

اثر زمان و روش پیوند بر میزان گیرایی پیوند دو رقم تجاری گردو روی پایه بذری در شرایط گلخانه

Effect of Grafting Time and Method on Grafting Success Rate of Two Commercial Walnut Cultivars on Seedling Rootstock under Greenhouse Conditions

اسعد وهابی هاشم آباد^۱، حمید حسن پور^{۲*}، رضا رضایی^۳، سهیلا نوجوان^۴

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- ۲- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.
- ۳- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.
- ۴- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۸

چکیده

وهابی هاشم آباد، ا.، حسن پور، ح.، رضایی، ر. و نوجوان، س. ۱۴۰۲. اثر زمان و روش پیوند بر میزان گیرایی پیوند دو رقم تجاری گردو روی پایه بذری در شرایط گلخانه. نهال و بذر ۳۹: ۱۴۴-۱۲۱.

با هدف افزایش میزان گیرایی پیوند، تقویت قدرت رشد نهال پیوندی، کاهش سرمازدگی نهال‌های پیوندی و کاهش مدت زمان و هزینه دوره تولید نهال، پژوهشی به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در گلخانه پلاستیکی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در ارومیه در سالهای ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش پیوند در سه سطح: زبانه ای، قاشی و شکمی (تی)، زمان پیوند در دو سطح: فروردین و خرداد و پیوندک (رقم) در دو سطح: چندلر و فراتکت. نتایج نشان داد که اثر تیمارها بر میزان گیرایی اولیه پیوند، درصد گیرایی نهایی پیوند، رشد رشد طولی و قطری نهال گردو پیوندی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود. بیشترین درصد گیرایی نهایی پیوند مربوط به پیوند شکمی (تی) با ۵۸/۳۳ درصد و پس از آن پیوند زبانه‌ای با ۳۸/۳۳ درصد و در نهایت پیوند قاشی با ۳۱/۶۶ درصد بود. از نظر زمان پیوند، بیشترین درصد گیرایی نهایی پیوند (۶۴/۴۵ درصد) مربوط به پیوند در فروردین بود. همچنین برهمکنش روش پیوند × زمان پیوند × رقم بر درصد گیرایی نهایی پیوند معنی دار بود. بیشترین درصد گیرایی نهایی پیوند (۸۳/۳۳ درصد) مربوط به روش پیوند شکمی (تی) و رقم چندلر در خرداد بود.

واژه‌های کلیدی: گردو، رقم چندلر، درصد گیرایی نهایی پیوند، پیوند شکمی، پیوند زبانه ای.

مقدمه

(Rezaee and Naghilou, 2016).

علی رغم پیشرفت‌های علمی در زمینه بیوتکنولوژی و کشت بافت، ازدیاد گردو از طریق پیوند مهمترین راه عملی و تجاری ازدیاد ارقام و ژنوتیپ‌های برتر گردو در سطح دنیا به شمار می‌رود (Kuniyuki and Forde, 1985). در ارتباط با پیوند گردو تحقیقات زیادی در کشورهای مختلف جهان صورت گرفته است. میزان گیرایی پیوند در این روش‌ها بسیار متغیر بوده است و به عوامل مختلف درونی و بیرونی شامل ژنوتیپ پایه و پیوندک، درصد رطوبت، ذخایر غذایی و سطوح هورمونی پیوندک، وضعیت فیزیولوژیک درختان مادری، روش و زمان پیوند، دما و رطوبت نسبی محیط در زمان پیوند، مواد فنلی (Phenolic compounds) و فشار ریشه‌ای (Root pressure) بستگی دارد (Vahadati et al, 2009). در این میان فشار ریشه‌ای و مواد فنلی بیشترین سهم را در کاهش گیرایی پیوند گردو دارند.

مواد فنلی که به عنوان عوامل دفاعی بر علیه آفات و بیماری‌ها در داخل گیاه ساخته می‌شوند، در جریان پیوند اکسید شده و با تشکیل رادیکال‌های آزاد و یا در ترکیب با مواد پروتئینی در محل پیوند (پیوندگاه) (Graft union) با ایجاد نواحی تیره رنگ مانع از جوش خوردن پیوندگاه می‌شوند (Rezaee and Naghilou, 2016). با وجود موفقیت آمیز بودن روش‌های پیوند گردو در شرایط کنترل شده موسوم به پیوند هات

بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی جهان در سال ۲۰۲۱، ایران با حدود ۱۵۴ هزار هکتار سطح زیر کشت و تولید ۳۸۷ هزار تن با بیش از ۱۱ درصد از تولید جهان (۳۵۰۰ هزار تن) پس از چین و آمریکا، سومین کشور تولیدکننده گردو در جهان بود (FAO, 2022). ازدیاد جنسی گردو طی سالیان متمادی در ایران سبب خلق تنوع ژنتیکی عظیمی در صفات عمومی درخت و خصوصیات کمی و کیفیت میوه شده است (Rezaee and Naghilou, 2016).

برای دستیابی به بازارهای جهانی و افزایش تولید گردو لازم است که بهره‌وری و میزان تولید حداقل به دو برابر میزان فعلی افزایش یابد تا علاوه بر تامین نیازهای داخلی رو به رشد، مازاد محصول به بازارهای سایر کشوره صادر شود (Afshari, 2010). گام مهم در این راه، شناسایی ژنوتیپ‌های پر محصول با کیفیت مطلوب محصول و ازدیاد انبوه آنها از طریق پیوند می‌باشد (Soleimani et al., 2009). مهمترین موانع صادرات محصول گردو در بازارهای خارجی میزان بالای تقاضای داخلی و بالا بودن قیمت محصول در داخل نسبت به خارج، کاهش توازن سطح زیر کشت نسبت به رشد جمعیت، عدم یکنواختی اندازه و کیفیت مغز گردو و سایر صفات ظاهری میوه می‌باشند که ناشی از کاشت درختان با منشأ بذری و استفاده از ارقام با عملکرد پایین می‌باشد

شد و کاهش میزان خسارت سرمازدگی (۱۱/۶ درصد در مقابل ۲۹/۴ درصد) در سرشاخه‌های نهال پیوندی شد.

راهکار دیگر برای افزایش میزان گیرایی پیوند، انجام پیوند در محیط‌های کنترل شده مثل گلخانه است که در کشور ایران با توجه به توسعه روزافزون محیط‌های گلخانه‌ای از اهمیت خاصی برخوردار است. تولید نهال گردو در یک گلخانه با سازه‌های سبک و کم هزینه می‌تواند هم سبب افزایش میزان گیرایی پیوند شود و هم میزان سرمازدگی نهال‌های پیوندی را کاهش دهد. بر اساس تجربیات اولیه، رشد نهال گردو در گلخانه نسبت به هوای آزاد سه برابر بیشتر می‌شود و درصد پیوند جوانه و رشد متعاقب پیوندک بسیار افزایش می‌یابد که لازم است تحقیقات بیشتری در این زمینه انجام شود. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2007) با ارزیابی سه روش پیوند گردو وصله‌ای، قاشی و شکمی در شرایط گلخانه در نیریز استان فارس گزارش کردند که هر سه روش پیوند در مقایسه با هوای آزاد میزان گیرایی بیشتری داشتند.

بنابراین برای افزایش درصد گیرایی پیوند، تقویت قدرت رشد نهال پیوندی، کاهش سرمازدگی نهال‌های پیوندی و نیز کاهش مدت زمان و هزینه دوره تولید نهال، این پژوهش با هدف بررسی اثر روش‌ها و زمان‌های مختلف پیوند، بر میزان گیرایی و رشد پیوند دو رقم تجاری گردو بر روی پایه بذری در

کالوس (Hot callus grafting)، این روش‌ها در مقیاس وسیع پرهزینه و تخصصی بوده و به این ترتیب ارائه یک راهکار و روش کم هزینه و مؤثر تولید نهال پیوندی گردو عملی برای باغداران و نهال‌کاران حائز اهمیت است (Vahdati, 2003).

علاوه بر میزان پایین گیرایی پیوند، سرمازدگی نهال‌های پیوندی گردو به عنوان دومین مشکل تولید نهال پیوندی در نهالستان فضای باز محسوب می‌شود (Afshari, 2010; Ebrahimi et al., 2007). اکثر نهال‌های پیوندی در برخورد با اولین سرمای پاییزه از محل پیوند دچار سوختگی شده و در نتیجه بازده تولید نهال پیوندی به خصوص برای پیوندهای جوانه انجام شده در تابستان در هوای آزاد به طور مایوس کننده‌ای کاهش می‌یابد. از این رو، ارائه راهکارهایی برای کاهش تلفات سرمازدگی نهال‌های پیوندی از اهمیت خاصی برخوردار است. در این خصوص تحقیقات کاربردی بسیار محدود است. رضایی و نقی‌لو (Rezaee and Naghilou, 2016) ضمن تأکید بر این مشکل، در پژوهشی اثر روش پیوند و زمان پیوند و تقویت غذایی نهال‌ها در هوای آزاد را با عناصر ریز مغذی بررسی نمودند و نتیجه‌گیری کردند کمترین درصد سرمازدگی سرشاخه‌ها نیز در پیوند زنی و اسکنه‌ای مشاهده شد. محلول‌پاشی عناصر کلسیم، بور و روی در مقایسه با شاهد سبب افزایش معنی‌دار عناصر فوق در بافت

شرایط گلخانه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه پلاستیکی با دمای ۲۶-۲۷ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۹۰-۹۵ درصد در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی در ارومیه در سالهای ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شامل روش پیوند در سه سطح (زبانه ای، قاشی و تی)، زمان پیوند در دو سطح (فروردین و خرداد) و پیوندک (رقم) در دو سطح (چندلر و فرانکت). کشت بذر در سال ۱۳۹۵ و عملیات پیوند روی پایه‌های بذری یک ساله انجام شد. مواد گیاهی شامل پایه‌های بذری یک ساله که قبلاً در گلخانه مستقر شده بودند و پیوندک شامل دو رقم تجاری خارجی گردو چندلر و فرانکت از باغات مادری تهیه شدند. در این پژوهش از سه روش پیوند (قاشی، زبانه‌ای و شکمی) در دو زمان اول بهار (نیمه اول فروردین) و اواخر بهار (نیمه دوم خرداد) استفاده شد.

پیوندک‌ها در فصل زمستان، از شاخه‌های متوسط سالم و خشبی با مقطع مدور و با اندازه مغز کم و از نظر قطر مشخصات ظاهری یکنواخت تهیه گردید. این شاخه‌ها بعد از ضد عفونی با بنومیل دو در هزار در بسته بندی‌های ۱۵ الی ۲۰ تایی در پارچه‌ها روزنامه

مرطوب پیچیده و در داخل پلاستیک بسته بندی و تا زمان مورد استفاده در دمای ۲-۴ درجه سانتیگراد در یخچال نگهداری شدند. در مورد پیوندک‌های آخربهار از شاخه‌های فصل جاری استفاده شد. برای دقت بیشتر پیوند زنی توسط یک نفر اجرا شد و با نوار پیوندی پوشش داده شدند. مراقبت‌های باغی لازم در طول فصل رشد شامل وجین، آبیاری، باز کردن نوار پیوندی، پاجوش زنی و کود سرک برای کلیه تیمارها بطور یکسان اجرا شدند.

برای پیوند زبانه‌ای، پایه یک هفته قبل از انجام پیوند برای کنترل شیره گیاهی سر برداری شد. سپس در هفته اول فروردین سر پایه از ارتفاع ۱۵-۱۰ سانتیمتری سطح خاک به طور مورب قطع شد. این عمل در بخش تحتانی پیوندک نیز به طور مشابه اجرا گردید. برش‌ها با چاقوی بسیار تیز و حتی الامکان یک ضرب انجام شد. سپس از فاصله ی یک سوم از برش‌های مذکور از پایه و پیوندک دو برش معکوس به صورت زبانه‌ای در نقطه‌ای حدود یک سوم فاصله از بالای برش اول و با طولی معادل نصف طول آن زده شد. به طوری که در سطح بریده شده پایه و پیوندک زبانه‌ای ایجاد گردید. سپس پایه و پیوندک را روی هم گذاشته به طوری که کامبیوم پایه و پیوندک روی هم قرار گرفتند و زبانه‌ها در داخل شکاف‌ها قرار گرفته و محکم شدند. پیوند زبانه‌ای در اواخر خرداد نیز مشابه فروردین

انجام شد با این تفاوت که اولاً در اواخر که از شاخه‌های فصل جاری پیوندک تهیه شد.

در پیوند قاشی، روش انجام این پیوند به این شکل بود که در محل صاف روی پایه و به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر از سطح خاک با چاقوی پیوندزنی برشی مورب تا عمق چند میلیمتری چوب پایه ایجاد شد. از فاصله‌ی حدود سه سانتیمتر بالاتر از این زخم، با برش طولی تا محل برش قبلی مقداری از پوست و چوب همانند تراشه جدا و حذف گردید. پیوندک شامل تراشه‌ای از پوست توأم با مقداری چوب که با یک جوانه با همان روش از شاخه پیوندک برداشته و روی پایه آن چنان قرار داده شد که کاملاً زخم پایه را بپوشاند و یا حداکثر تماس ممکن بین کامبیوم پیوندک و کامبیوم پایه برقرار گردد. بعد از انجام پیوند، پیوندک با نوار پلاستیکی بسته شد. زمان انجام پیوند نیمه اول فروردین قبل از آغاز رشد گیاهی بود و پیوندک‌ها از شاخه‌های نگه‌داری شده در سردخانه استفاده شد. پیوند قاشی در خرداد نیز مشابه فروردین انجام شد با این تفاوت که اولاً در اواخر خرداد اجرا شد و ثانیاً از شاخه‌های فصل جاری پیوندک تهیه شد.

در پیوند شکمی (تی)، در فروردین روی پایه‌ها یک شکاف بصورت T باز شد و سپس پیوندک از روی شاخه یکساله بصورت یک جوانه همراه با کمی پوست برداشته و در زیر

شکاف باز شده مستقر و در نهایت با نوار پیوند بسته شدند. چون در این زمان رشد شاخه فصل جاری کافی نبود، الزاماً از پیوندک‌های در دوره خواب و نگهداری شده در سردخانه استفاده شد. پیوندک‌ها ۴۸ ساعت قبل از انجام پیوند از کیسه بیرون آورده شده و در آب قرار داده شدند تا پوست آنها راحت‌تر جدا شود. پانزده روز پس از گرفتن پیوند محل پیوند سربرداری کامل پایه انجام شد تا رشد پیوندک تحریک شود. پیوند تی در خرداد مشابه فروردین انجام شد با این تفاوت که اولاً در اواخر خرداد اجرا شد و ثانیاً از شاخه‌های فصل جاری پیوندک تهیه شد.

بعد از انجام پیوند مراقبت‌های باغی انجام شد و وضعیت نهال‌ها و پیوندها بررسی و یادداشت برداری‌های مورد نظر انجام گردید. صفات مختلفی از قبیل میزان گیرایی ۲۱ روز بعد از پیوند، درصد گیرایی نهایی در آخر فصل رشد، قطر پیوندک رشد کرده و طول پیوندک رشد کرده اندازه‌گیری و ثبت شدند. برای تعیین میزان گیرایی نهایی در اواخر فصل رشد تعداد پیوندهای موفق هر کرت که شامل ۵ اصله نهال بود، بررسی شد و به پیوند موفق امتیاز یک و به پیوند ناموفق عدد صفر داده شد و درصد گیرایی واحد آزمایشی (کرت) تعیین گردید.

با توجه به وجود مقادیر صفر در داده‌ها، ابتدا قبل از تجزیه واریانس داده‌ها تبدیل جذری شدند، سپس با استفاده از نرم افزار SPSS

بیشتری در مقایسه با پیوند قاشی برخوردار بود. میزان گیرایی اولیه پیوند در پیوند زبانه‌ای بیشتر از پیوند قاشی بود (جدول ۲). دلیل میزان گیرایی کمتر در پیوند قاشی می‌تواند خشک شدن پیوند بدلیل اتصال سست پیوندک در پیوند قاشی باشد. بیشترین میانگین درصد گیرایی نهایی پیوند مربوط به پیوند تی با ۵۸/۳۳ درصد و پس از آن پیوند زبانه‌ای با ۳۸/۳۳ درصد و در مرتبه سوم پیوند قاشی با ۳۱/۶۶ درصد) بود (جدول ۲).

نتایج پژوهش حاضر در خصوص میزان گیرایی اولیه و نهایی پیوند با نتایج ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2007) موافقت داشت. این پژوهشگران سه روش پیوند وصله‌ای، قاشی و شکمی را در داخل گلخانه بررسی و مقایسه و گزارش کردند که بیشترین درصد گیرایی مربوط به پیوند وصله‌ای (۹۱ درصد) و پس از آن پیوند شکمی (۳۱ درصد) و کمترین درصد گیرایی مربوط به پیوند قاشی (۱۹ درصد) بود. نتایج پژوهش حاضر با یافته‌های اوزکان و گوموس در ترکیه (Ozkan and Gumus, 2001) در خصوص کارایی بالای پیوند زبانه‌ای و قاشی در اوایل بهار نیز مطابقت دارد. بر اساس نتایج خواجه علی و محمدخانی (Khajeali and Mohammadkhani, 2014) در مورد گردو نیز بالاترین درصد گیرایی پیوند مربوط به پیوند شکمی (۱۰۰ درصد) بود که با نتایج پژوهش حاضر هم خوانی داشت.

تجزیه واریانس انجام شد. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار SPSS و اکسل رسم شدند.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر روش پیوند، زمان پیوند و نوع رقم (پیوندک) بر میزان گیرایی اولیه پیوند، درصد گیرایی نهایی پیوند، رشد قطری و رشد طولی نهال گردو در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۱). این به مفهوم کارایی کاملاً متفاوت روش‌های مختلف پیوند بر میزان گیرایی و سایر صفات مورد نظر بود و نشان داد که بین نهال‌های پیوندی ارقام چندلر و فرانکت حاصل از روش‌ها و زمان‌های متفاوت از نظر میزان گیرایی و قدرت رشد تفاوت معنی‌داری وجود داشت.

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد گیرایی اولیه پیوند مربوط به پیوند شکمی (تی) (۷۷/۵ درصد) و پس از آن به پیوند زبانه‌ای (۶۳/۳۳ درصد) و در مرتبه سوم به پیوند قاشی (۶۲/۵ درصد) بود (جدول ۲). اگر چه از نقطه نظر درصد گیرایی اولیه پیوند بین پیوند زبانه‌ای و قاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، ولی با در نظر گرفتن درصد گیرایی نهایی، تفاوت معنی‌داری بین این دو روش پیوند وجود داشت که نشان می‌دهد پیوند زبانه‌ای از کارایی

جدول ۱- تجزیه واریانس برای اثر روش پیوند و زمان پیوند بر میزان گیرایی پیوند، رشد طولی و قطری پیوندک دو رقم گردو در شرایط گلخانه

Table 1. Analysis of variance for the effect of grafting method and time on the grafting success rate, scion length and diameter growth of two walnut cultivars under greenhouse conditions

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	درصد گیرایی اولیه پیوند Early grafting success rate (%)	درصد گیرایی نهایی پیوند Final grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Grafting method (GM)	روش پیوند	2	3.34**	33.13**	1.02**	1.68**
Grafting time (GT)	زمان پیوند	1	20.04**	193.58**	12.56**	8.69**
Cultivar (C)	رقم	1	2.50**	21.47**	0.18**	0.80**
GM × GT	روش پیوند × زمان پیوند	2	2.49*	45.73**	2.58**	4.25**
GM × C	روش پیوند × رقم	2	0.56*	2.47**	0.32**	1.01**
GT × C	زمان پیوند × رقم	1	0.38	0.05	0.04	0.002
GM × GT × C	روش پیوند × زمان پیوند × رقم	2	1.96*	2.46**	0.01	0.03
Error	خطای آزمایشی	24	0.25	0.08	0.02	0.05
C.V. (%)	ضریب تغییرات (%)		4.44	12.46	11.21	12.17

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

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

جدول ۲- مقایسه میانگین برای اثر روش پیوند بر درصد گیرایی اولیه پیوند، درصد گیرایی نهایی پیوند، رشد طولی و قطری نهال های پیوندی گردو تحت شرایط گلخانه

Table 2. Mean comparison for the effect of grafting method on the early graft success rate, final grafting success rate, scion length and diameter growth of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions

Grafting method	روش پیوند	درصد گیرایی اولیه پیوند Early Grafting success rate (%)	درصد گیرایی نهایی پیوند Final Grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Whip grafting	پیوند زبانه ای	63.33b	38.33b	1.11ab	1.06ab
Chip budding	پیوند قاشی	62.50b	31.66c	0.85b	0.74b
T-budding	پیوند شکمی	77.50a	58.33a	1.27a	1.35a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

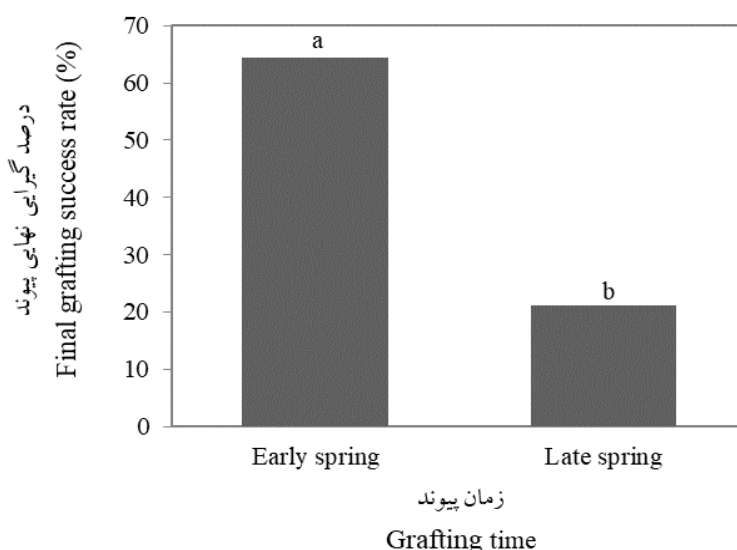
Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

از نظر قدرت رشد نهال پیوندی، بیشترین طول پیوندک مربوط به پیوند شکمی (۱/۲۷ متر) و کمترین آن مربوط به پیوند قاشی (۰/۸۵ متر) بود (جدول ۲). از نظر قطر پیوند نیز روند مشابهی دیده شد و بیشترین قطر نهال مربوط به پیوند شکمی و پس از آن مربوط به پیوند زبانه-ای و در مرتبه سوم مربوط به پیوند قاشی بود. (جدول ۲). خواجه علی و محمدخانی (Khajehali and Mohammadkhani, 2014) گزارش کردند که از نظر رشد طولی پیوندک بین تیمار پیوند زبانه ای و شکمی در خرداد تفاوت معنی داری وجود نداشت و بیشترین مقدار رشد طولی پیوندک از پیوند شکمی بود. بیشترین رشد قطری پیوندک مربوط به پیوند شکمی در خرداد بود و در پیوند زبانه ای در حد متوسط بود. نتایج این پژوهشگران با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. تیچونجو و همکاران (Tchoundjeu *et al.*, 2010) گزارش کردند که تفاوت در رشد شاخه در روش های مختلف پیوند می تواند به دلیل عوامل تغذیه ای مانند مقدار کربوهیدرات در گیاه باشد.

بر اساس جدول واریانس (جدول ۱) زمان پیوند بر میزان گیرایی اولیه، درصد گیرایی نهایی، رشد قطری و رشد طولی نهال گردو اثر معنی دار در سطح احتمال یک درصد داشت. بیشترین درصد گیرایی نهایی پیوند (۶۴/۴۵ درصد) مربوط به نیمه فروردین بود (شکل ۱). بیشترین درصد گیرایی اولیه پیوند

چاندل و همکاران (Chandel *et al.*, 2006) چهار روش پیوند قاشی، لوله ای، وصله ای و شکمی را بررسی و گزارش کردند پیوند قاشی با میزان گیرایی ۴۵/۵ درصد موفق تر از روش های دیگر بود. در پژوهش دیگری که توسط آچیم و بوتو (Achim and Botu, 2001) در رومانی با استفاده از پیوند قاشی تحت شرایط بستر گرم و مرطوب انجام شد، میزان موفقیت ۵۱/۹ درصد بود. رضایی و همکاران (Rezaee *et al.*, 2008). نیز در پژوهشی که از پیوند قاشی برای سرشاخه کاری استفاده کردند، میزان موفقیت این روش پیوند را ۷۳/۳ درصد گزارش نمودند.

برخی از پژوهشگران با استفاده از پیوند قاشی نتایج ضعیفی را گزارش کرده اند که با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت دارد. بعنوان مثال: اوزکان و گوموس (Ozkan and Gumus, 2001) ضعیف ترین نتیجه را از پیوند قاشی در مقایسه با سایر روش های پیوند گزارش کردند. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi *et al.*, 2007) پیوند قاشی را با موفقیت ۱۹/۱ درصد در شرایط کنترل شده و ۱۰٪ در شرایط مزرعه ای ضعیف تر از سایر روش های پیوند گزارش کردند. تنها مزیتی که روش قاشی دارد این است که می توان از آن در زمانی که درختان پوست دهی خوبی ندارند، از آن استفاده نمود و بنابراین برای اثر بخشی بیشتر باید خیلی زود در اواخر اسفند / اوایل فروردین انجام شود.



شکل ۱- مقایسه میانگین درصد گیرایی نهایی پیوند در دو زمان پیوند مختلف در شرایط گلخانه. حروف متفاوت روی ستون ها نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد است

Fig. 1. Mean comparison of grafting success rate in two different grafting times under greenhouse conditions. Different letters on columns represent significant differences at the 5% probability level-using Duncan Multiple Range Test

نسبت دادند.
در اوایل بهار میانگین درجه حرارت روز به ۱۷-۱۶ درجه سانتیگراد می رسد که در شرایط گلخانه پلاستیکی این دما به ۲۷-۲۵ درجه قابل افزایش است که تقریباً محدوده مناسبی برای کالوس دهی فراهم می شود. نتایج مشابهی نیز توسط سایر محققان گزارش شده است (Ebrahimi, 2007). در دمای بالاتر از حد مطلوب، تقسیم سلولی مختل شده و یا کاهش می یابد و چه بسا موجب تخریب سلول ها شود. بطور کلی در گردو کالوس زایی در دمای زیر ۲۰ درجه و بالای ۴۰ درجه سانتیگراد کمتر می شود (Vahdati, 2003).

مربوط به پیوندهای نیمه فرودین بود. این نتیجه با نتایج رضایی و همکاران (Rezaee et al., 2007) در خصوص میزان گیرایی بالاتر پیوندهای شاخه در اول بهار مطابقت دارد. رضایی و همکاران (Rezaee et al., 2007) با ارزیابی درصد گیرایی پیوند در طی فصل رشد گزارش کردند که در شرایط فضای باز از شروع فصل رشد تا اواسط بهار درصد گیرایی پیوند افزایش یافت و در اواسط تابستان به حداقل میزان رسید که با یافته های پژوهش حاضر مطابقت دارد. این پژوهشگران دلیل بالاتر بودن درصد گیرایی پیوند در اوایل بهار را به مطلوب بودن دما برای رشد بهتر کالوس و ترمیم بافت ها

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر زمان پیوند بر درصد گیرایی اولیه پیوند، رشد طولی و قطری نهال گردوی پیوندی تحت شرایط گلخانه

Table 3. Mean comparison for the effect of grafting time on the early graft success rate, scion length and diameter growth of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions

Grafting time	زمان پیوند	درصد گیرایی اولیه پیوند	رشد طولی پیوندک (متر)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر)
		Early grafting success rate (%)	Scion length growth (m)	Scion diameter growth (cm)
Early spring	اوایل بهار	79.45a	1.67a	1.64a
Late spring	اواخر بهار	56.11b	0.48b	0.26b

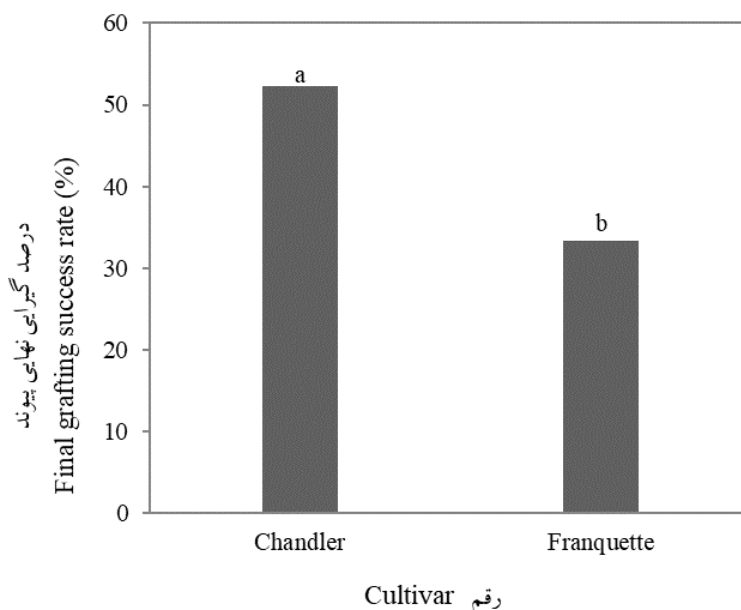
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه نمی باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار دارند.

Means, in each column, followed by different letter are significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test

ندارد زیرا آنها گزارش کردند که بیشترین رشد قطری و طولی پیوندک از پیوندهای خرداد بود.

اثر رقم (پیوندک) بر میزان گیرایی اولیه پیوند، درصد گیرایی نهایی پیوند، رشد قطری و رشد طولی نهال گردو پیوندی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین درصد گیرایی نهایی مربوط به رقم چندلر بود (شکل ۲). بین ارقام (پیوندک‌ها) تفاوت‌هایی از نظر درصد گیرایی وجود داشت که باز تاب دهنده درجه رسیدگی فیزیولوژیکی متفاوت شاخه‌های هر رقم در زمان برداشت پیوندک بود. سایر محققان نیز نتایج مشابهی گزارش کرده اند که از آن جمله می توان به نتایج سلیمانی و همکاران (Soleimani *et al.*, 2009) اشاره کرد.

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر زمان پیوند بر رشد طولی و قطری پیوندک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین‌ها نشان داد که بیشترین طول (۱/۶۷ متر) و قطر (۱/۶۴ سانتی متر) نهال‌های پیوندی مربوط به پیوندهای انجام شده در فروردین بود (جدول ۳). این یافته‌ها با نتایج صادق پور و همکاران (Sadeghpour *et al.*, 2016) که گزارش کردند زمان پیوند بر رشد طولی پیوندک معنی دار است و طول شاخساره در پیوند فروردین بیشترین بود مطابقت دارد. رشد قطری پیوندک در فروردین نسبت به اردیبهشت بیشتر بود که با توجه به مدت رشد بیشتر نهال‌های پیوندی بهاره این نتیجه دور از انتظار نبود. نتایج پژوهش حاضر با نتایج خواجه علی و محمدخانی (Khajeali and Mohammadkhani, 2014) مطابقت



شکل ۲- مقایسه میانگین میزان گیرایی نهایی پیوند ارقام (پیوندک) گردو چندلر و فرانکت در شرایط گلخانه. حروف متفاوت روی ستون ها نشان دهنده تفاوت معنی دار بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد است

Fig. 2. Mean comparison of grafting success rate of two walnut cultivars (scions) Chandler and Franquette under greenhouse conditions. Different letters on columns represent significant differences at the 5% probability level-using Duncan Multiple Range Test

است. تفاوت های ژنتیکی بین ارقام مختلف گردو از طریق تاثیر عوامل درونی مؤثر در گیرایی پیوند از قبیل میزان آب بافت ها، قندهای محلول، نشاسته، نسبت C:N، میزان ترکیبات فنلی و میزان هورمون های موجود در بافت های پیوندک باعث ایجاد تفاوت در میزان گیرایی پیوند ارقام مختلف می شوند (Soleimani *et al.*, 2009). دهقان و همکاران (Dehghan *et al.*, 2010) علت تفاوت میزان گیرایی پیوند در ارقام گردو را علاوه بر تفاوت های ژنتیکی، به مدیریت باغ بخصوص تغذیه، آبیاری و هرس درختان مادری پیوندک نسبت دادند.

صادق پور و همکاران (Sadeghpour *et al.*, 2016) در مقایسه بین ارقام گردو نشان دادند که رقم چندلر با میزان گیرایی نهایی پیوند ۹۵ درصد در مقایسه با ارقام دیگر بیشترین میزان گیرایی پیوند را به خود اختصاص داد. نتایج پژوهش حاضر با یافته های آنان مطابقت دارد. این در حالی است که سایر محققین به بی اثر بودن رقم (پیوندک) در میزان گیرایی پیوند گردو اشاره کرده اند (Vhdati and Zarei, 2005). تفاوت در میزان گیرایی پیوند ارقام مختلف گردو به دلیل تفاوت های ژنتیکی ارقام و شرایط فیزیولوژیکی پیوندک در زمان تهیه پیوندک و انجام پیوند

و همکاران (Sadeghpour *et al.*, 2016) نشان دادند که اثر رقم (پیوندک) بر میزان رشد طولی و قطری پیوندک معنی دار نبود، که یافته های پژوهش حاضر با نتایج آنان موافقت ندارد. علت این تفاوت ها در نتایج را می توان به عوامل ژنتیکی نسبت داد و اینکه ارقام مختلف دارای ذخایر متفاوتی هستند که در نهایت باعث رشد طولی و قطری متفاوت نهال پیوندی می شود.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد اثر رقم بر رشد طولی و رشد قطری پیوندک در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که پیوندک های تهیه شده از رقم فرانکت دارای رشد قطری پیوندک مناسب نبودند (جدول ۴). در حالی که پیوندک های چندلر دارای رشد مطلوب و درجه رسیدگی فیزیولوژیکی خوبی بودند. صادق پور

جدول ۴- مقایسه میانگین برای اثر رقم (پیوندک) بر درصد گیرایی اولیه، رشد طولی و قطری نهال های پیوندی گردو در شرایط گلخانه

Table 4. Mean comparison for the effect of cultivar (scion) on early grafting success rate, scion growth length and diameter of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions

Cultivar	رقم	درصد گیرایی اولیه پیوند Early grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Chandler	چندلر	72.22a	1.25a	1.30a
Franquette	فرانکت	63.33b	1.00b	1.00b

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حروف مشابه نمی باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار دارند. Means, in each column, followed by different letter are significantly different at the 5% probability level-using Duncan's Multiple Range Test.

(هر دو ۸۱/۶۶ درصد) بود و کمترین آن مربوط به پیوند زبانه ای و قاشی خرداد (به ترتیب ۴۵ و ۵۰ درصد) بود که نشان دهنده برهمکنش زمان پیوند × روش پیوند در افزایش درصد گیرایی برای پیوند های زبانه ای در فرودین بود (جدول ۵). از نظر قدرت رشد نیز پیوند زبانه ای بیشترین رشد طولی و قطری پیوندک را در پیوند فرودین نشان داد ولی در مقایسه با پیوند قاشی و شکمی (تی) در فرودین تفاوت معنی دار نداشت.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که برهمکنش روش پیوند × زمان پیوند بر میزان گیرایی اولیه در سطح احتمال پنج درصد و بر بقیه صفات مورد مطالعه در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نیز نشان داد که پیوند زبانه ای و شکمی (تی) اجرا شده در فرودین بیشترین درصد گیرایی پیوند را داشتند. به طوری که بیشترین درصد گیرایی اولیه مربوط به پیوند زبانه ای و شکمی (تی) در فرودین

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش روش پیوند × زمان پیوند بر درصد گیرایی اولیه پیوند، رشد طولی و قطری نهالهای پیوندی گردو در شرایط گلخانه

Table 5. Mean comparison of of grafting method × grafting time interaction effect on the early grafting success rate, scion length and diameter growth of walnut grafted seedlings under the greenhouse conditions

Grafting method	روش پیوند	Grafting time	زمان پیوند	درصد گیرایی اولیه پیوند Early grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Whip grafting	پیوند زبانه ای	Early spring	اوایل بهار	81.66a	2.02a	1.67a
		Late spring	اواخر بهار	45.00b	0.20b	0.45b
Chip budding	پیوند قاشی	Early of spring	اوایل بهار	75.00ab	1.71ab	1.48a
		Late spring	اواخر بهار	50.00b	0.00b	0.00a
T-budding	پیوند شکمی (تی)	Early spring	اوایل بهار	81.66a	1.35ab	1.57a
		Late spring	اواخر بهار	73.33ab	1.18ab	1.15a

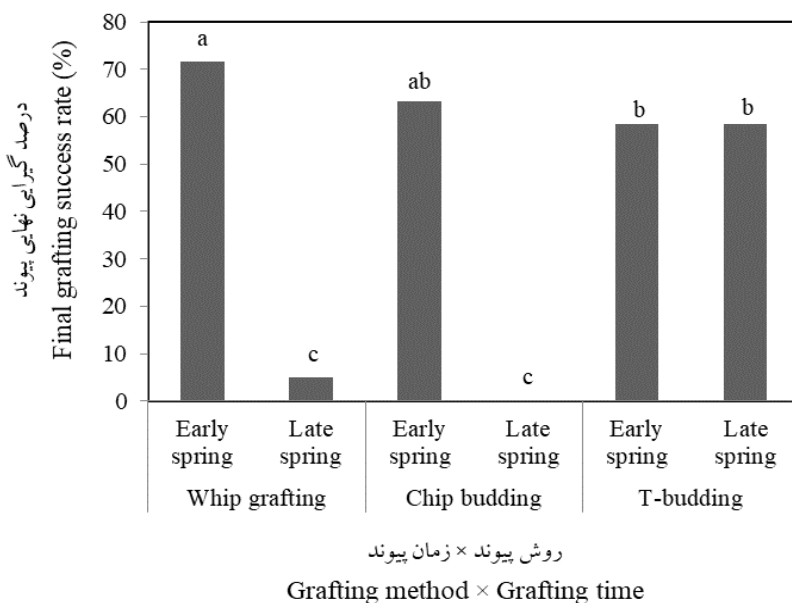
میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

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.

گردو به روش پیوند بود. بیشترین درصد گیرایی اولیه (۸۵ درصد) مربوط به پیوند ک رقم چندلر با روش پیوند شکمی (تی) بود که البته با پیوند ک رقم چندلر روش با روش پیوند زبانه‌ای تفاوت معنی دار نداشت (جدول ۶). همچنین بیشترین رشد طولی و رشد قطری پیوند ک در رقم چندلر با روش پیوند زبانه‌ای مشاهده شد (جدول ۶). بیشترین درصد گیرایی نهایی مربوط به پیوند شکمی (تی) رقم چندلر به میزان ۷۶/۶۶ درصد و پس از آن مربوط به پیوند زبانه‌ای رقم چندلر به میزان ۴۳/۳۳ درصد و کمترین درصد گیرایی نهایی نیز مربوط به پیوند زبانه‌ای و قاشی رقم فرانکت با ۲۶ تا ۳۶ درصد بود (جدول ۶ و شکل ۴).

بیشترین درصد گیرایی نهایی مربوط به پیوند زبانه ای (۷۱/۶۶ درصد) در فروردین و پس از آن پیوند قاشی بهاره در فروردین با ۶۳/۳۳ درصد بود (شکل ۳). پیوند شکمی (تی) نیز در هر دو زمان پیوند با حدود ۵۸ درصد گیرایی نهایی یکسانی داشت (شکل ۳). این نتایج پژوهش حاضر با نتایج سایر پژوهشگران (Rezaee *et al.*, 2007; Dehghan *et al.*, 2010; Afshari, 2010) همسو بود.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر متقابل روش پیوند × رقم (پیوند ک) بر درصد گیرایی اولیه در سطح احتمال پنجدرصد و بر سایر صفات در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). این نشان دهنده واکنش متفاوت ارقام



شکل ۳- مقایسه میانگین برهمکنش روش پیوند × زمان پیوند بر درصد گیرایی نهایی پیوندی نهال پیوندی گردو تحت شرایط گلخانه. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چنددامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 3. Mean comparison of grafting method × grafting time interaction effect on the final grafting success rate of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan’s Multiple Range Test

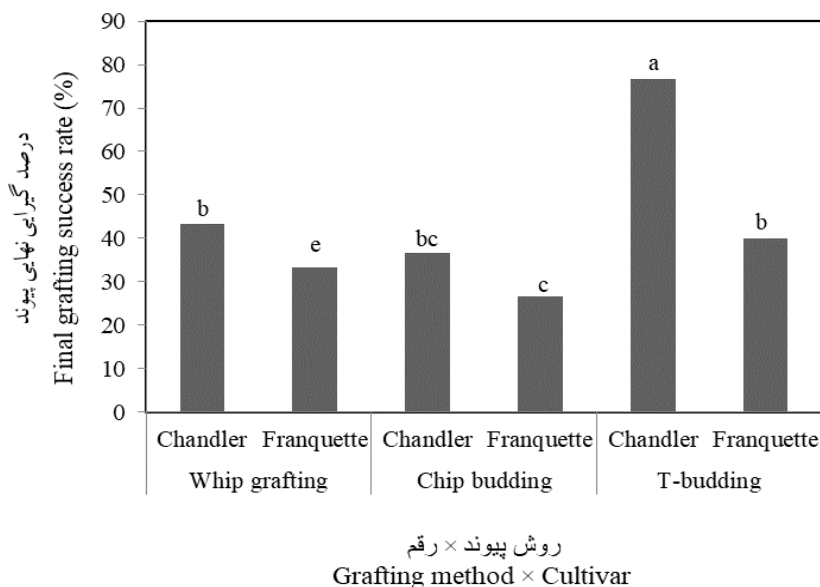
جدول ۶- مقایسه میانگین برهمکنش روش پیوند × رقم (پیوندک) بر درصد گیرایی اولیه پیوند، رشد طولی و قطری نهال پیوندی گردو در شرایط گلخانه

Table 6. Mean comparison of grafting method × cultivar (scion) interaction effect on the early grafting success rate, scion length and diameter growth of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions

Grafting method	روش پیوند	Cultivar	رقم	درصد گیرایی اولیه پیوند Early grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Whip grafting	پیوند زبانه ای	Chandler	چندلر	68.33a	1.35a	1.40a
		Franquette	فرانکت	58.33b	0.87b	0.73b
Chip budding	پیوند قاشی	Chandler	چندلر	63.33b	0.86b	0.70b
		Franquette	فرانکت	61.66b	0.84b	0.78b
T-budding	پیوند شکمی (تی)	Chandler	چندلر	85.00b	1.27ab	1.36a
		Franquette	فرانکت	70.00b	1.26ab	1.33b

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار 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



شکل ۴- مقایسه میانگین برهمکنش روش پیوند × رقم (پیوندک) بر درصد گیرایی نهایی پیوند نهال های پیوندی گردو تحت شرایط گلخانه ای. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 4. Mean comparison of grafting method × cultivar (scion) interaction effect on the final grafting success rate of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan’s Multiple Range Test

چندلر در هر دو فصل موفقیت مناسبی نشان داد. بیشترین درصد گیرایی نهایی مربوط به پیوند شکمی (تی) رقم چندلر در اواخر بهار (خرداد) بود (شکل ۵). پیوند رقم چندلر با روش قاشی در خرداد و پیوند قاشی و زبانه ای رقم فرانکت در خرداد کمترین درصد گیرایی نهایی (صفر درصد) را نشان دادند (شکل ۵). امانی و همکاران (Amani *et al*, 2009) گزارش کردند که پیوند اسکنه در اواخر بهار (خرداد) میزان گیرایی پایینی داشت.

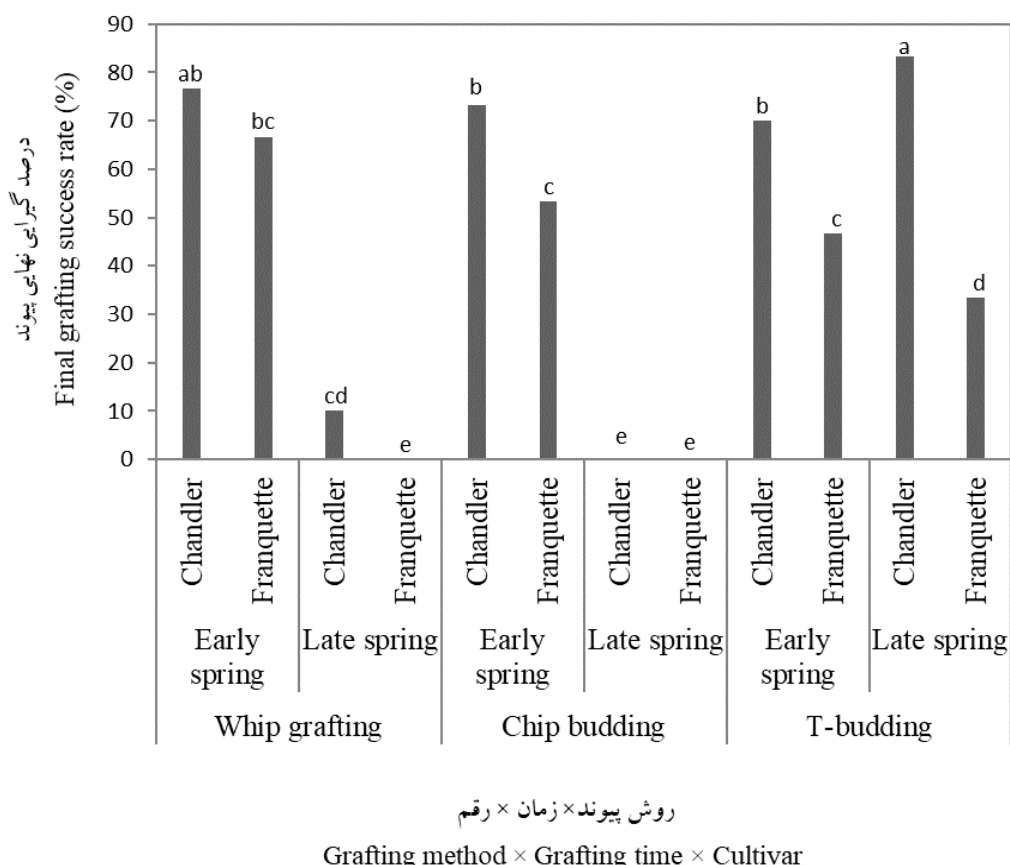
برهمکنش سه جانبه روش پیوند × زمان پیوند × رقم (پیوندک) بر درصد گیرایی اولیه در سطح احتمال پنج درصد و بر درصد گیرایی نهایی در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۱). مقایسه میانگین ها نشان داد که در مجموع موفقیت پیوند زبانه ای در هر دو رقم در اول بهار (فروردین) بیشتر بود ولی موفقیت پیوند زبانه ای هر دو رقم با وجود برتری نسبی رقم چندلر در اول تابستان (خرداد) مطلوب نبود (شکل ۵ و جدول ۷). پیوند شکمی (تی) رقم

جدول ۷- مقایسه میانگین برهمکنش رقم (پیوندک) × زمان پیوند × روش پیوند بر درصد گیرایی اولیه پیوند، رشد طولی و قطری نهال پیوندی گردو در شرایط گلخانه
Table7. Mean comparison of cultivar (scion) × grafting time × grafting method interaction effect on the early graft success rate, scion length and diameter growth of walnut grafted seedlings under greenhouse conditions

Cultivar	رقم	Grafting method	روش پیوند	Grafting time	زمان پیوند	درصد گیرایی اولیه پیوند Early grafting success rate (%)	رشد طولی پیوندک (متر) Scion length growth (m)	رشد قطری پیوندک (سانتی متر) Scion diameter growth (cm)
Chandler	چندلر	Whip grafting	پیوند زبانه ای	Early spring	اوایل بهار	86.66a	2.30a	1.90a
				Late spring	اواخر بهار	50.00d	0.40a	0.90a
		Chip budding	پیوند قاشی	Early spring	اوایل بهار	80.00b	1.73a	1.40a
				Late spring	اواخر بهار	46.66d	0.00a	0.00a
		T-budding	پیوند تی	Early spring	اوایل بهار	80.00b	1.33a	1.17a
				Late spring	اواخر بهار	90.00a	1.21a	1.56a
Franquette	فرانکت	Whip grafting	پیوند زبانه ای	Early spring	اوایل بهار	76.66bc	1.75a	1.46a
				Late spring	اواخر بهار	40.00e	0.00a	0.00a
		Chip budding	پیوند قاشی	Early spring	اوایل بهار	70.00c	1.69a	1.56a
				Late spring	اواخر بهار	53.33d	0.00a	0.00a
		T-budding	پیوند تی	Early spring	اوایل بهار	83.32b	1.38a	1.14a
				Late spring	اواخر بهار	56.67d	1.15a	1.52a

میانگین‌هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند، بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار 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



شکل ۵- مقایسه میانگین برهمکنش روش پیوند × زمان × رقم (پیوندک) بر درصد گیرایی نهایی پیوند گردو در شرایط گلخانه ای. ستون هایی که دارای حداقل یک حرف مشترک می باشند بر اساس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند

Fig. 5. Mean comparison of grafting method × grafting time × cultivar (scion) interaction effect on the final grafting success rate of walnut under greenhouse condition. Columns with at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Duncan’s Multiple Range Test

سپاسگزاری

نگارندگان بدینوسیله از کارکنان مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان آذربایجان غربی به خاطر همکاری در اجرای این پژوهش سپاسگزاری

می کنند.

تعارض منافع

نگارندگان اعلام می کنند که هیچ گونه تعارض منافی ندارند.

References

- Achim, Gh. and Botu, I., 2001.** Results in walnut propagation by using different methods. *Acta Horticulturae*, 544, pp.503-509. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.544.69
- Afshari, S., 2010.** Investigation and comparison of whip and tongue grafting with different covering in walnut. M. Sc. Thesis. Islamic Azad University Abhar Branch. 114 pp. (In Persian).
- Amani, A., Rezaee, R., Naseri, L. and Shirzad, H., 2009.** Investigation of new grafting method of walnut efficiency with some current methods regarding grafting success. Pp. 481-483. In: Proceedings of the 6th International Congress of Horticultural Science. Guilan, Iran. (In Persian).
- Atefi, J., 1997.** Comparison of hypocotyl and hot callus cable graft with traditional grafting method. *Acta Horticulturae* 442, pp.309- 312. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.442.48
- Avanzato, D., 2001.** Effect of different hygro-thermic environments on growth of potted walnut grafted seedlings. *Acta Horticulturae*, 544, pp.459-464. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.544.63
- Barut, E., 2001.** Different whip grafting methods on walnut. *Acta Horticulturae*, 544, pp.511-513. DOI:10.17660/ActaHortic.2001.544.70
- Chandel, J.S., Gautam, D.R. and Sharma, N.C., 2006.** Chip budding: an excellent method of propagation of walnut (*J. regia*). *Acta Horticulturae*, 70(55), pp.335-339. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.705.45
- Dehghan, B., Vahdati, K., Hassani, D. and Rezaee, R., 2010.** Bench-grafting of Persian walnut as affected by pre- and post-grafting heating and chilling treatments. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 85(1), pp.48-52. DOI: 10.1080/14620316.2010.11512629
- Ebrahimi, A., Vahdati, K. and Fallahi, E., 2007.** Improved success of Persian walnut grafting under controlled environmental conditions. *International Journal of Fruit Science*, 6(4), pp.3-12. DOI: 10.1300/J492v06n04_02
- FAO., 2022.** World food and agriculture-statistical yearbook. Food and Agriculture Organization Publication. Rome, Italy. 254 pp. <https://www.fao.org/3/cc2211en/cc2211en.pdf>
- Khaje, M. and Mohammadkhani, A., 2014.** The effect of grafting time and grafting method on grafting and graft growth in Iranian walnut (*Juglan regia* L.). *Journal of Crop production and processing*, 5(15), pp.27-55 (In Persian). DOI: 10.18869/acadpub.jcpp.5.15.47

- Kuden, A. and Kaska, N., 1997.** Studies on the patch budding of walnuts in different budding periods under subtropical conditions. *Acta Horticulturae*, 422, pp.299-301. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.442.46
- Kuniyuki, A.H. and Forde, H.I., 1985.** Walnut propagation. Pp. 38-45. In: Ramos, D. E. (ed.) Walnut orchard management. California, USA.
- Ozkan, Y. and Gumus, A., 2001.** Effects of different applications on grafting under controlled conditions of walnut. *Acta Horticulturae*, 544, pp.515-519. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.544.71
- Rezaee, R., Jaliliye Marandi, R. and Hassani, G.H., 2007.** Determination of suitable method and time of walnut grafting in West Azerbaijan province. *Agricultural Science and Sustainable Production*, 16(3), pp. 29-37. (In Persian).
- Rezaee, R., Girigorian, V., Vahdati, K. and Valizadeh, M., 2008.** Effect of growth vigor of walnut seedlings on root pressure, grafting, and graft growth. *Iranian Horticultural Science and Technology*, 8(1), pp.21-30. (In Persian).
- Rezaee, R., 2008.** Influence of growth vigor of walnut seedlings on rooting and grafting success. Ph. D. Thesis. University of Tabriz, Tabriz, Iran (In Persian).
- Rezaee, R., Vahdati, K., Grigoorian, V. and Vallizadeh, M., 2008.** Walnut grafting success and bleeding rate as affected by different grafting methods and seedling vigor. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 83(1), pp.96-99. DOI: 10.1080/14620316.2008.11512352
- Rezaee, R. and Naghilou, F., 2016.** Effect of grafting method, graft cover, and foliar spray of some mineral elements on Persian walnut graft-take and winter survival rate. *Journal of Horticulture Science*, 30(3), pp.439-446 (In Persian). DOI: 10.22067/JHORTS4.V30I3.43402
- Sadeghpour, S., Naseri, L., Nobahar, M., Rezaee, R. and Najafzadeh, R., 2016.** Evaluation of topworking methods and times in Persian walnut trees in West Azerbaijan conditions, *Journal of Crops Improvement*, 18(1), pp.91-101. DOI: 10.22059/jci.2016.5655
- Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D. and Amiri, M.E., 2009.** Effects of rootstock and cultivar on propagation of walnut (*Juglans regia* L.) using hypocotyl grafting. *Seed and Plant Production*, 25(2), pp.93-101. (In Persian).
- Tchoundjeu, Z., Tsoheng, A.C., Asaah, E. and Anegbeh P., 2010.** Domestication of *Irvingia gabonensis* (Aubry Lecomte) by air layering. *Journal of Horticulture and*

Forestry, 2, pp.171-179. <http://www.academicjournals.org/jhf>

Vahdati, K., 2003. Construction of nursery and walnut grafting. Publication of Khaniran of Tehran. (In Persian). 126 pp.

Vahdati, K., Rezaee, R. and Deghan, B., 2009. A Review of research on walnut grafting in Iran. Pp. 832-534. In: Proceedings of the 6th International Congress of Horticultural Science. Rasht, Guilan, Iran. (In Persian).

Vahdati, K. and Zarei, R., 2005. Evaluation of side stub and hypocotyle grafting efficiency for walnut propagation in Iran. *Acta Horticulturae*, 705, pp.347-351. DOI: 10.17660/ActaHortic.2005.705.47

RESEARCH ARTICLE

Effect of Grafting Time and Method on Grafting Success Rate of Two Commercial Walnut Cultivars on Seedling Rootstock under Greenhouse Conditions

A. Vahabi Hashemabadi¹, H. Hassanpour^{2*}, R. Rezaee³, S. Nojavan⁴

1. M. Sc. Graduate, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
2. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.
3. Assistant Professor, West Azarbaijan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Urmia, Iran.
4. Ph. D. Student, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran.

ABSTRACT

Vahabi Hashemabadi, A., Hassanpour, H., Rezaee, R. and Nojavan, S., 2023. Effect of grafting time and method on grafting success rate of two commercial walnut cultivars on seedling rootstock under greenhouse conditions. *Seed and Plant*, 39, pp.121-144 (In Persian).

The aim of this research was to investigate the effect of different grafting methods and grafting times on the grafting success rate of two commercial walnut cultivars (scion) under greenhouse conditions. The experiment was carried out as factorial arrangements in completely randomized design with three replications under greenhouse conditions of West Azarbaijan agricultural and natural resources research and education centre, Urmia, Iran, in 2015-2016. The experimental treatments included three levels of grafting methods; whip grafting, chip budding, and T-budding, two times of grafting; early spring and late spring, and two commercial walnut cultivars; Chandler and Franquette. The highest final grafting success rate (58.33%) was related to whip grafting followed by T-budding (38.33%) and chip budding (31.66 %), respectively. The highest grafting success rate was obtained with whip grafting (64.45%) in early spring. Also, interaction effect of grafting method \times grafting time \times cultivar was significant on the final grafting success rate. The highest final grafting success rate (83.33%) related to T-budding of cv. Chandler in late spring.

Keywords: Walnut, Chandler cultivar, Final grafting success rate, Whip grafting, T-budding.

Introduction

An important step for development of walnut cultivars with high-yielding and desirable quality is propagation using grafting methods (Soleimani *et al.*, 2009). Many researches in different walnut growing countries have studied the effect of different grafting methods and

grafting time on the success and productivity of grafted walnut cultivars and orchards. The degree of grafting success rates in these studies is very variable and depends on various internal and external factors (Vahadati *et al.*, 2009). In addition to low graft coverage, frost damage to walnut grafted seedlings is considered as the second problem for production of outdoor grafted seedling nurseries (Ebrahimi *et al.*, 2007).

Rezaee and Naghilou (2016) studied the effect of grafting method and grafting time of seedlings in the open-air environment with application of micronutrient elements on grafting success rate, and concluded that the lowest frost damage of the top branches was related to saddle and chisel grafting methods. Ebrahimi *et al.* (2007) evaluated three methods of grafting in walnut; patch grafting, chip budding and T-budding, under greenhouse conditions in Niriz, Fars province in Iran, and reported that all three grafting methods were more successful as compared with open air conditions. The purpose of present research was to investigate the effect of different grafting methods and grafting times on the grafting success rate of two commercial walnut cultivars (scion) on seedlings rootstock under greenhouse conditions.

Material and Methods

This research was conducted using completely randomized design with three replications in a plastic greenhouse in agricultural and natural resources research center of West Azarbaijan province, Urmia, Iran, in 2015-2016. In this research, three grafting methods; whip grafting, chip budding and T-budding, two commercial walnut cultivars (scion); Chandler and Franquette were used in the early spring (first half of April) and late spring (second half of June). Necessary husbandary practices for the nursery including; weeding, irrigation, and fertilizers application was accomplished until the end of the growing season. Since there were zero values in data, the data was subjected to square root transformation, and then analysis of variance was performed using SPSS software. Duncan's Multiple Range Test, at the 5% probability level, was employed for mean comparison. Graphs were drawn using SPSS and Excel softwares.

Results and Discussion

The analysis of variance showed that the grafting method, grafting time and cultivar had significant ($p \leq 0.01$) effect on the early and final grafting success rate, and scion length and diameter growth. The highest final grafting success rate (58.33%) was related to whip grafting followed by the T-budding (38.33%) and chip budding (31.66 %). The highest grafting success rate was obtained by using whip grafting (64.45%) in early spring (first half of April). Interaction effect of grafting method \times grafting time \times cultivar (scion) on final grafting success rate was also significant ($p \leq 0.01$). The highest final grafting success rate (83.33%) and growth vigor obtained by using T-budding of cv. Chandler in the late spring (second half of June). Also, the

least final grafting success rate (0%) was related to the chip budding of both cultivar and whip grafting of cv. Franquete in late spring.

The results obtained from this research are consistent with the results of Ebrahimi *et al.* (2007). These researchers experimented three grafting methods, whip grafting, chip budding, and T-budding under greenhouse conditions, and reported that the highest grafting success rate was related to patch grafting (91%), followed by T-budding (31%) and the lowest grafting success rate associated with chip budding (19%). Also, the findings of the present research are consistent with the results of Ozkan and Gumus (Ozkan and Gumus, 2001) in Turkey.

References

- Ebrahimi, A., Vahdati, K. and Fallahi, E., 2007.** Improved success of Persian Walnut grafting under controlled environmental conditions. *International Journal of Fruit Science*, 6(4), pp.3-12.
- Kuden, A. and Kaska, N., 1997.** Studies on the patch budding of walnuts in different budding periods under subtropical conditions. *Acta Horticulturae*, 422, pp.299- 301. DOI: 10.17660/ActaHortic.1997.442.46
- Ozkan, Y. and Gumus, A., 2001.** Effects of different applications on grafting under controlled conditions of walnut. *Acta Horticulturae*, 544, pp.515- 519. DOI: 10.17660/ActaHortic.2001.544.71
- Soleimani, A., Rabiei, V., Hassani, D. and Amiri, M.E., 2009.** Effects of rootstock and cultivar on propagation of walnut (*Juglans regia* L.) using hypocotyl grafting. *Seed and Plant Production*, 25(2), pp.93-101. (In Persian).

*Corresponding author: ha.hassanpour@urmia.ac.ir

Tel.: +984432788537

Received 02 January 2023

Accepted: 19 March 2023