



اثر پایه‌های رویشی و بذری گلابی بر خصوصیات رویشی و پتانسیل آب ارقام گلابی

فریبرز علی زاده زمهری^۱ - غلامحسین داوری نژاد^{۲*} - رضا خراسانی^۳ - سید حسین نعمتی^۴ - پیمان کشاورز^۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۲۶

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۴/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر پایه‌های رویشی گلابی (پیرودوارف، او.ا.ج.اف، کوینس c) و پایه دانهال گلابی از *Pyrus communis* بر خصوصیات رویشی و میزان پاکوتاهی ارقام گلابی نطنز، اسپادنا و سبری، آزمایش زیر به صورت طرح فاکتوریل ۴×۳ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با ۴ تکرار، به مدت سه سال (۱۳۹۳-۹۵) در شهرستان چناران باغ شرکت امداد شرق اجرا گردید. نتایج آزمایش نشان داد که پایه‌های رویشی گلابی نسبت به دانهال گلابی از رشد رویشی کمتری برخوردار بودند و باعث پاکوتاهی درختان پیوندی در طول سه سال اجرای طرح شدند. پایه کوینس c پاکوتاهی بیشتری را در ارقام پیوندی نسبت به پایه‌های رویشی گلابی القاء نمود. تأثیر پایه‌های رویشی گلابی بر پاکوتاهی درختان پیوندی در سال سوم (۲۴/۵٪) بیشتر از دو سال اول آزمایش بود. بررسی تغییرات پتانسیل آب ساقه و برگ در طول فصل رویش نشان‌دهنده تأثیر پایه بر روابط آبی گیاه بود. به طوری که پایه‌های رویشی گلابی نسبت به دانهال گلابی از پتانسیل آب کمینه ساقه کمتری برخوردار بودند. پتانسیل کمینه آب ساقه رابطه مستقیم مثبتی با سرعت رشد شاخه‌های جانبی داشت و در طول فصل رویش متأثر از میانگین درجه حرارت روزانه بود. پایه و پیوندک هر دو بر شاخص کلروفیل برگ اثر معنی‌داری داشتند. نتایج تحقیق نشان داد که اثر رقم پیوندی بر تعداد جوانه رویشی نوظهور معنی‌دار ($P < 0.05$) ولی اثر پایه معنی‌دار نبود و تولید شاخه‌چه فرعی رابطه‌ای با میزان قدرت رشد رویشی پایه نداشت. تأثیر پایه بیشتر بر طول شاخه‌چه فرعی بود، به طوری که پایه‌های پر رشد دانهال گلابی تولید شاخه‌چه‌های طویل‌تری نسبت به پایه‌های پاکوتاه نمودند. درصد زنده‌مانی ارقام نطنز و اسپادنا روی پایه‌های رویشی گلابی ۹۵/۵٪ و ۹۶/۷٪ تعیین شد که مشابه درختان بذری بود (۹۶/۷٪).

واژه‌های کلیدی: اثر پاکوتاهی، او.ا.ج.اف، پیرودوارف، کوینس c

مقدمه

تولید درختان میوه معتدله حیاتی می‌باشد، چراکه رابطه بین پایه و پیوندک تعیین‌کننده روابط آبی گیاه، تبادلات گازی برگ، اندازه گیاه، گلدهی، زمان شروع میوه‌دهی، کیفیت میوه و راندمان تولید می‌باشد (۵، ۷، ۱۰، ۱۵ و ۲۵). پایه‌های مختلف، راندمان جذب عناصر غذایی متفاوتی را دارا می‌باشند (۲۶). در نهایت اطلاع از اثرات متقابل یک پایه خاص بر روی رقم به منظور رسیدن به حداکثر بهره‌وری دارای اهمیت حیاتی می‌باشد.

در حال حاضر در مناطق تولید گلابی از نظر استفاده از پایه یک دوگانگی حاکم می‌باشد. مناطقی که در آن‌ها از پایه کوینس برای تولید گلابی استفاده می‌شود در مقایسه با سایر مناطق از مزیت‌هایی برخوردار می‌باشند. استفاده از پایه کوینس برای گلابی موانع زیادی را برطرف می‌نماید. با این وجود ناسازگاری پیوند بین پایه کوینس و بعضی ارقام گلابی، عدم مقاومت به سرما و شرایط آهکی خاک محدودیت‌های استفاده از این پایه می‌باشد. در بیشتر مناطق تولید گلابی در ایران از پایه‌های بذری گونه *Pyrus communis* برای تکثیر گلابی استفاده می‌شود. پایه‌های بذری گلابی دارای مشکلاتی

تولیدکنندگان گلابی در سرتاسر دنیا به دنبال برگشت سریع‌تر سرمایه و صرفه‌جویی در هزینه‌های کارگری می‌باشند و این هدف به خوبی با کشت درختان پاکوتاه در باغات متراکم حاصل می‌شود. در حال حاضر برای احداث باغات متراکم نیاز به پایه‌های کم‌رشد و پاکوتاه می‌باشد. گزارش‌های زیادی در مورد اثر متقابل بین پایه و پیوندک ارائه شده است. این روابط از نقطه نظر باغبانی مهم می‌باشند چراکه اطلاعات اساسی برای انتخاب بهترین ترکیب پیوندی در شرایط آب و هوایی خاص برای رسیدن به بهترین عملکرد و کیفیت میوه را در اختیار تولیدکننده می‌گذارد. انتخاب ترکیب پیوندی برای

۱، ۲ و ۴ - به ترتیب دانشجوی دکتری، استاد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

* - نویسنده مسئول: (Email: davarynej@um.ac.ir)

۳ - دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد

۵ - دانشیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی

حداقل دما به ترتیب ۴۰ درجه و ۲۲- درجه سانتی‌گراد و ارتفاع از سطح دریا ۱۱۷۶ متر و متوسط بارندگی سالیانه ۲۴۰ میلی‌متر می‌باشد. قبل از اجرای آزمایش تجزیه خاک محل اجرای طرح به عمل آمده و نتایج مطابق جدول زیر بود. با توجه به جدول بافت خاک لومی بوده و از نظر شوری با توجه به تقسیم‌بندی انجمن خاک‌شناسی آمریکا، محدودیتی از نظر شوری و pH وجود ندارد.

پایه‌های یکنواخت کشت بافتی گلابی از دو رقم پیروودوارف و او.اچ.اف. به همراه پایه‌های رویشی کویس C (خریداری شده از مرکز رویان پژوهش آذربایجان) و دانهال بذری یک‌ساله گلابی درگزی در شهریور سال ۱۳۹۲ انتخاب و با استفاده از پیوند T در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک پیوند شدند. در هنگام انتخاب درختان ارتفاع و قطر تنه در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متری از سطح خاک به‌عنوان شاخصی برای انتخاب درختان یکسان در نظر گرفته شد. ارقام پیوندی مورد استفاده از ارقام تجاری رایج در منطقه شامل اسپادانا، نطنز و سبری انتخاب شدند. نهال‌های پیوند شده تا بهار سال بعد در گلدان‌های ۴ لیتری حاوی کوکوپیت و پرلایت و در گلخانه نگهداری شدند.

درختان پیوندی در بهار سال ۱۳۹۳ پس از برطرف شدن خطر سرمای دیررس بهاره به زمین اصلی منتقل و بافاصله ۴×۲ متر در زمین کشت گردید. طی فصل رشد درختان در ارتفاع ۶۰ سانتی‌متری از سطح زمین سربرداری شد. در طی فصل رویش عملیات داشت همانند یک باغ تجاری اجرا شد و درختان به فرم محور مرکزی تربیت شدند.

خصوصیات تعیین‌کننده رشد رویشی درخت

به‌منظور ارزیابی میزان رشد رویشی نهال‌های پیوندی خصوصیات زیر مورد اندازه‌گیری قرار گرفت.

سطح مقطع تنه درخت در ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر بالای محل پیوند در پایان هر فصل رویشی اندازه‌گیری گردید. بعد از اندازه‌گیری قطر تنه درخت با کولیس، سطح مقطع تنه از حاصل ضرب مجذور شعاع در عدد پی به دست آمد. ارتفاع درخت از سطح زمین تا نوک جوانه انتهایی، هر سه سال در پایان فصل رشد مورد ارزیابی قرار گرفت. در هر سه سال اجرای طرح رشد شاخه‌های جانبی اندازه‌گیری و میزان رشد سالیانه مورد مقایسه قرار گرفت. در سال سوم، تعداد ۶ شاخه جانبی (یکسان و در موقعیت‌های مختلف پیرامون هر درخت ولی مشابه برای هر تیمار) انتخاب و علامت‌گذاری شد. سپس به‌طور ماهیانه از فروردین (قبل از باز شدن جوانه‌ها) تا مهرماه رشد شاخه مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. بدین ترتیب که طول شاخه‌های جانبی یاد شده و شاخه‌چه‌های موجود روی این شاخه در اول فصل رویش اندازه‌گیری و سپس در پایان هر ماه پس از اندازه‌گیری مجدد رشد، از

ازجمله رشد رویشی زیاد و دوره نونهالی طولانی می‌باشند (۲۸). برای احداث باغات متراکم علاوه بر اندازه کوچک درختان، دوره نونهالی کوتاه، یکنواختی، راحتی تکثیر، مقاومت کافی به سرما، مقاومت به کلروز آهن، زوال گلابی، آتشک گلابی و درنهایت اندازه و کیفیت مناسب میوه مدنظر می‌باشد (۳۲). محققین با مقایسه رشد رویشی پایه‌های مختلف درختان میوه نشان دادند که پایه بر رشد رویشی و پتانسیل آب ساقه در طول روز تأثیر می‌گذارد (۳۱ و ۸). تمایل به استفاده از درختان پاکوتاه، در باغات روزآمد به دلیل باردهی زود و کم‌هزینه‌تر بودن عملیات داشت و برداشت، مورد توجه قرار گرفته است. در این باغات عملکرد در واحد سطح هر درخت که با فاصله کمتری کشت می‌شوند نسبت به باغات معمولی با درختان استاندارد و فاصله کشت زیاد به دلیل نفوذ بهتر هوا و استفاده بهتر از نور بالاتر می‌باشد (۲۰). درختان پاکوتاه و نیمه پاکوتاه از طریق پیوند ارقام روی پایه‌های پاکوتاه به دست می‌آیند. پیروودوارف یکی از ۸۰ پایه رویشی است که از *Pyrus communis* در سال ۱۹۸۰ در ایستگاه تحقیقات جیسن هیم^۱ آلمان انتخاب گردید و در سال ۱۹۹۳ به‌صورت یک‌پایه ملی ثبت گردیده است (۱۳).

برای توضیح چگونگی تنظیم رشد پایه و پیوندک نظریه‌های زیادی ارائه شده است که می‌توان آن‌ها را به دو گروه تئوری‌های هورمونی و غیرهورمونی تقسیم‌بندی نمود. در تئوری‌های غیرهورمونی رشد شاخه توسط عناصر غذایی و آب مهیا شده توسط ریشه کنترل می‌شود و رشد ریشه نیز توسط کربوهیدرات تولیدی توسط اندام‌های هوایی. شواهدی مبنی بر نقش ساکارز و نیتروژن در تنظیم رشد شاخه و ریشه وجود دارد (۲۱). تئوری هورمونی بیانگر آن است که رشد شاخه، ناشی از هورمون‌های تولیدی توسط ریشه و رشد ریشه ناشی از هورمون‌های تولیدی توسط شاخه می‌باشد (۱۹). باریت (۲) با مطالعه رابطه پایه و پیوندک اعلام نمود که دلیل مشکل بودن تعیین اثر پایه روی رشد رویشی پیوندک احتمالاً به خاطر تدریجی بودن اثر پایه طی چند سال می‌باشد.

بنابراین این تحقیق به‌منظور مقایسه اثر پایه‌های کلونال گلابی (پیروودوارف و او.اچ.اف.) و کویس C با پایه دانهالی گلابی (*Pyrus communis*) بر خصوصیات اصلی ارقام گلابی نطنز، اسپادانا و سبری در طی سه سال اجرا شد.

مواد و روش‌ها

این طرح طی سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۹۵ در شهرستان چناران در باغ تجاری شرکت امداد شروق (°۳۶،۶۴۱۸،۰۷ و °۵۹،۱۰۲۵۹۰) واقع در ۴۵ کیلومتری شمال شرق شهرستان مشهد انجام شد. چناران به‌عنوان قطب باغداری استان خراسان رضوی شناخته می‌شود. حداکثر و

مورد بررسی قرار گرفت. شاخه‌چه‌های حاصل بر اساس طول، به شاخه با رشد رویشی بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر و کمتر از ۳۰ سانتی‌متر تقسیم‌بندی شدند.

رشد هر ترکیب پیوندی در سه سال متوالی محاسبه شد. درصد زنده‌مانی درختان پیوندی با شمارش تعداد درختان باقی‌مانده و درصد گیرایی مشخص گردید. اندازه‌گیری شاخص کلروفیل توسط دستگاه SPAD صورت گرفت.

تفاضل طول اولیه و طول نهایی هر شاخه به اضافه طول شاخه‌چه‌های جدید، میزان رشد همراه به دست آمد. ۳ شاخه از قسمت بالایی و ۳ شاخه از قسمت پایینی در پیرامون به‌طور یکسان انتخاب گردید تعداد جوانه روی هر شاخه جانبی شمارش شده و از تقسیم طول شاخه‌های جانبی بر تعداد گره، میانگین طول میانگرمه محاسبه گردید. در پاییز سال سوم، تعداد جوانه رویشی رشد نموده روی شاخه‌های جانبی هر ترکیب پیوندی مشخص شده و شمارش شد. میانگین تعداد شاخه‌چه‌های حاصل از رشد جوانه‌ها روی شاخه‌های جانبی درخت

جدول ۱- ویژگی فیزیکی و شیمیایی خاک قبل از انجام آزمایش

Table 1- Physical and chemical parameters of the soil before experiment

هدایت الکتریکی EC (dS m ⁻¹)	بافت خاک Soil Texture (%)			OC (%)	N (%)	%TNV (%)	pH	P	K	Fe	Mn	B	Zn	Cu
	Clay	Silt	Sand											
	(mg kg ⁻¹)													
1.5	17	42	41	1.11	0.08	9	7.6	20.8	234	3.92	7.2	8	4.87	1.04

به‌عنوان پیوندک به‌صورت فاکتوریل ۳×۳ در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی در ۴ تکرار اجرا شد. تجزیه داده‌های مربوط به صفات رویشی که در سه مرحله رشدی اندازه‌گیری شده بود به‌صورت تجزیه مرکب انجام گرفت. هر کرت آزمایشی شامل یک ترکیب پیوندی بود. برای آنالیز داده‌ها از نرم‌افزار MSTATC و اکسل استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون LSD سطح احتمال پنج % انجام شد.

نتایج و بحث

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۲، ۳، ۵، ۷ و ۹) اثر پایه در مورد خصوصیات پتانسیل آب ساقه، شاخص کلروفیل، طول شاخه جانبی، ارتفاع، سطح مقطع تنه، میانگین طول میانگرمه، درصد زنده‌مانی و سرعت رشد شاخه جانبی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار می‌باشد، اما تأثیری بر تعداد نقاط رویشی رقم نداشت. اثر پیوندک در مورد خصوصیات پتانسیل آب ساقه (۱٪)، شاخص کلروفیل (۵٪)، تعداد نقاط رویشی (۵٪)، ارتفاع گیاه (۱٪) و سطح مقطع تنه (۱٪) معنی‌دار می‌باشد. اثر متقابل پایه و پیوندک در مورد خصوصیت پتانسیل آب ساقه در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود.

پتانسیل آب برگ

پایه‌های مختلف از نظر پتانسیل آب برگ اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (جدول ۲). پتانسیل آب برگ در طول فصل در مورد ارقام پیوندی بر روی تمام پایه از یک روند ثابت برخوردار بود به‌طوری‌که با افزایش دما در طول فصل میزان پتانسیل آب برگ کاهش و از ماه شهریور به بعد با خنک شدن هوا پتانسیل برگ افزایش یافت. روند

اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ و ساقه

اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ و ساقه ارقام پیوندی روی پایه‌های مختلف با استفاده از اتاقک فشار در سه مرحله رشدی اندازه‌گیری گردید. پتانسیل آب کمینه برگ و ساقه (اواسط روز) هر درخت در مرحله رشد سریع شاخه تا زمان توقف رشد چندین بار مورد اندازه‌گیری قرار گرفت، برای تعیین پتانسیل آب ساقه، برگ‌های نزدیک تنه دو ساعت قبل از اندازه‌گیری در فویل آلومینیومی پیچیده شدند و سپس در داخل کیسه‌های پلی‌اتیلنی قرار گرفتند. پتانسیل آب کمینه برگ و ساقه بین ساعت ۱۳ تا ۱۴ بلافاصله پس از جدا شدن برگ از درخت اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری پتانسیل آب برگ از سه برگ کاملاً بالغ واقع در آفتاب و سه برگ واقع در سایه از پیرامون درخت استفاده گردید. در زمان انتخاب برگ‌ها سعی گردید تا همه از نظر موقعیت جغرافیایی بر روی درخت یکسان و نزدیک ساقه اصلی باشند. اندازه‌گیری پتانسیل آب بعد از آبیاری باغ به‌محض رسیدن رطوبت خاک به حد ظرفیت مزرعه و در هوای آفتابی انجام شد. به‌منظور تعیین میزان رطوبت خاک در زمان اندازه‌گیری پتانسیل آب، نمونه‌گیری از عمق ۵۰ سانتی‌متری خاک با استفاده از اوگر انجام شده و میزان رطوبت خاک به روش وزنی اندازه‌گیری گردید. نیاز آبی یک باغ بالغ گلابی با توجه به نرم‌افزار net wat به میزان ۷۸۲۰ متر مکعب در سال در هکتار آبیاری خالص تعیین گردید که به میزان یک‌پنجم جهت آبیاری درختان کشت شده مورد استفاده قرار گرفت.

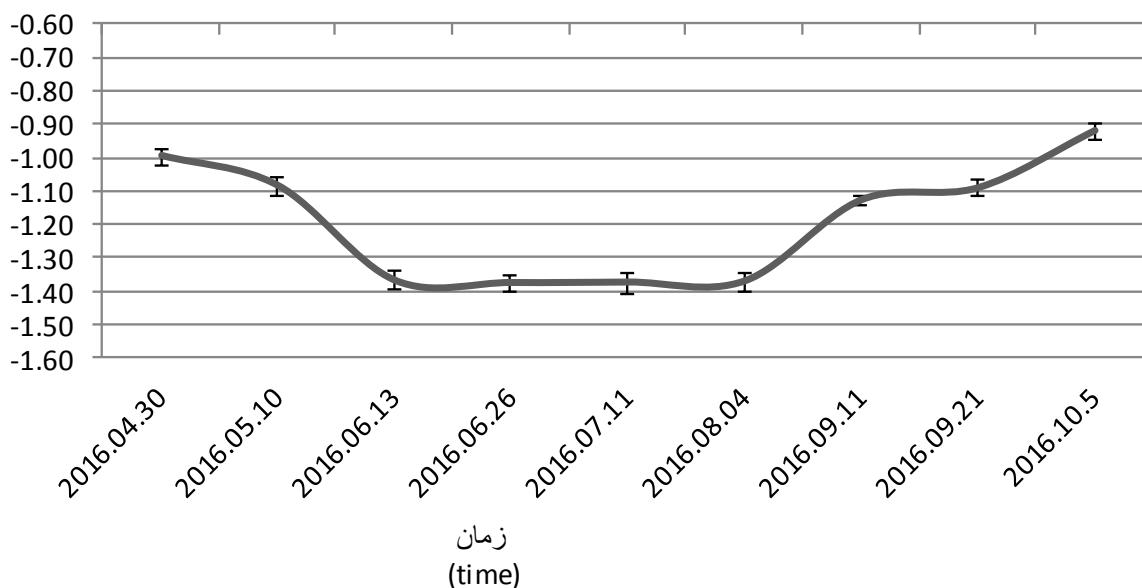
طرح آزمایشی: آزمایش با چهار پایه، شامل دوپایه رویشی گلابی او.ا.ج.اف؛ و پیروودارف به همراه یک‌پایه رویشی کوینس c و یک‌پایه دانهال گلابی رقم درگری و سه رقم گلابی نطنز، سبری و اسپادانا

تغییرات پتانسیل آب برگ در شکل ۱ آورده شده است. بیشترین پتانسیل آب مربوط به رقم نطنز (کمتر منفی بود) و کمترین اثر رقم بر پتانسیل آب برگ معنی دار بود ($p < 1\%$) به طوری که مربوط به رقم سبری بود (شکل ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر پایه و پیوندک بر روی پتانسیل آب برگ پایه‌های رویشی گلابی (پیروودوارف، او.ا.چ.اف، کوینس c)
Table 2- Analysis of variance of rootstock and scion on leaf water potential of *Pyrus communis* vegetative rootstocks (Pyrodwarf, OH.F and Quince C)

منابع تغییرات S.O.V	میانگین مربعات Mean of Squares								
	9	8	7	6	5	4	3	2	1
تکرار Replication	0.002 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.005 ^{ns}
پایه Rootstock	0.006 ^{ns}	0.008 ^{ns}	0.002 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.012 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.009 ^{ns}	0.007 ^{ns}
پیوندک Scion	0.077 ^{**}	0.143 ^{**}	0.077 ^{**}	0.067 ^{**}	0.089 ^{**}	0.093 ^{**}	0.110 ^{**}	0.118 ^{**}	0.134 ^{**}
پایه×پیوندک Rootstock×Scion	0.009 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.005 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.004 ^{ns}	0.010 ^{ns}	0.006 ^{ns}	0.003 ^{ns}	0.001 ^{ns}
خطا Error	0.004	0.007	0.005	0.005	0.009	0.003	0.007	0.005	0.006
	6.8	7.5	6	5	6.7	4.2	5.9	6.6	7.6

* معنی دار در سطح ۵ درصد، ** معنی دار در سطح یک درصد، n.s معنی دار نیست
ns= Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively



شکل ۱- روند تغییرات پتانسیل آب برگ در طول فصل رشد در ارقام گلابی. بارها نشان دهنده‌ی خطای معیار توزیع میانگین‌ها می باشد

Figure 1- The changes of leaf water potential in pear cultivars during of growth season. Bars indicade the standard error of the distribut

پتانسیل آب برگ نتیجه گرفتند که نوسانات رشد نسبی شاخه با نوسانات پتانسیل آب برگ در طی بعدازظهر و غروب مطابقت دارند. شکل ۱ روند تغییرات پتانسیل آب برگ را بر روی پایه‌های مختلف در

سولاری و همکاران^۱ (۲۴) با اندازه‌گیری سرعت رشد روزانه و

1- Solari et al.

ارتباط بین پتانسیل آب ساقه و سلول‌های در حال گسترش می‌شود هنوز ناشناخته است (۴).

پتانسیل آب ساقه

اثر پایه و پیوندک هر دو بر پتانسیل آب ساقه معنی‌دار بود (جدول ۳) به طوری که بیشترین پتانسیل آب ساقه مربوط به ارقام پیوندی روی پایه بذری و کمترین مربوط به پایه کوپنس بود (شکل ۳). سولاری و همکارانش (۲۴) با مقایسه پایه‌های مختلف هلو به نتایج مشابهی دست یافتند.

طول فصل رویش از اواسط فروردین تا آبان در هنگام ظهر نشان می‌دهد.

در طول فصل رویش پتانسیل آب برگ بر روی پایه‌های مختلف اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد اما با گرم شدن دمای هوا، میزان پتانسیل آب برگ کاهش یافت به طوری که طی ماه‌های تابستان پتانسیل آب برگ در کمترین میزان خود بود. دو مرتبه طی ماه شهریور منحنی پتانسیل آب برگ روی تمام پایه‌ها حالت صعودی داشت. برمن و دی جونگ (۱۹۹۷) با مطالعه الگوی رشد و توسعه ساقه هلو اعلام کردند که پتانسیل آب ساقه بیان کننده وضعیت آب ساقه بوده نه سلول‌های در حال گسترش، بنابراین مکانیزمی که باعث

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر پایه و پیوندک بر پتانسیل آب ساقه پایه‌های رویشی گلابی (پیرودارف، او.ا.ج.اف، کوپنس c)
Table 3- Analysis of variance of rootstock and scion on stem water potential of *Pyrus communis* vegetative rootstocks (Pyrodwarf, OH.F and Quince C)

منابع تغییرات	میانگین مربعات								
	Mean of Squares								
S.O.V	9	8	7	6	5	4	3	2	1
تکرار Replication	0.002 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.000 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.000 ^{ns}	0.000 ^{ns}	0.001 ^{ns}	0.004 ^{ns}
پایه Rootstock	0.146 ^{**}	0.129 ^{**}	0.173 ^{**}	0.180 ^{**}	0.164 ^{**}	0.172 ^{**}	0.103 ^{**}	0.100 ^{**}	0.162 ^{**}
پیوندک Scion	0.050 ^{**}	0.039 ^{**}	0.040 ^{**}	0.049 ^{**}	0.039 ^{**}	0.043 ^{**}	0.034 ^{**}	0.055 ^{**}	0.061 ^{**}
پایه × پیوندک Rootstock × Scion	0.009 ^{ns}	0.007 ^{ns}	0.013 ^{ns}	0.011 ^{**}	0.016 ^{**}	0.013 ^{**}	0.012 ^{**}	0.016 ^{**}	0.015 ^{**}
خطا Error	0.004	0.004	0.005	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
C.V	8.6	9	9.1	6.6	6.7	6.8	7.4	7	7

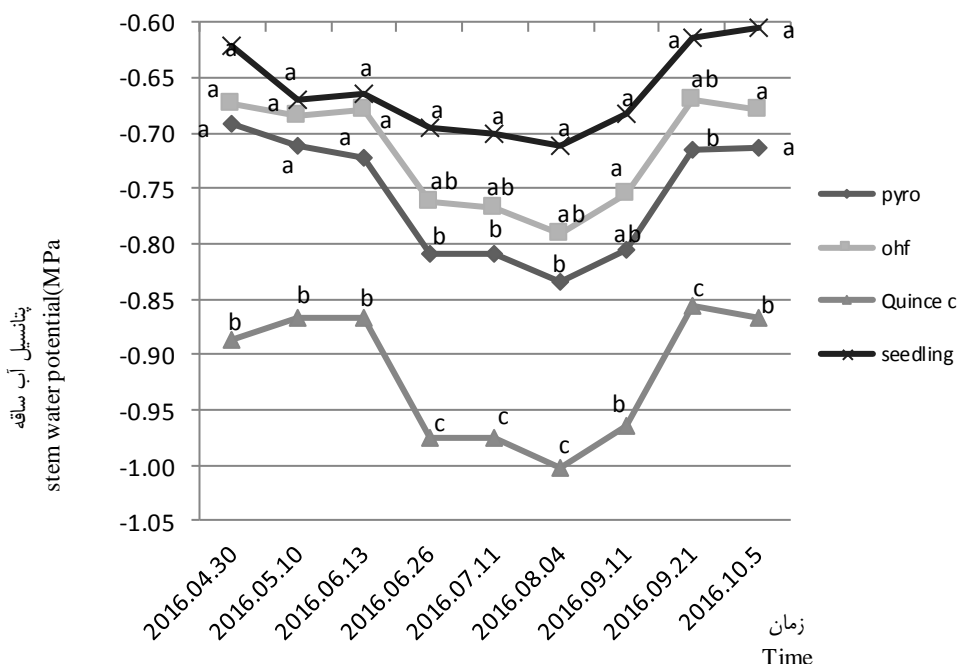
* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد، n.s. معنی‌دار نیست

ns= Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

ارقام کم‌رشد می‌باشند. شکل‌های ۱ و ۴ الگوی تغییرات پتانسیل آب برگ و سرعت رشد رویشی بین پایه‌های مختلف را در طول فصل رویش نشان می‌دهند. این دو خصوصیات دارای همبستگی مستقیم مثبتی باهم بودند به طوری که پتانسیل کمینه آب برگ و همچنین سرعت رشد رویشی شاخه در طول فصل با افزایش دما کاهش می‌یابد و در پایان فصل با خنک شدن هوا و افزایش پتانسیل آب افزایش می‌یابد. ضریب همبستگی بین پتانسیل آب برگ و الگوی رشد شاخه در مورد پایه پیرودارف ۰٫۹۷، پایه او.ا.ج.اف ۰٫۹۴، پایه کوپنس ۰٫۹۳ و برای پایه بذری ۰٫۶۵ بود. برمن و دی جونگ (۱۹۹۷) با پوشش مقداری از تاج درخت با پلی‌اتیلن موجب افزایش پتانسیل آب ساقه شدند و این کار باعث افزایش رشد رویشی شد (۴).

پتانسیل آب ساقه نیز در طول فصل مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۳). هر ۴ پایه از نظر پتانسیل آب ساقه باهم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. ترتیب پتانسیل آب ساقه به ترتیب مربوط به پایه دانه‌الی، او.ا.ج.اف، پیرودارف و در نهایت کمترین مربوط به پایه کوپنس بود. این ترتیب در طول فصل ثابت باقی ماند.

در بین ارقام گلابی بیشترین پتانسیل آب ساقه مربوط به رقم نطنز و کمترین مربوط به سبری بود (جدول ۴). سولاری و همکارانش (۲۰۰۶) با اندازه‌گیری پتانسیل آب ساقه و همچنین سرعت رشد نسبی شاخه در ارقام هلو در طول روز نتیجه گرفتند که پایه دارای اثر معنی‌داری بر سرعت رشد شاخه در طول روز می‌باشد و ارقام پیوندی روی پایه‌های پر رشد دارای سرعت رشد شاخه بیشتری نسبت به



شکل ۳ - تغییرات پتانسیل آب ساقه در طول فصل در ارقام گلابی. بارها نشان دهنده‌ی خطای معیار توزیع میانگین‌ها می‌باشد

Figure 3 - S team water potential in pear cultivars during of growing season. Bars indicate the standard error of the distribution of averages

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

آب ساقه و سرعت رشد شاخه را در اوایل فصل رشد در طول روز مورد بررسی قرار دادند و متوجه همبستگی مثبت قوی بین این دو خصوصیت شدند. اتکینسون و همکارانش (۱)، باسیل و همکارانش (۳) و تامبسی و همکارانش (۲۷) با مطالعه پایه‌های سیب و هلو نتیجه گرفتند که اثر پاکوتاهی می‌تواند به دلیل کمتر بودن پتانسیل آب ساقه در بعدازظهر باشد که این تفاوت ناشی از اندازه آوند چوبی می‌باشد.

سولاری و همکارانش (۲۴) یک رابطه خطی بین رشد رویشی و پتانسیل آب کمینه ساقه در وسط روز پیدا نمودند. آنها نتیجه گرفتند که وضعیت آبی گیاه می‌تواند در مکانسیم کنترل کننده رشد رویشی درخت توسط پایه دخالت داشته باشد. وبل و همکاران (۳۱)، هیگز و جان (۱۲) و همچنین کوهن و نائور (۸). به نتایج مشابه ای دست یافتند. باسیل و همکارانش (۳) پتانسیل

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر پیوندک بر پتانسیل آب ساقه ارقام گلابی در طول فصل زراعی

Table 4- Comparison of scion effect on stem water potential of pear cultivars during growing season

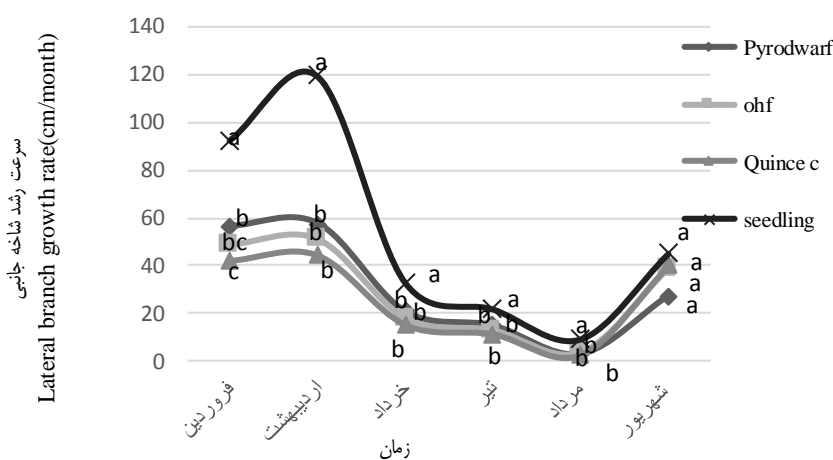
منابع تغییرات S.O.V	تاریخ Date								
	2016.4.30	2016.5.10	2016.6.13	2016.6.26	2016.7.11	2016.8.04	2016.9.11	2016.9.21	2016.10.5
نطنز Natanz	(-0.67)a	(-0.68)a	(-0.76)a	(-0.79)a	(-0.78)a	(-0.78)a	(-0.69)a	(-0.68)a	(-0.66)a
اسپادنا Spadona	(-0.70)ab	(-0.69)a	(-0.79)a	(-0.81)a	(-0.80)ab	(-0.79)a	(-0.72)ab	(-0.73)a	(-0.72)ab
سبری Sebri	(-0.78)b	(-0.77)a	(-0.86)b	(-0.89)b	(-0.87)b	(-0.87)b	(-0.79)b	(-0.80)b	(-0.78)b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

سرعت رشد

و گرم شدن هوا سرعت رشد رویشی ارقام مختلف روی تمام پایه‌ها کاهش می‌یابد. کاهش سرعت رشد تا مردادماه ادامه داشته به طوری که برای تمام ارقام و پایه‌ها به توقف رشد منتهی می‌شود مگر در مورد پایه بذری. دومرتبه با خنک شدن هوا رشد رویشی افزایش می‌یابد. با توجه به جدول ۶ کاهش سرعت رشد پایه‌های رویشی با گرم شدن هوا بسیار شدیدتر از پایه بذری می‌باشد. بیشترین سرعت رشد شاخه طی اردیبهشت‌ماه اتفاق افتاد. هر سه رقم پیوندی در طول فصل رویش از الگوی رشد یکسانی برخوردار بودند.

با توجه به جدول تجزیه واریانس (جدول ۵) اثر پایه و پیوندک بر سرعت رشد شاخه معنی‌دار است. تنها در شهریورماه به دلیل کاهش رشد رویشی، سرعت رشد اختلاف معنی‌داری بر روی پایه‌های مختلف نداشت. مقایسه میانگین سرعت رشد در ماه‌های مختلف (جدول ۶) نشان داد که بیشترین سرعت رشد شاخه به ترتیب از زیاد به کم بر روی پایه دانهال، پیروودوارف، کوینس c و او.ا.ج.اف می‌باشد. با شروع رشد رویشی در اول فصل، سرعت رشد شاخه‌های جانبی در طول ماه‌های فروردین تا اردیبهشت افزایش می‌یابد اما با رسیدن خردادماه



شکل ۴- اثر پایه بر سرعت رشد پایه‌های گلابی (پیروودوارف، او.ا.ج.اف، کوینس c) در ماه‌های مختلف سال

Figure 4- Effect of pear rootstocks (pyrodwarf, O.H.F and Quince C) on growth rate in different months

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

جدول ۵- تجزیه واریانس اثر پایه و پیوندک بر سرعت رشد شاخه گلابی

Table 5- Analysis of variance of rootstock and scion on growth rate of pear

منابع تغییرات S.O.V	سرعت رشد Growth Rate (cm/month)					
	شهریور August-September	مرداد July-August	تیر June-July	خرداد May-June	اردیبهشت April-May	فروردین March-April
	تکرار Replication	58.8 ^{ns}	0.4 ^{ns}	1.3 ^{ns}	2.4 ^{ns}	35.2 ^{ns}
پایه Rootstock	680.1 ^{ns}	129.5 ^{**}	270.8 ^{**}	749.6 ^{**}	14364.9 ^{**}	6085.7 ^{**}
پیوندک Scion	524.3 ^{ns}	1.9 [*]	25.4 ^{**}	26.8 [*]	516.9 ^{**}	343.6 ^{**}
پایه × پیوندک Rootstock × Scion	321.3 ^{ns}	1.2 [*]	7.0 [*]	9.7 ^{ns}	136.1 [*]	121.3 [*]
خطا Error	420.6	0.5	2.9	6.4	54.6	35.6

*معنی‌دار در سطح ۵ درصد **معنی‌دار در سطح یک درصد ns معنی‌دار نیست

ns= Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

جدول ۶- اثر متقابل پایه × پیوندک بر سرعت رشد شاخه ارقام گلابی

Table 6- Rootstock × scion interaction effect on branch growth rate of pear cultivars

		فروردین March-April	اردیبهشت April-May	خرداد May-June	تیر June-July	مرداد July-August	شهریور August-September
پیرودارف Pyrodwarf	نطنز Natanz	55.93bc	58.8cd	20.6a	14.7cd	2.9bcd	29.4a
	اسپادنا Spadona	53.55bc	56.3cd	19.7b	14.1cde	2.8cd	33.0b
	سبری Sebri	59.5b	57.5cd	21.9b	15.6c	3.1bcd	19.7b
ا.ا.ا.اف OHF	نطنز Natanz	57.12bc	60.0cd	21.0a	15.0cd	4.3bcd	26.8a
	اسپادنا Spadona	46.41bcd	48.8de	17.1b	12.2ef	3.8bcd	39.9b
	سبری Sebri	42.84cd	45.0ef	15.8b	11.3f	2.4d	50.1b
کوینس سی Quince C	نطنز Natanz	49.39bcd	52.5cde	17.1a	13.1def	2.6cd	32.5a
	اسپادنا Spadona	41.65cd	43.8ef	15.3a	10.9f	2.2d	35.6a
	سبری Sebri	35.7d	37.5f	13.1a	9.4g	1.9d	51.8a
دانها Seedling	نطنز Natanz	98.3a	127.5a	34.3b	23.6a	9.8a	36.4b
	اسپادنا Spadona	83.3875a	107.5b	31.9b	19.9b	8.8a	54.3b
	سبری Sebri	96.31125a	123.5a	33.2b	22.3ab	9.6a	44.9b

حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد با استفاده از آزمون LSD می باشد

Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

شاخص کلروفیل

اثر هر دو عامل پایه و پیوندک بر شاخص کلروفیل برگ معنی دار می باشد (جدول ۷). در این تحقیق هر چهار پایه از نظر تأثیر بر شاخص کلروفیل باهم اختلاف داشتند به طوری که بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به پایه پیرودارف و کمترین مربوط به پایه کوینس بود (جدول ۸). پیوندک ها نیز روی شاخص کلروفیل برگ تأثیر داشتند. به طوری که در این تحقیق بیشترین شاخص کلروفیل مربوط به پیوندک رقم نطنز و کمترین مربوط به اسپادنا بود (جدول ۹). رقم سبری حد واسط دو رقم دیگر بود. بوسا و همکارانش (۵) نیز با مطالعه پایه های گلابی و کوینس نتیجه گرفتند که درختان رشد کرده روی پایه پیرودارف دارای شاخص کلروفیل بیشتری می باشند.

میانگین تعداد جوانه نوظهور رویشی

اثر پایه بر باز شدن جوانه های رویشی رشد کرده روی شاخه و شاخه چه پیوندک معنی دار نبود اما اثر پیوندک در سطح ۵٪ معنی دار

بود (جدول ۷). این بدین معنی است که قدرت رشد پایه تأثیری روی شاخه زایی درختان پیوندی ندارد و تنها رقم پیوندک می باشد که تأثیر گذار می باشد. پیوندک نطنز شاخه زایی بیشتری نسبت به دو رقم دیگر داشت (جدول ۹). سلزینوا و همکارانش (۲۲) نیز با مدل سازی رشد شاخه های جانبی درخت سیب به نتایج مشابهی دست یافتند. واتسون و همکارانش (۲۸) نیز با مطالعه پایه های مختلف گلابی نتیجه گرفتند که پایه بر تحریک رشد رویشی جوانه های شاخه های جانبی تأثیری ندارد.

درصد زندهمانی

درصد زندهمانی درختان پیوندی باقی مانده در سال سوم نشان داد که پایه های پیرودارف و ا.ا.ا.اف. دارای سازگاری مناسبی بوده به طوری که از نظر درصد زندهمانی اختلاف معنی داری با یکدیگر نداشتند (۸۴٪) در حالی که میزان زندهمانی درختان روی پایه کوینس بسیار پایین بود (۳۲/۵٪). ارقام پیوندی نیز از نظر درصد زندهمانی با

تعداد جوانه‌های نوظهور روی شاخه جانبی

مجموع جوانه‌های جانبی رشد نموده روی شاخه‌های جانبی بر اساس طول اندام رشد نموده به دو گروه کمتر از ۳۰ سانتی‌متر و بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر تقسیم شدند. با توجه به جدول ۸ پایه دانه‌الی گلابی که یک پایه پر رشد می‌باشد دارای شاخه بلندتر از ۳۰ سانتی‌متر بیشتری نسبت به سایر پایه‌ها می‌باشد. نسبت شاخه‌های بزرگ‌تر از ۳۰ سانتی‌متر در پایه دانه‌الی ۵۹٪، پایه او.اچ.اف. به میزان ۵۰٪، پایه پیرودارف ۴۳٫۲٪ و پایه کوینس ۴۳٫۹٪ بود؛ اما در مورد شاخه‌های با طول کمتر از ۳۰ سانتی‌متر بیشترین تعداد مربوط به پایه کوینس و کمترین مربوط به پایه دانه‌ال بود. پایه پیرودارف و کوینس از نظر آماری با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند.

طول میانگره

اثر پایه بر میانگین طول میانگره در سطح احتمال ۱٪ معنی‌دار بود (جدول ۷). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که بزرگ‌ترین طول میانگره به ترتیب متعلق به دانه‌ال گلابی، او.اچ.اف، پیرودارف و کوینس بود (جدول ۸). براون و همکارانش (۱۹۹۴) با مطالعه پایه‌های پاکوتاه سبب اعلام کردند که مهم‌ترین خصوصیت مورفولوژیکی مرتبط با موتانت‌های پاکوتاه کاهش طول میانگره می‌باشد.

هم اختلاف داشتند (شکل ۵) به طوری که کمترین میزان زنده‌مانی مربوط به رقم سبری (۶۲/۳٪) و بیشترین مربوط به ارقام نطنز و اسپادنا (۸۰٪) بود. اثر متقابل پایه و پیوندک نیز بر درصد زنده‌مانی معنی‌دار بود. با توجه به شکل ۵ درصد زنده‌مانی پیوندک ارقام اسپادنا و نطنز روی پایه‌های گلابی رویشی پیرودارف و او.اچ.اف (۹۵/۵٪ تا ۹۶/۷٪) مشابه درختان بذری بود (۹۶/۷٪). پیوند رقم سبری روی پایه‌های گلابی پیرودارف و او.اچ.اف نسبت به ارقام دیگر پایین بود (۵۸٫۵٪ و ۶۳٫۷۵٪). درحالی که پیوند تمام ارقام روی پایه بذری دارای درصد زنده‌مانی بالا (۹۶٪) و همه ارقام روی پایه کوینس دارای درصد زنده‌مانی پایین (۳۲/۵٪) بود. بهترین ترکیب پیوندی از نظر درصد زنده‌مانی در بین پایه‌های رویشی، پیوند رقم نطنز روی پایه‌های پیرودارف و او.اچ.اف با درصد زنده‌مانی ۹۵/۵٪ بود.

کوبلوس و همکارانش (۱۴) نیز با مقایسه پایه‌های دانه‌ال گلابی و پایه‌های کوینس اختلاف معنی‌داری در درصد موفقیت پیوند و زنده‌مانی درختان با توجه به نوع پایه را شاهد بودند. آن‌ها متوجه شدند که بین پایه‌های کوینس مورداستفاده اختلافی از نظر موفقیت پیوند وجود نداشت و میزان موفقیت کمتر از ۲۹٪ بود، درحالی که درصد موفقیت در پایه‌های گلابی بیشتر از ۸۹ درصد بود.

جدول ۷- نتایج تجزیه واریانس اثر پایه × پیوندک بر صفات رویشی ارقام گلابی در سال سوم

Table 7- Anova of the effect of rootstock and scion on vegetable characteristic of pear cultivars at the third year

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد جوانه‌های نوظهور	شاخص کلروفیل	میانگین طول میانگره	درصد زنده‌مانی	شاخه < 30	شاخه > 30
						cm	cm
S.O.V	df	N.Vegetative bud break	Chlorophyll index	Internode Length	%survival	Branch<30 ^c _m	Branch>30 ^c _m
تکرار Replication	3	0.45 ^{ns}	3.24 ^{ns}	0.000 ^{ns}	9.1 ^{ns}	8.1 ^{ns}	1.1 ^{ns}
پایه Rootstock)	3	0.08 ^{ns}	119.97**	0.084**	9653.6**	36.9**	38.8**
پیوندک Scion	2	0.79*	10.33*	0.005 ^{ns}	1704.1**	2.8 ^{ns}	1.0 ^{ns}
پایه × پیوندک Rootstock × Scion	6	0.38 ^{ns}	3.78 ^{ns}	0.003 ^{ns}	511.4**	7.7 ^{ns}	5.3 ^{ns}
خطا Error	33	0.23	2.88	0.002	7.6	3.5	5.0
CV		11.87	3.73	6	3.7	8	5

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد، ^{ns} معنی‌دار نیست

^{ns} = Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

جدول ۸- اثر پایه بر خصوصیات رویشی ارقام مختلف گلابی
Table 8- Rootstock effect on vegetative characteristics of pear cultivars

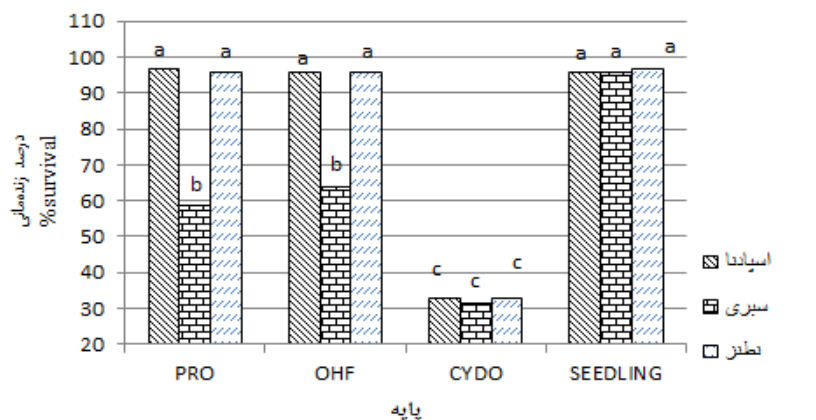
تیما	طول میانگره	درصد زنده‌مانی	تعداد شاخه چه با طول > 30 ^{cm}	تعداد شاخه چه با طول < 30 ^{cm}	شاخص کلروفیل (درجه)
Treatment	Internode Length (cm)	Survival (%)	Number of lateral branch < 30 ^{cm}	Number of lateral branch > 30 ^{cm}	Chlorophyll index
پیروودوارف (Pyrodwarf)	0.27bc	83.58b	13.5a	10.3b	48.8a
اواچ‌اف OHF	0.31 b	84.92b	12.3a	12.3ab	45.4b
کوینس C Quince C	0.25 c	32.50c	13.8a	10.8b	41.3c
دانهال گلابی Seedling	0.43 a	95.92a	9.9b	14.3a	46.7b

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

جدول ۹- مقایسه میانگین اثر پیوندک بر شاخص کلروفیل و تعداد نقاط رویشی ارقام گلابی
Table 9- Comparison of scion effect on chlorophyll index and number of vegetative points of pear cultivars

تیما	شاخص کلروفیل	تعداد نقاط رویشی
Treatment	Chlorophyll index (degree)	Number of budburst
نطنز Natanz	a	46.4
اسپادنا Spadona	b	44.9
سبری Sebri)	ab	45.2

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف مشترک هستند در سطح احتمال ۵ درصد آزمون LSD تفاوت معنی‌داری نیستند
Means followed by the same letter are not significantly differentns at P<0.05 probability



شکل ۶- اثر متقابل پایه و پیوندک بر روی درصد زنده‌مانی ارقام مختلف گلابی
Figure 6- Interaction effect of rootstock × scion on survival percentage of pear cultivars

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

جدول ۱۰- تجزیه مرکب خصوصیات رویشی ارقام گلابی در سه سال
Figure 10- Combined analysis of growth characteristics of pear cultivars in three years

منابع تغییرات S.O.V.	df	میانگین مربعات Mean of Squares		
		طول شاخه جانبی Lateral branch Length	سطح مقطع تنه TCSA	ارتفاع Height
سال Year	2	53061.54**	736.32**	109702.59**
تکرار Replication	9	248.35 ^{ns}	2.11 ^{ns}	10.66 ^{ns}
پایه Rootstock	3	68519.44**	160.94**	2608.94**
سال×پایه (Rootstock*year)	6	8706.81**	10.68**	285.73**
پیوندک Scion	2	365.83 ^{ns}	26.56**	210.66**
سال×پیوندک Scion*year	4	49.94 ^{ns}	0.69 ^{ns}	22.87*
پایه×پیوندک Scion×rootstock	6	502.95 ^{ns}	3.71 ^{ns}	8.40 ^{ns}
سال×پیوندک×پایه Rootstock×scion×year	12	102.48 ^{ns}	1.48 ^{ns}	13.29 ^{ns}
خطا Error	99	250.48	2.97	7.88 ^{ns}

*معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **معنی‌دار در سطح یک درصد، n.s معنی‌دار نیست
^{ns}= Non Significant at 0.05 probability level and *, ** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively

جدول ۱۱- اثر متقابل سال × پایه بر روی صفات رویشی ارقام گلابی
Table 11- Interaction effect of year × rootstock on vegetative characteristic of pear cultivars

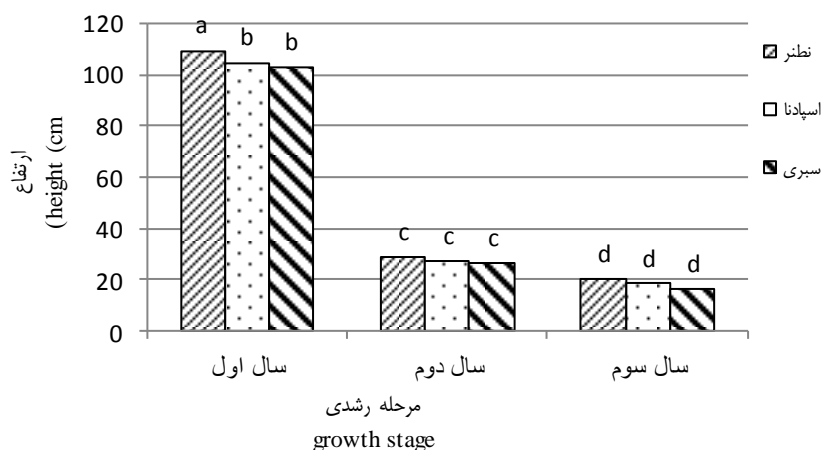
مرحله رشدی	پایه Rootstock	میانگین مربعات Mean of Squares		
		سطح مقطع تنه TCSA	طول شاخه جانبی Lateral branch length	ارتفاع Height
سال اول	پیروودوارف Prodwarf	14.6 ab	199.6 de	107 b
	ا.و.ا.ف. OHF	14.6 ab	209.6 cd	106.4 b
	کوینس سی Quince c	11.5 cd	172.6 fg	91.8 c
	دانه‌پال Seedling	16.7a	230.9 c	116.4 a
سال دوم	پیروودوارف (Pyrodwarf)	9.4cde	262.7 b	23.4 e
	ا.و.ا.ف. (OHF)	9.1 de	270 b	23.3 e
	کوینس سی (Quince c)	8.1 ef	210.5 cd	18.7 f
	دانه‌پال (Seedling)	11.9bc	310.3 a	45 d
سال سوم	پیروودوارف (Pyrodwarf)	5.6 fg	179.6 efg	15.2 f
	ا.و.ا.ف. (OHF)	5.6 fg	188.6 def	18.5 f
	کوینس سی (Quince c)	4.6 g	155.3 g	14.8 f
	دانه‌پال (Seedling)	10.8 cde	311.7 a	25.1 f

حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪ با استفاده از آزمون LSD می‌باشند
 Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

طول شاخه جانبی

در هر سه سال انجام تحقیق، پیوندک تأثیر معنی داری بر افزایش طول شاخه جانبی نداشت (جدول ۱۰). درحالی که اثر پایه بر سطح احتمال ۱٪ معنی دار بود. در این تحقیق ارقام پیوند شده روی پایه دانهال گلابی دارای شاخه‌های طولی تری نسبت به پایه کوینس و گلابی بودند (جدول ۱۱). میزان افزایش طول شاخه‌های جانبی در تمام پایه‌ها طی سال دوم نسبت به سال اول افزایش بیشتری داشت اما در سال سوم پایه‌های گلابی (ا.ا.چ.اف. و پیروودوارف) و پایه کوینس افزایش کمتری نسبت به سال اول و دوم داشتند درحالی که میزان افزایش رشد در پایه دانهالی در سال سوم مشابه سال دوم بود. افزایش کمتر طول شاخه‌های جانبی در پایه‌های رویشی می‌تواند به دلیل ظهور جوانه‌های گل و رسیدن به مرحله انتقال از نونهالی به بلوغ باشد.

اثر پایه و پیوندک هر دو روی ارتفاع درخت در طی سه سال معنی دار بود (جدول ۱۰). در هر سه سال اجرای طرح، پایه رویشی کوینس کمترین ارتفاع را داشت و بیشترین ارتفاع درخت مربوط به پایه دانهال گلابی بود (جدول ۱۱). دو پایه رویشی گلابی (پیروودوارف و ا.ا.چ.اف.) ارتفاع حد واسط را داشته ولی اختلاف معنی داری با هم نشان ندادند. ارقام پیوندی نیز از نظر تأثیر روی ارتفاع گیاه در سال اول باهم اختلاف داشتند به طوری که بدون توجه به پایه بیشترین ارتفاع مربوط به پیوندک رقم نطنز و کمترین مربوط به سبری بود (شکل ۶). دلیل افزایش کمتر ارتفاع درختان در سال اول به منظور حذف غالبیت انتهایی و تحریک تولید شاخه جانبی می‌باشد. با توجه به نمودار ارتفاع تمام ارقام در طول سه سال روی پایه‌های مختلف روند صعودی داشته اما میزان تأثیر پایه روی کاهش ارتفاع درخت در طول سه سال متفاوت بود (جدول ۱۱).



شکل ۶ - اثر سال × رقم بر ارتفاع درخت ارقام گلابی

Figure 6- Effect of year × cultivar on height of pear cultivar tree

Means which follow the same letter, are not statistically different at 5% probability level based on LSD test

ارتفاع

سطح مقطع تنه

هر دو فاکتور پایه و پیوندک روی سطح مقطع تنه درخت تأثیر معنی داری داشتند (جدول ۱۰) به طوری که در پایان هر سه سال ارقام پیوندی روی پایه بذری دارای بیشترین سطح مقطع تنه و ارقام روی پایه کوینس کمترین قطر را داشتند دو پایه رویشی گلابی باهم اختلاف معنی داری نداشتند (جدول ۱۱).

نورث و همکارانش (۱۸) و همچنین وستود و روبرت (۳۳) خصوصیات مهم مؤثر بر پاکوتاهی را سطح مقطع تنه، ارتفاع درخت و طول شاخه‌های جانبی رشد کرده اعلام نموده‌اند.

پایه کوینس c در سال سوم آزمایش بر اساس سطح مقطع تنه دارای بیشترین میزان پاکوتاهی نسبت به پایه‌های بذری گلابی بود (۳۸/۷٪) این نسبت بر اساس ارتفاع ۳۱/۱٪ و بر اساس طول شاخه جانبی ۵۰/۲ درصد می‌باشد. اگرچه میزان کاهش سرعت رشد در ماه برای پایه کوینس نسبت به پایه‌های دیگر کمتر می‌باشد، با این وجود پایه کوینس باعث ۴۸/۵ درصد کاهش سرعت رشد نسبت به دانهال بذری شده است. میلد و همکارانش (۱۶) نیز با مقایسه پایه‌های کوینس و پیروودوارف نتیجه گرفتند که پایه‌های کوینس نسبت به پیروودوارف پاکوتاه‌تر می‌باشند.

نتایج تحقیق در طی سه سال پیاپی نشان داد که اگرچه پایه‌های

را تنها ۶٪ بیشتر از پیروودوارف اعلام نموده است که این اختلاف می‌تواند به خاطر اختلاف در رشد ارقام پیوندی باشد.

اثر پیوندک نیز معنی‌دار بود بیشترین سطح مقطع تنه مربوط به رقم نطنز و کمتری مربوط به سبری بود. اثر متقابل پایه و پیوندک نیز بر سطح مقطع تنه تنها در سال دوم آزمایش معنی‌دار بود. با توجه به نمودار رقم نطنز روی تمام پایه‌ها از سطح مقطع بیشتری برخوردار می‌باشد. تمام ارقام روی پایه به از سطح مقطع کمتری برخوردار بودند در این بین رقم نطنز کاهش آشکاری از نظر سطح مقطع تنه روی پایه کوینس داشت با توجه به اینکه سطح مقطع تنه به‌عنوان یک شاخص مهم رشد در نظر گرفته می‌شود با قطعیت می‌توان به کاهش رشد ارقام روی پایه کوینس و پیروودوارف نسبت به ارقام بذری اذعان نمود. تأثیر پایه روی رشد رویشی از طریق تأثیر بر زمان باز شدن جوانه‌های رویشی، سرعت رشد رویشی شاخه، تاریخ خزان در پاییز، عادت شاخه دهی، زاویه شاخه دهی و همچنین تغییر در توزیع مواد معدنی و کربوهیدرات‌ها می‌باشد (۱۱، ۱۷، ۲۹ و ۳۰).

سینج کامبوج و کوینس لند (۲۳) اعلام نمودند که تأثیر پایه روی رشد رویشی پیوندک به‌وسیله هورمون‌های CKIAA و اکسین می‌باشد. آن‌ها اعلام نمودند که پایه‌های پر رشد دارای میزان اکسین بیشتری بوده انتقال قطبی نیز بیشتر اتفاق می‌افتد نسبت به پایه‌های کم‌رشد. همچنین میزان سیتوکینین در شیره اندام‌های هوایی و شیره استخراج شده از پایه‌های پر رشد بیشتر می‌باشد؛ و در نهایت میزان هورمون بازدارنده رشد ABA در پوست اندام‌های هوایی تحت تأثیر پایه قرار می‌گیرد. تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که پایه و پیوندک اثری بر زمان باز شدن جوانه‌های رویشی نداشت. واتسون و همکارانش (۲۸) که در مورد تأثیر پایه‌های رویشی گلابی بر خصوصیات رویشی پیوندک تحقیق می‌کردند نیز اعلام نمودند که پایه تأثیری بر زمان باز شدن جوانه‌ها روی محور مرکزی درخت پیوندی نداشت.

در این تحقیق افزایش شاخص کلروفیل در ارقام پیوندی روی پایه پیروودوارف نسبت به سایر پایه‌ها مشاهده شد که تأیید کننده تحقیقات قبلی انجام شده در مورد قابلیت جذب عناصر غذایی توسط پایه‌های مختلف درختان میوه و همچنین پیروودوارف می‌باشد. تفاوت در میزان کلروفیل برگ پیوندک روی پایه‌های مختلف بستگی به توانایی پایه برای جذب و انتقال عناصر غذایی به شاخه دارد (۹). علاوه بر این بیشتر بودن کربوهیدرات در اندام‌های هوایی می‌تواند دلیل بیشتر بودن میزان رنگ‌دانه‌های برگ در این پایه نسبت به پایه‌های دیگر باشد. اگرچه که پایه تأثیری بر تعداد نقاط رویشی روی شاخه‌های جانبی نداشت و تعداد شاخه رشد نموده متأثر از رقم پیوندک بود ولی تأثیر پایه بر طول شاخه‌های تولیدشده روی پیوندک معنی‌دار بود. پایه‌های پر رشد تولیدکننده شاخه‌های رویشی طول‌تری

رویشی گلابی (پیروودوارف و او.ا.ج.اف) رشد رویشی کمتری نسبت به پایه دانه‌الی داشتند اما نسبت به پایه کوینس c که در باغات متراکم مورد استفاده قرار می‌گیرد از رشد رویشی بیشتری برخوردار می‌باشند. پایه پیروودوارف نسبت به پایه او.ا.ج.اف از رشد رویشی کمتری برخوردار بود ولی از نظر آماری باهم اختلاف معنی‌داری نداشتند. میزان تأثیر پاکوتاهی پایه‌های رویشی گلابی مورد استفاده در این تحقیق بر اساس دو خصوصیت سطح مقطع تنه و ارتفاع درخت از سال اول با ۱۲/۵٪ برای پیروودوارف و ۱۰/۵٪ برای او.ا.ج.اف شروع و تا سال سوم با تأثیر پاکوتاهی ۲۴/۹٪ برای هر دو پایه ادامه داشت اما تأثیر پایه کوینس روی پاکوتاهی درختان پیوندی در سال اول تا سوم از یک‌روند یکسان حدود ۳۱٪ تا ۴۲٪ برخوردار بود که نشان‌دهنده تأثیر بیشتر و سریع‌تر این پایه روی پاکوتاهی درختان نسبت به پایه‌های رویشی گلابی می‌باشد. تأثیر پاکوتاهی بر ارتفاع درخت نیز تا حدودی مشابه تأثیر روی سطح مقطع تنه می‌باشد، به طوری که در پایه‌های پیروودوارف و او.ا.ج.اف. میزان تأثیر در طی سال اول و دوم کم بوده ولی در سال سوم کاملاً فاحش می‌باشد درحالی که در پایه کوینس تأثیر پاکوتاهی در سال اول بسیار زیاد بود.

پاکوتاه‌ترین پایه، پایه کوینس بود اما میزان کاهش رشد با توجه به کولتیوار پیوندک متفاوت بود. ادگار هک و همکارانش نیز با بررسی پایه‌های کوینس و گلابی در سه مکان مختلف نتیجه گرفتند که پایه کوینس c و پیروودوارف از جمله کوتاه‌ترین پایه‌های گلابی می‌باشند (۱۰). تأثیر در رشد رویشی پیوندک توسط پایه می‌تواند از طریق تغییر در تقسیم‌بندی مواد غذایی از سمت اندام‌های رویشی به سمت اندام‌های زایشی می‌باشد. بافت محل پیوند نیز در ایجاد تغییر روی رشد رویشی پیوندک از طریق محدود کردن جریان آب و مواد غذایی از ریشه به شاخه و یا انتقال مواد معدنی و تنظیم‌کننده‌های رشد مانند سیتوکینین در آوند چوبی ساقه انجام می‌دهد. این تغییرات آناتومیکی ممکن است در نتیجه محدود کردن حرکت قطبی اکسین در محل پیوند نیز باشد (۱).

با توجه به جدول ۱۰ با افزایش طول عمر پایه‌ها میزان تأثیر پایه روی سطح مقطع تنه نهال پیوندی افزایش می‌یابد. این افزایش تأثیر پایه روی کنترل رشد رویشی در مورد پایه‌های گلابی مخصوصاً در سال سوم بیشتر مشاهده می‌شود، اما پایه کوینس از همان سال اول تأثیر فاحشی روی کاهش سطح مقطع تنه داشته است. در این تحقیق در پایان سال سوم میزان کاهش رشد محاسبه شده بر اساس سطح مقطع تنه در پایه‌های کوینس c به میزان ۳۸٫۷ درصد نسبت به پایه‌های بذری گلابی می‌باشد که در مقایسه با کاهش رشد ایجاد شده توسط پایه پیروودوارف (۲۴ و ۹) ۳۵٪ بیشتر می‌باشد درحالی که جاکوب (۱۳) با مقایسه پایه‌های کوینس و پیروودوارف که به‌عنوان پایه برای گلابی بارلت انتخاب شده بودند میزان پاکوتاهی کوینس c

کلروفیل بهتری نسبت به پایه بذری و کوینس C بودند. میزان پاکوتاهی القاء شده توسط پایه‌های رویشی گلابی کمتر از پایه کوینس C بود، بنابراین در زمان احداث باغ می‌بایست بافاصله بیشتری نسبت به پایه‌های کوینس کشت شوند. پایه‌های رویشی گلابی سازگاری خوبی را در طی سه سال با ارقام پیوندی نطنز و اسپادانا نشان دادند اما میزان سازگاری با رقم سبری کمتر بود.

نسبت به پایه‌های پاکوتاه بودند. در بین ارقام گلابی رقم سبری درصد زنده‌مانی کمتری نسبت به سایر ارقام روی تمام پایه‌ها به‌جز پایه دانه‌الی گلابی داشت که نشان‌دهنده ناسازگاری این رقم با پایه‌های رویشی گلابی و کوینس می‌باشد. نتایج تحقیق در طی سه سال نشان داد که پایه‌های رویشی گلابی پیروودوارف و او.اچ.اف باعث پاکوتاهی درختان پیوندی نسبت به پایه دانه‌الی می‌شوند. این پایه‌ها علاوه بر پاکوتاهی شاخص

منابع

- 1- Atkinson C. J., and Else M. A. 2003. Enhancing harvest index in temperate fruit tree crops through the use of dwarfing rootstocks. p. 118-131. In: International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems. 19-21 Oct. Accra, Ghana.
- 2- Barritt B.H., Konishi B.S., and Dilley M.A. 1995. Performance of three apple cultivars with 22 dwarfing rootstocks During 8 Seasons in Washington. *Fruit Varieties journal*, 49:158-170.
- 3- Basile B., Marsal J., and DeJong T.M. 2003. Daily shoot extension growth of peach trees growing on rootstocks that reduce scion growth to daily dynamics of stem water potential. *Tree Physiology*, 23:695-704.
- 4- Berman M.E., and DeJong T.M. 1997. Diurnal patterns of stem extension growth in peach (*Prunus persica*): temperature and fluctuations in water status determine growth rate. *Physiologia Plantarum*, 100:361-370.
- 5- Bosa K., Jadczyk-ToBJasz E., and KalaJi M. H. 2016. Photosynthetic productivity of pear trees grown on different rootstocks. *Annali di Botanica*, 6: 1-7.
- 6- Brown C.L., Sommer H.E., and Wetzstein H. 1994. Morphological and histological differences in the development of dwarf mutants of sexual and somatic origin in diverse woody taxa. *Trees*, 9: 61-66.
- 7- Castro H.R., and Rodriguez R.O. 2002. The behavior of quince selections as pear rootstocks for 'Abate Fetel' and 'Conference' pear cultivars in the Rio Negro Valley, Argentina. *Acta Horticulturae*, 596: 363-368.
- 8- Cohen S., and Naor A. 2002. The effect of three rootstocks on water use, canopy conductance and hydraulic parameters of apple trees and predicting canopy from hydraulic conductances. *Plant, Cell and Environment*, 25:17-28.
- 9- Georgio A. 2001. Evaluation of rootstocks for clemantine mandarin in Cyprus. *Scientia Horticulturae*, 93: 29-38.
- 10- Haak E., Kvikly D., and Iepsis J. 2006. Comparison of cydonia and pyrus rootstock in Estonia, Latvia and Lithuania. *Sodininkyste Ir Daržininkystė*. 25(3):322-326.
- 11- Heinicke D. R. 1964. The micro-climate of fruit trees. III. The effect of tree size on light penetration and leaf area in Red Delicious apple tree. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science*, 85: 33-41.
- 12- Higgs K.H., and Jones H.G. 1990. Response of apple rootstocks to irrigation in south-east England. *Journal of Horticultural Science*, 65(2):129-141.
- 13- Jacob H.B. 2002. New pear rootstocks from Geisenheim, Germany. *Acta Horticulturae*, 596: 337-344.
- 14- Kobělus V., Řezníček V., and Salas P. 2007. *Cydonia* Mill. As a pear rootstock and its effect on the young plant quality of pears in the nursery. *Acta Horticulturae*, 732: 233-237.
- 15- Loreti F., and Massai R. 2002. Mipaf targeted project for evaluation of peach rootstock in Italy: results of six years of observation. *Acta Horticulturae*, 592:117-124.
- 16- Meland M., Frøynes O., and Kaiser C. 2014. Performance of 'clara frijs' pear on quince rootstocks growing in a cool, mesic Nordic climate. *Acta Horticulturae*, 1058: 627-631.
- 17- Morinaga K., and Ikeda F. 1990. The effects of several rootstocks on photosynthesis, distribution of photosynthetic product, and growth of young satsuma mandarin trees. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 59: 29-34.
- 18- North N., Kock K., and Booyse B. 2015. Effect of rootstock on 'Forelle' pear (*Pyrus communis* L.) growth and production. *South African Journal of Plant and Soil*, 32(2): 65-70.
- 19- Reed R.C., Brady S.R., and Muday G.K. 1998. Inhibition of auxin movement from the shoot into the root inhibits lateral root development in *Arabidopsis*. *Plant Physiology*. 118(4):1369-1378.
- 20- Salas P., Kobělus V., and Řezníček V. 2007. *Cydonia* Mill. As a pear rootstock and its effect on the young plant quality of pears in the nursery. *Acta Horticulturae*, 732: 233-237.
- 21- Scheible W., Lauerer M., Schulze E., Caboche M., and Stitt M. 1997. Accumulation of nitrate in the shoot acts as a signal to regulate shoot-root allocation in tobacco. *The Plant Journal*, 11:671-691.
- 22- Seleznyova A., Thorp T., White M., Tustin S., and Costes E. 2003. Application of architectural analysis and amapmod methodology to study dwarfing phenomenon: the branch structure of 'royal gala' apple grafted on

- dwarfing and non-dwarfing rootstock/interstock combinations. *Annals of Botany*, 91(6): 665-672.
- 23- Singh Kamboj J., and Quinlan J.D. 1998. The apple rootstock and its influence on endogenous hormones. *Acta Horticulturae*, 463: 143-152.
- 24- Solari L.I., Johnson S., and DeJong T.M. 2006. Relationship of water status to vegetative growth and leaf gas exchange of peach (*Prunus persica*) trees on different rootstocks. *Tree Physiology*, 26: 1333-1341.
- 25- Sotiropoulos T. E. 2006. Performance of the apple cultivar "Golden Delicious" grafted on five rootstocks in Northern Greece. *Agronomy and Soil Science*, 52: 347-352.
- 26- Tagliavini M., Bassi D., and Marangoni B. 1993. Growth and mineral nutrition of pear rootstocks in lime soil. *Scientia Horticulturae*, 54:13-22.
- 27- Tombesi S., Johnson R.S., Day K.R., and DeJong T.D. 2010. Relationships between xylem vessel characteristics, calculated axial hydraulic conductance and size-controlling capacity of peach rootstocks. *Annals of Botany*, 105: 327-331.
- 28- Watson A. E., Seleznyova A.N., Dayatilake G. A., and Stuart T.D. 2012. Rootstocks affect pear (*Pyrus communis*) tree growth through extent of node neof ormation and flowering with key differences to apple. *Functional Plant Biology*, 39: 493-502.
- 29- Webster A. D. 1995. Rootstock and interstock effects on deciduous fruit tree vigour, precocity, and yield productivity. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 23: 373-382.
- 30- Webster A. D. 2004. Vigor mechanisms in dwarfing rootstocks for temperate fruit trees. *Acta Horticulturae*, 658:29-41.
- 31- Weibel A., Johnson R.S., and DeJong T.M. 2003. Comparative vegetative growth responses of two peach cultivars grown on size-controlling versus standard rootstocks. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 128:463-471.
- 32- Wertheim S.J. 2002. Rootstocks for European pear. *Acta Horticulturae*, 596: 299-309
- 33- Westwood M. N., and Roberts A. N. 2000. The relationship between trunk cross-sectional area and weight of apple trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 95: 28-3.



Effects of Vegetative and Seedling Pear Rootstocks on Growth Characteristics and Water Potential of Pear Cultivar

F. Alizade Zarmehri¹- GH. Davary Nejad^{2*}- R. Khorasani³- S.H. Nemati⁴- P. Keshavarz⁵

Received: 16-11-2016

Accepted: 03-07-2017

Introduction: Pear producers around the world are looking for faster return of capital and saving in labor costs, achieved well by high density orchard planting. Choosing a good combination of scion and rootstock is critical for production of fruit trees because the relationship between the rootstock and scion has a decisive effect on plant water relations, leaf gas exchange, plant size, flowering, fruit production, fruit quality and production efficiency. Nowadays in some regions, growers are using quince rootstock for pear orchard establishment. Using the quince rootstock alleviates many problems in pears orchard, but graft incompatibility between pear scion and the quince rootstock, and resistance to frost and alkaline soils are some problems restricting the use of this rootstock. In most pear-producing regions in Iran, pear seedling is used for pear propagation. Due to the problems of pear including overgrowth and late precocity (after 4 -5 years), this research evaluated the effects of pear clonal rootstock (*Pyrodwarf*, *OHF* and *Quince c*) on some growth characteristics in comparison to pear seedling (*Pyrus communis*).

Materials and Methods: This research was conducted during 3 years from 2014-2016 in Chenaran (36.6, 59.1) in northeast of Mashhad. Maximum and minimum temperatures were 40 and -22 °C, respectively, elevation 1176m and the average annual rainfall 240mm. The same tissue culture rootstocks from two cultivar *Pyrodwarf* and *OHF* with *Quince* rootstock and annual seedling from *Dragazi* pear were selected in August 2013 and T-budded with three commercial cultivars *Spadona*, *Ntanz* and *Sebri*. In the spring of 2014, after relieving frost danger, the trees were planted in field with row space 4×2m. In order to investigate dwarfing effect of rootstock on scion cultivar, some important vegetative factors that represent dwarfing effect of rootstock including trunk cross sectional area, height of tree, amount of lateral branch growth, tree growth rate during growth season, mean of growing buds on each lateral branch, and stem and leaf water potential were measured. This test was conducted in factorial based on randomized complete block design with 4 replications. Each plot was included one hybrid combination. MSTATC and Excel software were used for data analysis, and differences among means were compared by using LSD test.

Results and Discussion: Different rootstocks did not show any significant difference in terms of leaf water potential. Leaf water potential during the seasons had a constant time course about scion cultivar on all rootstock so while temperatures rise throughout the season it reduced the amount of leaf water potential. The effect of cultivar was significant on leaf water potential so that the highest water potential was related to *Ntanz* and the least water potential was related to *Serbi* cultivar. The effect of rootstock and scion both on stem water potential was significant. Therefore the highest and lowest stem water potential was recorded for cultivars grafted onto the seedling and quince rootstock, respectively. In this study, a significant relationship was observed between minimum stem water potential (mid-day) and branch growth rate during the growing season. With reducing stem water potential as a result of temperature increase, the amount of branch growth reduced. The effect of both scion and rootstock on chlorophyll index was significant. In this investigation, all 4 rootstocks had different effects on chlorophyll index. The highest chlorophyll index was related to cultivar *Ntanz* and the least was related to *Spadona*. *Sebri* had medium chlorophyll index. Rootstock effect on vegetative growth of the scion was not significant but the effect of scion was significant at 5% level. Pear seedlings with vigorous growth had more long branches than other rootstocks. In the present research, seedling rootstock also induced higher growth of lateral branches. Furthermore, quince rootstock induced the least growth of lateral branch during 3 years of the investigation. In addition, quince rootstock had the minimum tree height and pear seedling had the maximum tree height. Internode length in dwarfing rootstock was less than seedling. Both scion and rootstock had significant effect on trunk sectional area so that at the end of three years, cultivars grafted on seedling rootstock had the highest trunk cross sectional area, and cultivars on quince rootstock had the lowest TCSA. Two

1, 2 and 4- Ph.D. Student, Professor and Associate Professor, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran, Respectively

(*- Corresponding Author Email: davarynej@um.ac.ir)

3- Associate Professor, Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran

5- Associate Professor, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Mashhad

vegetative pear rootstocks (Pyrodwarf and OHF) did not show significant difference from each other. Pyrodwarf and OHF rootstock showed good compatibility with Natanz and Spadona scions like seedling rootstock. On the other hand, the survival percentage on quince rootstock was really low.

Conclusion: This investigation showed that pear rootstock had less vegetative growth than seedling rootstock and induced dwarfing effect on scion growth during 3 years but quince rootstock had more dwarfing effect.

Keywords: Dwarfing effect, OHF, Pyrodwarf, Quince c