S. and Fallouh, I. 2007. Selections of *Pyrus syriaca* as promising rootstocks for pear cultivars. *Acta Horticulturae*, *732*, pp.217-220. DOI: 10.17660/ActaHortic.2007.732.30

Anonymous. 2021. Agricultural statistical yearbook. Volume III: Horticultural and Glasshouse Crops. Information and Communication Technology Center, Ministry of Jihad-e-Agriculture, Tehran, Iran (in Persian). 307 pp.

Arzani, K. 2004. The effect of European pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia*

oblonga MillL.) seedling rootstocks on growth and performance of some Asian pear (*Pyrus serotina* Rhed.) cultivars. *Acta Horticulturae, 658*, pp.93-97. DOI:10.17660/ActaHortic.2004.658.10

Bell, R.L. 1991. Pears (*Pyrus*). *Acta Horticulturae, 290*, pp.657-700. DOI: 10.17660/ActaHortic.1991.290.15

Bell, R.L. and Itai, A. 2011. *Pyrus*. Pp. 147-177. In: Kole, C. (ed.). *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources: Temperate Fruits*. Springer, Germany. DOI:10.1007/978-3-642-16057-8_8

Devyatov, A.S. 1994. Development of root system of pear trees on seedling and quince rootstocks. *Journal of plant nutrition*, *17*(11), pp.1963-1973. DOI: 10.1080/01904169409364858

FAO. 2022. World food and agriculture-statistical yearbook. Food and Agriculture Organization Publication. Rome, Italy. 380 pp.

Ghasemi, A., Nassiri, J. and Yahyaabadi, M. 2010. Study of the relative tolerance of quince (*Cydonia oblonga* mill.) rootstocks to different bicarbonate concentrations. *Seed and Plant Production Journal*, *26*(2), pp.137-151 (in Persian). DOI: 10.22092/SPPJ.2017.110400

Hayes, M. 2020. Measuring protein content in food: an overview of methods. *Foods*, *9*(10), 1340. DOI: 10.3390/foods9101340

Khadivi, A., Mirheidari, F., Moradi, Y. and Paryan, S. 2020. Morphological and pomological characterizations of *Pyrus syriaca* Boiss. germplasm. *Scientia Horticulturae*, *271*, pp.109-118. DOI: 10.1016/j.scienta.2020.109424

Issell, L. 1994. Rootstocks for pears. Victoria Department of Primary Industries, Department of Primary Industries. Victoria, Australia. 1pp.

Maleki Asayesh, Z. 2023. Evaluation of physiological and biochemical characteristics and nutrient uptake of some seedling, own-rooted and grafted European pear (*Pyrus communis* L.) cultivars under drought stress conditions. Ph.D. Thesis. Tarbiat Modress University, Tehran, Iran. 203 pp. (in Persian).

Maleki Asayesh, Z., Arzani, K., Mokhtassi-Bidgoli, A. and Abdollahi, H. 2023. Enzymatic and non-enzymatic response of grafted and ungrafted young European pear (*Pyrus communis* L.) trees to drought stress. *Scientia Horticulturae*, *310*, 111745. DOI:10.1016/j.scienta.2022.111745

Morgan, J. 2015. The book of pears: the definitive history and guide to over 500 varieties. Chelsea Green Publishing. United States of America. 304 pp.

Nečas, T. and Lébl, K. 2012. Evaluation of selected nursery traits in combination rootstocks and variety in Asian pear trees. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis*, *60*, 20. DOI:10.11118/actaun201260080171

Raeisi Monfared, A. and Yavari, A. 2020. Study on nutrient elements in soil and plant of some *salvia santolinifolia* natural habitats. *Journal of Plant Process and Function*, *9*(39), pp.215-229 (in Persian).

Rahmati, M., Arzani, K. and Yadollahi, A. 2015. Variation in some European pear (*Pyrus communis* L.) seedling rootstock populations using morphological characteristics. *Seed and Plant Journal*, *31*(2), pp.391-397 (in Persian). DOI: 10.22092/SPIJ.2017.111265

Rezaei, A., Abdollahi, H. and Arzani, K. 2023. Preliminary evaluation of different pear species (*Pyrus* spp.) based on distinctive characteristics of seed, fruit and early growth of seedlings. *Seed and Plant Journal*, *38*(4), pp.385-408 (in Persian). DOI:10.22092/spj.2023.361164.1293

Roberto, S.R., Novello, V. and Fazio, G. 2022. New rootstocks for fruit crops: breeding programs, current use, potential, challenges and alternative strategies. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 878863. DOI: 10.3389/fpls.2022.878863

Rufato, L., Da Silva, P.S., Kretzschmar, A.A., Bogo, A., De Macedo, T.A., Welter, J.F., Fazio, G. and Petry, D. 2021. Geneva® series rootstocks for apple trees under extreme replanting conditions in Southern Brazil. *Frontiers in Plant Science*, *12*, 712162. DOI: 10.3389/fpls.2021.712162

Simionca Mărcășan, L.I., Pop, R., Somsai, P.A., Oltean, I., Popa, S., Sestras, A.F., Militaru, M., Botu, M. and Sestras, R.E. 2023. Comparative evaluation of *Pyrus* species to identify possible resources of interest in pear breeding. *Agronomy*, *13*(5), 1264. DOI: 10.3390/agronomy13051264

Stern, R.A. 2008. *Pyrus betulifolia* is the best rootstock for the 'Coscia' pear in the warm climate of Israel. *Acta Horticulturae*, *800*, pp.631-638. DOI: 10.17660/ActaHortic.2008.800.84

Stern, R.A, Doron, I., Redel, G., Raz, A., Goldway M. and Holland, D. 2013. Lavi 1-a new *Pyrus betulifolia* rootstock for 'Coscia' pear (*Pyrus communis*) in the hot climate of Israel. *Scientia Horticulturae, 161*, pp.293-299. DOI: 10.1016/j.scienta.2013.04.040

Teixeira, J.D., Soares Mateus, A.R., Sanchez, C., Parpot, P., Almeida, C. and Sanches Silva, A. 2023. Antioxidant capacity and phenolics profile of Portuguese traditional cultivars of apples and pears and their by-products: On the way to newer applications. *Foods*, *12*(7), 1537. DOI: 10.3390/foods12071537

Thornley, J.H. 1999. Modeling stem height and diameter growth in plants. *Annals of Botany*, *84*(2), pp.195-205. DOI: 10.1006/anbo.1999.0908

RESEARCH ARTICLE

Preliminary Selection of Different Species of Genus Pear (*Pyrus*) for Dwarfing and Nutrients Uptake

A. Rezaei[1], H. Abdollahi[2*], K. Arzani[3*], A. Mokhtassi Bidgoli[4] and N. Ahmadi[5]

1. Ph. D. Student, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
3. Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
4. Associate Professor, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.
5. Associate Professor. Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran.

ABSTRACT

Rezaei, A., Abdollahi, H., Arzani, K., Mokhtassi Bidgoli, A. and Ahmadi, N. 2023. Preliminary selection of different species of genus pear (Pyrus) for dwarfing and nutrients uptake. *Seed and Plant*, *39*, pp.253-282 (In Persian).

Dwarfing and nutrient uptake ability are among the important traits in pear rootstocks breeding programs. In this research, growth characteristics and macronutrients and iron uptake ability was compared in seedlings of 13 native and introduced species of genus pear (*Pyrus*), one commercial interspecies hybrid and three common clonal rootstocks of Pyrodwarf, Quince EMA and Quince BA29 from the species of genus *Cynodonia* (*Cydonia oblonga* Mill.). Evaluation was carried-out under controlled conditions using completely randomized design with 10 replicates in 2022. Growth characteristics and chlorophyll index in 70, 120, and 160 days after establishment were evaluated and measured. Nitrogen, phosphorus, potassium and iron uptake was evaluated and compared in *Pyrus* and *Cydonia* rootstocks 160 days after seedlings establishment. The results showed that the highest dwarfing rate belonged to *P. syriaca* followed by the clonal rootstocks, and the highest growth rate was measured in seedling rootstocks of *P. communis* derived from cv. Dargazi followed by *P. bretschneideri*. In *P. syriaca*, the lowest internode length was observed after 160 days with an average of 1.61 cm, which indicated the effect of dwarfing on slowing the growth of this species. Regarding the uptake of nutrient, *P. hyrcana*, *P. nivalis*, and *P. pashia* had the highest nitrogen uptake, *P. amygdaliformis* and *P. nivalis* had the highest phosphorus uptake and *P. syriaca* had the highest leaf potassium content. Considering the results of this research, future researches should focus on e evaluation of using *P. syriaca* as a dwarf rootstock for in establishment of intensive/ highly intensive pear orchards, or as the parent for dwarfing traits in pear breeding programs.

Keywords: Pear, iron, quince rootstock, germplasm, vegetative growth, chlorophyll index.

Introduction

Pear (*Pyrus* spp.) is one of the oldest cultivated fruits in the world and some evidence show the cultivation of pear trees in the Neolithic era (Simionca Mărcășan *et al*., 2023). About 22 different species of the genus *Pyrus* have been identified in the world, of which about 12 species have been reported in Iran. The existence of different species of this genus in the plateau of Iran has contributed to the country as one of the main centers of diversity of pear species in the world (Abdollahi, 2010). Currently, the cultivated areas of pear orchards in the world is estimated to be about 1.5 million hectares, from which about 24 million tons of fruits are harvested annually. According to the World Food and Agriculture Organization, China, USA, and Italy were the most important pear-producing countries in 2021 and Iran ranks 15th in the world (FAO, 2022).

The rootstock of fruit trees plays a very important role in determining the efficiency and sustainability of orchards of different horticultural crops. In a standard and modern pear orchard, the trees should have uniform canopy, which facilitates husbandry operations and harvest as well as producing uniform and high-quality fruits (Roberto *et al*., 2022). One of the problems in the cultivation of pears in Iran is the lack of access to suitable and adapted rootstocks to Iran's different climatic conditions. European pear seedling rootstocks obtained from cv. Dargazi are used in the nurseries (Abdollahi, 2010). Considering the existence of germplasm of different pear species in Iran and the existence of different growth rates among different species, it is necessary to evaluate this germplasm for use in rootstock breeding programs. Also, the availability of different introduced species of the genus *Pyrus* from Southeast Asia in Iran facilitates evaluation and comparison of the growth vigor and characteristics of these species for further use in the national pear breeding programs.

Vegetative growth and nutrients uptake potential has not been evaluated between seedlings obtained from many native and introduced species of the genus *Pyrus* and pear clonal rootstocks in Iran, Therefore, the present research aimed to evaluate and compare the vegetative growth and nutrient uptake in the seedlings obtained from different species of the genus *Pyrus* and commercial clonal rootstocks.

Materials and Methods

Growth characteristics and macronutrients and iron uptake ability was compared in seedlings of 13 native and introduced species of genus pear (*Pyrus*), one commercial interspecies hybrid and three common clonal rootstocks of Pyrodwarf, Quince EMA and Quince BA29 from the species of genus *Cynodonia* (*Cydonia oblonga* Mill.). Evaluation was carried-out under controlled conditions using completely randomized design with 10 replicates in 2022. Growth characteristics and chlorophyll index in 70, 120, and 160 days were evaluated and measured. Nitrogen, phosphorus, potassium and iron uptakes was also measured in the two genera of *Pyrus* and *Cydonia* rootstocks, 160 days after establishment. Phosphorus, potassium, and total iron contents were measured using an inductively coupled plasma device (model Agilent Technologies, Varian 700-es ICP-OES, USA), and nitrogen content was determined using the Kjeldal and via the digestion method. Analysis of variance for data was performed using SAS 9.2 software. Duncan’s Multiple Range Test was employed for means comparison at the 5% probability level.

Results and Discussion

Analysis of the variance showed significant difference between rootstocks for all vegetative traits. These significant differences were observed in all three developmental stages; 70, 120, and 160 days after seedlings establishment. Pear species originated from Southeast Asia including; *P. calleryana*, *P. betulifolia*, and *P. bretschneideri* had the most vigorous vegetative growth as they reached 107.20, 98.80, and 132.0 cm, respectively, after 120 days after establishment. On 160 days after establishment, Dargezi seedlings with 145.6 cm had the tallest plant height and *P. syriaca* seedlings with 56.10 cm had the shortest height, respectively.

The results also showed that in 120 and 160 days after seedling establishment, chlorophyll index increased in most of rootstocks. In 70 days after establishment, chlorophyll index varied from 25.66 to 62.66. According to the reports, different pear cultivars have demonstrated good compatibility with *P. syriaca* species. *P. syriaca* is known as an excellent tolerant genotype to drought stress as well as calcareous soils. Therefore, this species has great potential for breeding of new dwarfing pear rootstocks in Iran. Regarding nutrient uptake ability, *P. hyrcana*, *P. nivalis*, and *P. pashia* had the highest nitrogen content, *P. amygdaliformis* and *P. nivalis* had the highest phosphorus and *P. syriaca* had the highest leaf potassium contents. Also, all species of the genus *Pyrus* had higher total iron content when compared to the rootstocks belonging to *C. oblonga*.

References

Abdollahi, H. 2010. Pear: botany, cultivars and rootstocks. Nashr-e-Amoozesh, Agricultural Education and Extension Institute, Karaj, Iran. 210 pp. (in Persian).

FAO. 2022. World food and agriculture-statistical yearbook. Food and Agriculture Organization Publication. Rome, Italy. 380 pp.

Roberto, S.R., Novello, V. and Fazio, G. 2022. New rootstocks for fruit crops: breeding programs, current use, potential, challenges and alternative strategies. *Frontiers in Plant Science*, *13*, 878863. DOI: 10.3389/fpls.2022.878863

Simionca Mărcășan, L.I., Pop, R., Somsai, P.A., Oltean, I., Popa, S., Sestras, A.F., Militaru, M., Botu, M. and Sestras, R.E. 2023. Comparative evaluation of *Pyrus* species to identify possible resources of interest in pear breeding. *Agronomy*, *13*(5), 1264. DOI: 10.3390/agronomy13051264

*Corresponding authors: h.abdollahi@areeo.ac.ir & arzani_k@modares.ac.ir Tel.: +982632704599 & +982148292094

Received: 16 March 2023
Accepted: 15 June 2023