مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۱ صفحه‌های ۷۳ تا ۸۲ (۱۴۰۲)
مقاله پژوهشی

بررسی ناسازگاری پایه و پیوندک در برخی ارقام گلابی آسیایی (*Pyrus serotina* Rehd) و اروپایی[1] (*Pyrus communis* L.)

Investigation of Scion and Rootstock Incompatibility in Some Asian (*Pyrus serotina* Rehd) and European (*Pyrus communis* L.) Pears

میر حمید موسوی، کاظم ارزانی و مصطفی رحمتی جنیدآباد[2]

چکیده

در درختان گلابی، بسیاری از ویژگی‌های مرتبط با رشد رویشی و زایشی، تحت تأثیر پایه قرار می‌گیرد، بنابراین به‌منظور احداث باغ‌های نوین و استاندارد گلابی اروپایی (*P. communis* L.) و آسیایی (*P. serotina* Rehd.) در کشور، انتخاب پایه مناسب اهمیت بسیاری دارد. در راستای دستیابی به پایه مطلوب برای ارقام گلابی آسیایی در شرایط اقلیمی ایران و همچنین بررسی برهمکنش پایه و پیوندک و مکانیسم ناسازگاری پیوند در گلابی، پژوهشی در طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۳، روی درختان چهار ساله پیوندی طراحی و اجراشد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی که فاکتور اول شامل پایه‌های دانهالی گلابی اروپایی، پایه دانهالی "به"، پایه دانهالی زالزالک (*Crataegus atrosanguinea*) و پایه رویشی کوئینس A و فاکتور دوم شامل دو رقم گلابی اروپایی شامل بوره‌بوسک و ویلیامزدوشس و یک رقم گلابی آسیایی KS'$_{10}$ بود، انجام شد. در طی سال‌های پژوهش، میزان رشد طولی پیوند، تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند و الگوی نوارهای آیزوزایمی در برهمکنش‌های مختلف پایه و پیوندک، مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از رشد طولی پیوندک بیانگر بیش‌ترین و کم‌ترین رشد طولی ارقام روی دانهال گلابی و پایه زالزالک بود. همچنین نتایج حاصل از بررسی میزان تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند، ناسازگاری پیوند را در برهمکنش پایه‌های کوئینس A و "به" با ارقام بوره بوسک و KS'$_{10}$ تأیید کرد. بررسی الگوی نوارهای آیزوزایمی نیز نشانگر ناسازگاری کامل پایه زالزالک با ارقام کشت شده بود.

واژه‌های کلیدی: ناسازگاری پیوند، برهمکنش پایه و پیوندک، پیش‌غربالگری ناسازگاری پیوند.

مقدمه

گلابی یک میوه مهم در جهان است که در میان میوه‌های معتدله، پس از سیب و انگور رتبه سوم تولید را در جهان دارا است (۴). بر اساس آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی برای محصولات باغبانی در سال ۱۳۹۸، سطح زیر کشت گلابی در ایران ۱۹۲۴۱ هکتار با میزان کل تولید ۲۰۵۲۶۰ تن می‌باشد، اگرچه فائو ایران را از نظر تولید گلابی در جهان در رده ۱۹ قرار داده است (۹). به‌منظور احداث باغ‌های استاندارد گلابی آسیایی و اروپایی، انتخاب پایه مناسب بسیار حائز اهمیت است (۱۹). در درخت گلابی، صفاتی مانند غلظت عناصر غذایی، میزان مقاومت به بیماری‌ها، آفات و تنش‌های محیطی می‌تواند تحت تأثیر پایه قرار گیرد (۲۲). برای گلابی معمولاً از پایه دانهالی "به[3]" و پایه‌های هم‌گروهی یا دانهالی گلابی استفاده می‌شود. یکی از موانع و مشکلات موجود در استفاده از پایه‌های اصلاح شده در درختان میوه، ناسازگاری پیوندی است (۱۱، ۱۴). مشخص شده

۱- تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۴

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد و استاد گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، استادیار گروه علوم و مهندسی باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی خوزستان، اهواز، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (arzani_k@modares.ac.ir).

۳- *Cydonia oblonga* L.

است که ناسازگاری پیوندی ممکن است به دلیل نبود تمایز آوندی و تولید نشدن آوندهای آبکش جدید و یا در اثر مرگ یاخته‌های کامبیومی در محل پیوند به وجود آید (۱۸). معمولاً ناسازگاری پیوند رشد رویشی پیوندک را کاهش می‌دهد (۶). همچنین تجمع نشاسته در بالای محل پیوند، باعث فساد آوندهای آبکش و در نهایت بسته شدن آنها می‌شود (۲۰). این مسئله می‌تواند باعث کاهش رشد ریشه و درنتیجه کاهش رشد رویشی کل درخت شود (۲). در مطالعاتی که روی علائم ناسازگاری پایه و پیوند مانند عدم اتصال بافت پوست در درخت گلابی انجام شده است، تجمع نشاسته در بالای محل پیوند به عنوان یکی از علائم ناسازگاری گزارش شده است (۵، ۱۳). در سال‌های اخیر، از روش‌های متفاوتی همچون روش‌های درون شیشه‌ای (۷، ۱۶)، مطالعات هیستولوژیک (۶)، بررسی‌های آیزوزایمی (۱۰) و الگوی تولید فنول‌ها (۹، ۱۹) برای پیش‌بینی سریع ناسازگاری استفاده شده است. بررسی آیزوزایم‌ها، یکی از روش‌های استفاده شده برای پیش‌بینی ناسازگاری پایه و پیوند است (۱۲). آزمایش‌ها نشان داده است که نوار موسوم به نوار A، به طور کامل با سازگاری گلابی روی پایه‌های "به" در ارتباط است (۱۳).

حسن‌پور و همکاران (۱۵)، در پژوهشی به‌منظور پیش‌بینی ناسازگاری بین برخی ارقام گلابی با پایه "به"، از ۱۷ رقم که روی پایه کوئینسA پیوند زده شده بود، استفاده کردند و به بررسی باندهای آیزوزایمی و تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند پرداختند. در این پژوهش، دو باند A و B بررسی شده و .نتایج نشان داد که ضعیف بودن باند B در رقم درگزی (باند A را نشان نداد) نشان‌دهنده ناسازگاری آن با پایه است. رقم نطنزی که از نظر بررسی‌های مورفولوژیک با پایه کوئینس A ناسازگار تشخیص داده شد، دارای هیچ یک از دو باند مذکور نبود. همچنین رقم شاه‌میوه نیز به همین صورت بود. بنابراین، این دو رقم ناسازگار با پایه کوئینس A تشخیص داده شد. در این پژوهش مشخص شد که حضور هر دو باند یا یکی از آن‌ها می‌تواند دلیل بر سازگاری پایه و پیوند باشد. در پژوهش فوق همچنین تجمع نشاسته بررسی و گزارش شد که ارقام گلابی مانند شاه‌میوه، درگزی، ترش و آلورت که در بررسی‌های مورفولوژیک با پایه کوئینس A ناسازگار تشخیص داده شدند، دارای تجمع نشاسته زیادی در بالای محل پیوند بودند (۱۵). همچنین گولن و همکاران، اثر آیزوزایم‌های پراکسیدازی را در تعیین سازگاری یا ناسازگاری پیوندی ارقام بارتلت و بوره‌هاردی روی پایه‌های به BA29 و Q_A بررسی کردند. نتایج پژوهش‌های آنها روی باندهای A و B نشان داد که باند A در رقم بوره‌هاردی و پایه‌ها وجود داشت، اما در رقم بارتلت هیچ‌یک از دو باند A و B مشاهده نشد. همچنین باند B در رقم بوره‌هاردی مشاهده که در هیچ یک از پایه‌ها دیده نشد. بنابراین در این پژوهش ارقام بارتلت و بوره‌هاردی به ترتیب به‌عنوان ارقام ناسازگار و سازگار با پایه "به" گزارش شدند (۱۲).

در پژوهشی، Olmasted و همکاران، میزان تجمع نشاسته و کربوهیدرات‌های محلول را در بالا، پایین و محل پیوند دو رقم گیلاس راینیر و لاپینز را روی دو پایه گیزلا ۵ (پاکوتاه) و کلت (پر رشد) بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد که غلظت نشاسته در محل پیوند هردو پایه تقریباً یکسان بوده، اما در ترکیب پایه کلت و رقم لاپینس، میزان نشاسته در بالای محل پیوند بالاتر بود. آن‌ها پیشنهاد کردند که پایه اثر معنی‌داری روی تجمع کربوهیدرات‌ها در بالا و محل پیوند گیزلا ۵ و پایین محل پیوند کلت دارد (۲۰).

این پژوهش با هدف بررسی امکان استفاده از میزان نشاسته در بالا و پایین محل پیوند و مطالعه الگوی نوارهای آیزوزایمی در جهت تشخیص زود هنگام ناسازگاری پیوند در برهمکنش‌های پایه و پیوندک ارقام گلابی روی پایه‌های مختلف انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در منطقه ۲۲ شهر تهران، در طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۸ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۳ درجه شمالی و ارتفاع ۱۱۹۰ متر از سطح دریا در طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۳، روی درختان چهار ساله پیوندی انجام شد. میانگین بارندگی در این منطقه بین ۲۰۰ تا ۲۷۰ میلی‌متر در سال بوده و میانگین بیشینه و کمینه دمای هوا در طی فصل رشد به ترتیب ۲۱/۵ و ۱۱ درجه سانتی‌گراد است. در این پژوهش، چهار پایه گلابی شامل پایه دانهالی گلابی اروپایی، پایه دانهالی "به"، پایه دانهالی زالزالک[۱] و پایه رویشی کوئینس A با سه رقم گلابی شامل دو رقم تجاری اروپایی با نام‌های ویلیامزدوشس[۲] و بوره‌بوسک[۳] و یک رقم گلابی آسیایی به نام KS'_{10}[۴] با استفاده از پیوند جوانه

۱- *Crataegus atrosanguinea* ۲- Williams Douches (Pitmaston Duchess) ۳- Beurre Bosc ۴- Chip Budding

چوبی[۴]، پیوند شدند. نهال‌ها با فاصله ۴۰ سانتی‌متر از یکدیگر روی ۴ ردیف کشت شده و فاصله بین ردیف‌ها یک و نیم متر در نظر گرفته شد. همچنین از رقم ویلیامزدوشس به‌عنوان رقم سازگار و از رقم بوره‌بوسک به‌عنوان رقم ناسازگار با پایه‌های "به" استفاده شد (۳).

میانگین رشد پیوندک

ارتفاع نهال و طول پیوندک رشد کرده از محل پیوند، در دو نوبت شامل انتهای فصل رشد (شهریور) در سال چهارم و پنجم رشد نهال (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) بر حسب سانتی‌متر اندازه‌گیری شد.

تجمع نشاسته

برای تعیین میزان تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند (ارتفاع سه سانتی‌متری از محل پیوند)، از بافت‌های پوست، چوب و مغز، نمونه‌گیری شد. سپس نمونه‌ها در ازت مایع خرد شده و برای استخراج نشاسته در دی‌متیل‌سولفوکسید ۹۰ درصد به مدت یک ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس به مدت ۱۵ دقیقه در ۱۲ هزار دور در دقیقه، سانتریفیوژ شدند. عصاره رویی با محلول یدی (۰/۰۰۳ درصد ید خالص + ۰/۰۶ درصد پتاسیم یدید + ۰/۰۵ نرمال اسیدکلریدریک) مخلوط شد. برای تعیین میزان نشاسته، از اسپکتروفتومتر در طول موج ۶۲۰ نانومتر استفاده شد (۲۵).

آیزوزایم‌ها

برای بررسی‌های آیزوزایمی، نمونه‌هایی از بافت‌های لایه زاینده و پوست پایه و پیوندک (ارتفاع ۳ سانتی‌متری بالا و پایین محل پیوند) گرفته شد. نمونه‌ها تا زمان انجام آزمایش در ازت مایع نگهداری شدند. سپس مقداری از بافت خرد شده (۰/۰۶ گرم) در ۰/۶ میلی‌لیتر از بافر استخراج (۰/۱ میلی مولار پتاسیم فسفات، ۵۰ میلی مولار اسید بوریک، ۳۰ میلی مولار ال- اسید آسکوربیک، ۱۶ میلی مولار اسید دی تیو کاربامیک، ۱۷ میلی مولار سدیم متابی‌سولفیت، یک میلی مولار EDTA و چهار درصد وزنی-حجمی PVP که در PH ۷/۵ تنظیم شدند) ریخته شد و سپس به مدت ۳۰ دقیقه در دمای چهار درجه سانتی‌گراد و با ۱۴ هزار دور بر دقیقه سانتریفیوژ شد. مایع رویی برای انجام الکتروفورز استفاده شد. در نهایت الکتروفورز به مدت ۲۰ دقیقه در ۱۰ میلی‌آمپر، سپس ۴۰-۲۰ دقیقه در ۲۰ میلی‌آمپر و در نهایت سه ساعت در ۴۰ میلی‌آمپر انجام شد (۱۱، ۱۳). برای رنگ‌آمیزی ژل از روش Şişecioğlu و همکاران (۲۳) استفاده شد.

واکاوی آماری داده‌ها

این پژوهش درقالب آزمایش فاکتوریل بر پایه بلوک‌های به‌طور کامل تصادفی انجام گرفت. برای محاسبه شاخص‌های آماری و مقایسه میانگین‌ها از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۲ و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD)[۱] در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده شد.

نتایج و بحث

میانگین رشد پیوندک

نتایج حاصل از اندازه‌گیری رشد پیوندک در دو سال متوالی (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) نشان داد که طول پیوندک رشد کرده تحت تأثیر پایه مورد استفاده بود. به نحوی که بالاترین رشد طولی پیوندک در برهمکنش ارقام با پایه دانهالی گلابی مشاهده شد. به این صورت که میزان رشد پیوندک در ارقام گلابی ویلیامزدوشس (۱۶۷ و ۱۹۵ سانتی‌متر) و رقم KS'_{10} (۱۶۶ و ۱۹۰ سانتی‌متر) بیشتر از رقم بوره‌بوسک (۱۶۶و ۱۷۱سانتی‌متر) بود، ولی نسبت به هم دارای اختلاف معنی‌داری نبودند (شکل ۱). رحمتی و همکاران (۲۲) بیان کردند که رقم ویلیامزدوشس پررشدتر از گلابی آسیایی KS'_{10} و پس از آن گلابی رقم بوره‌بوسک ارزیابی شد، که با نتایج ما در یک راستا بود. بعد از دانهال گلابی پایه "به" و کوئینس A بیش‌ترین میزان رشد رویشی را به پیوندک القا کردند که در هر دو پایه، در برهمکنش با رقم ویلیامزدوشس رشد رویشی بیش‌تر بود. کم‌ترین میزان رشد پیوندک هم در ترکیب پایه زالزالک با رقم KS'_{10} (۶۳ و ۶۷ سانتی‌متر) و سپس در ترکیب پایه "به" با رقم بوره‌بوسک (۹۷ و ۹۹ سانتی‌متر) و KS'_{10} (۵۹ و۱۱۲ سانتی‌متر) مشاهده شد (شکل ۱).

۱- Least Significant Difference

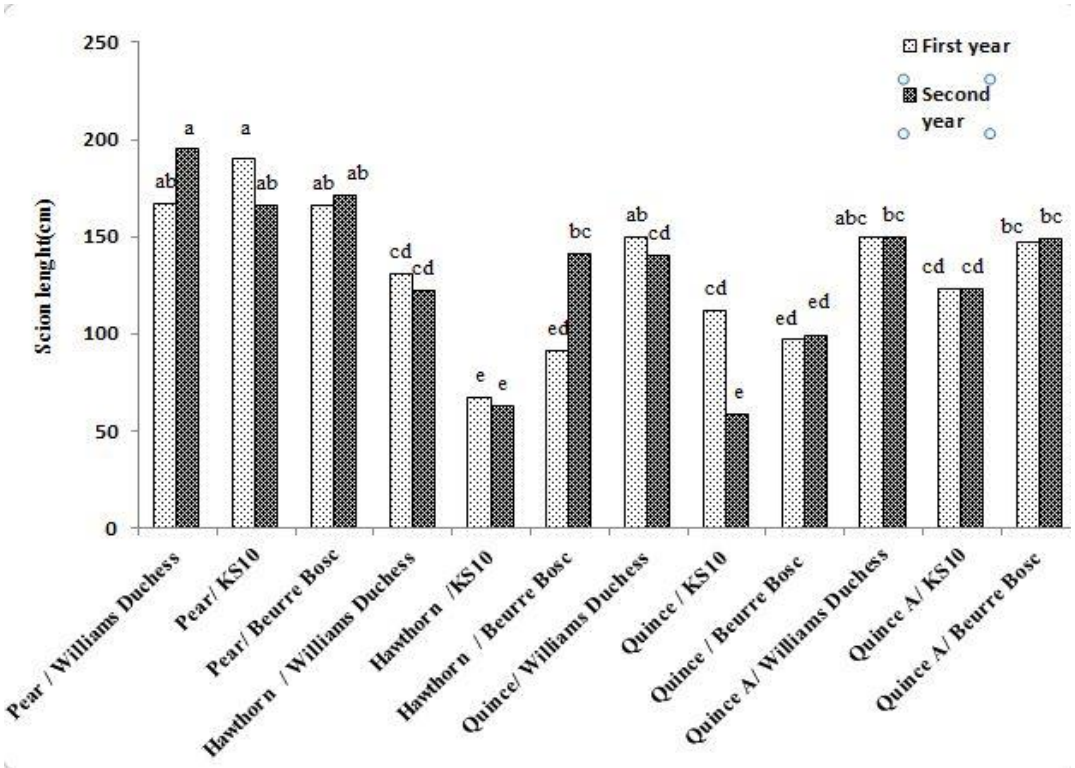

Fig. 1. The means of scion growth length in the 2015 and 2016 growing seasons. Means followed by the same letters are not significantly different at a 5% probability level using the LSD test.

شکل۱- میانگین رشد طولی پیوندک در طی سال های باغی ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵. حرف‌های مشابه با توجه به آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار نیستند.

عبداللهی و همکاران (۱) در رابطه با ارقام گلابی اروپایی پیوند شده روی پایه‌های دانهالی گلابی و زالزالک، گزارش کردند که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان ارتفاع درخت، به ترتیب در ارقام پیوند شده روی پایه‌های دانهالی گلابی و زالزالک مشاهده شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که میزان رشد رویشی گلابی رقم KS'10 تفاوت معنی‌داری با میزان رشد رقم بوره‌بوسک روی پایه "به" ندارد، پس به نظر می‌رسد این رقم با پایه دانهالی زالزالک و پایه دانهالی "به" ناسازگار است. رحمتی و همکاران (۲۲) گزارش کردند که رقم گلابی ویلیامزدوشس سازگاری مطلوب‌تری با پایه دانهالی"به" و کوئینسA داشته، درحالی‌که رقم KS'10 و بوره‌بوسک، ارقامی ناسازگار با پایه‌های "به" ارزیابی شدند.

تجمع نشاسته

نتایج حاصل از بررسی میزان تجمع نشاسته بر حسب درصد، نشان داد که در سال اول پژوهش، بالاترین میزان نشاسته در بالای محل پیوند در برهم‌کنش پایه دانهالی زالزالک با ارقام ویلیامزدوشس (۰/۰۹۴)، بوره‌بوسک (۰/۱۰۱)، رقم KS'10 (۰/۰۷۳) و برهمکنش پایه کوئینسA با رقم ویلیامزدوشس (۰/۰۶۹) بود. همچنین کم‌ترین میزان نشاسته در بالای محل پیوند در برهمکنش‌های دانهال "به" و دانهال گلابی با رقم بوره‌بوسک (۰/۰۲۵) مشاهده شد. بیش‌ترین میزان نشاسته در پایین محل پیوند در ترکیب پایه دانهالی زالزالک با رقم بوره‌بوسک (۰/۰۹۹) و کم‌ترین میزان در برهمکنش‌های پایه دانهالی "به" با ارقام بوره بوسک و KS'10 (۰/۰۲۵) و پایه کوئینسA با رقم KS'10 (۰/۰۲۴) مشاهده شد (جدول ۱). در سال دوم آزمایش، بیش-ترین میزان درصد نشاسته در پایین محل پیوند در ترکیب پایه دانهالی گلابی با رقم KS'10 (۰/۰۹۰) و پایه دانهالی زالزالک با رقم ویلیامزدوشس (۰/۰۸۸) مشاهده شد و کم‌ترین میزان نشاسته در پایین محل پیوند نیز در برهمکنش پایه دانهالی زالزالک با رقم KS'10 (۰/۰۰۶) و پایه کوئینسA با رقم ویلیامزدوشس (۰/۰۱۶) مشاهده شد. بالاترین میزان نشاسته در بالای محل پیوند در برهمکنش‌های پایه دانهالی گلابی با ارقام ویلیامزدوشس (۰/۰۹۸۸)، بوره‌بوسک (۰/۰۸۰) و برهمکنش پایه کوئینسA با رقم بوره‌بوسک (۰/۰۷۲) مشاهده شد. این نتایج در دو سال متوالی نشان داد که در برهمکنش پایه دانهالی گلابی با رقم

ویلیامزدوشس، پایه دانهالی "به" با رقم KS'10' و پایه رویشی کوئینس A با ارقام بوره‌بوسک و KS'10'، تجمع نشاسته در بالای محل پیوند صورت گرفته است که می‌تواند نشانه‌ای از ناسازگاری پیوند باشد.

جدول۱- میزان نشاسته در بالا و پایین محل پیوند بر اساس درصد وزن تر در سال باغی ۱۳۹۴.

Table1. The amount of starch in the above and bottom of the graft union in terms of percentage of fresh weight in the 2015 growing season.

برهمکنش پایه و پیوندک Scion and rootstock interaction	پایین محل پیوند Bottom of the graft union	بالای محل پیوند Top of the graft	تجمع نشاسته در بالای پیوند Starch accumulation at the top of the graft union
دانهال گلابی/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Pear seedling	0.039^{cd}	0.044^{bcde}	0.0005
دانهال گلابی/KS_{10} KS_{10} on Pear seedling	0.028^{cd}	0.060^{bcd}	0.032
دانهال گلابی/ بوره بوسک Beurre Bosc on Pear seedling	0.043^{c}	0.025^{e}	0
دانهال زالزالک/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Hawthorn seedling	0/073^{b}	0.094^{a}	0.021
دانهال زالزالک/KS_{10} KS_{10} on Hawthorn seedling	0.076^{b}	0.073^{ab}	0
دانهال زالزالک/بوره بوسک Beurre Bosc on Hawthorn seedling	0.099^{a}	0.101^{a}	0.002
دانهال به/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince seedling	0.030^{cd}	0.028^{ed}	0
دانهال به/KS_{10} KS_{10} on Quince seedling	0.025^{d}	0.032^{de}	0.007
دانهال به/ بوره بوسک Beurre Bosc on Quince seedling	0.025^{d}	0.025^{e}	0
کوئینسA/ ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince A	0.072^{b}	0.069^{abc}	0
کوئینس KS10/A KS_{10} on Quince A	0.024^{d}	0.037^{cde}	0.013
کوئینس A /بورره بوسک Beurre Bosc on Quince A	0.043^{c}	0.046^{bcde}	0.003

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at a 5% probability level using the LSD test.

اعداد با حرف‌های مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD نیستند.

حسن‌پور و همکاران (۱۵) گزارش کردند که تجمع کم نشاسته در بالا و پایین محل پیوند باعث جوش خوردن بهتر محل پیوند و انتقال کافی مواد غذایی به ریشه و بالعکس می‌شود. درواقع تجمع کربوهیدرات‌ها باعث فساد و بسته شدن آوند آبکش خواهد شد. از طرفی تجمع نشاسته در بالای محل پیوند می‌تواند نشان دهنده عدم اتصال صحیح آوندهای آبکش بین پایه و

پیوندک باشد. بر اساس گزارش‌های انجام شده، گلابی رقم ویلیامزدوشس به‌عنوان رقمی سازگار و رقم بوره‌بوسک، به‌عنوان رقمی ناسازگار با پایه‌های "به" معرفی شده است (۳). بنابراین میزان تجمع نشاسته در بالای محل پیوند در برهمکنش رقم ویلیامزدوشس با پایه "به" می‌تواند به عنوان شاخصی برای میزان متعارف تجمع نشاسته تلقی گردد. بنابراین در مقایسه با این شاخص در برهمکنش پایه‌های کوئینس A و "به" با ارقام بوره‌بوسک و KS'10 در بالای محل پیوند تجمع نشاسته صورت گرفته است که می‌تواند به‌عنوان نشانه ناسازگاری در نظر گرفته شود. نتایج حاصل از برهمکنش پایه‌های دانهالی زالزالک با ارقام مختلف در طی دو سال متغیر بود و بنابراین نیاز به بررسی بیش‌تر دارد. مندل و کوهن (۱۷) نشان دادند که توزیع نشاسته بین اندام‌های مختلف در درختان پیوندی گویای این مسئله است که بین سوخت و ساز نشاسته و ناسازگاری پایه و پیوندک ارتباط وجود دارد. با این وجود، در پژوهش‌های دیگر نتایج متفاوتی مشاهد و گزارش شده است. به عنوان مثال، در برهمکنش ارقام گیلاس با پایه محلب که نشانه‌های ناسازگاری را نشان می‌دادند، تفاوتی از نظر میزان تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند مشاهده نشد (۱۷).

جدول ۲- میزان نشاسته در بالا و پایین محل پیوند بر اساس درصد وزن تر در سال باغی ۱۳۹۵.

Table 2. The amount of starch content in the above and bottom of the graft union in terms of percentage of fresh weight in the 2016 growing season.

برهمکنش پایه و پیوندک Scion and rootstock interaction	پایین محل پیوند Bottom of the graft union	بالای محل پیوند Top of the graft	تجمع نشاسته در بالای پیوند Starch accumulation at the top of the graft union
دانهال گلابی/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Pear seedling	0.039^{cd}	0.044^{bcde}	0.036
دانهال گلابی/KS10 KS10 on Pear seedling	0.028^{cd}	0.060^{bcd}	0
دانهال گلابی/ بوره بوسک Beurre Bosc on Pear seedling	0.043^{c}	0.025^{e}	0.026
دانهال زالزالک/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Hawthorn seedling	0/073^{b}	0.094^{a}	0
دانهال زالزالک/KS10 KS10 on Hawthorn seedling	0.076^{b}	0.073^{ab}	0.014
دانهال زالزالک/بوره بوسک Beurre Bosc on Hawthorn seedling	0.099^{a}	0.101^{a}	0
دانهال به/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince seedling	0.030^{cd}	0.028^{ed}	0.01
دانهال به/KS10 KS10 on Quince seedling	0.025^{d}	0.032^{de}	0.012
دانهال به/ بوره بوسک Beurre Bosc on Quince seedling	0.025^{d}	0.025^{e}	0.014
کوئینسA/ ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince A	0.072^{b}	0.069^{abc}	0.021
کوئینس KS10/A KS10 on Quince A	0.024^{d}	0.037^{cde}	0.0005
کوئینس A /بورره بوسک Beurre Bosc on Quince A	0.043^{c}	0.046^{bcde}	0.019

Means followed by the same letters in each column are not significantly different at a 5% probability level using the LSD test.

اعداد با حرف‌های مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی داری در سطح احتمال ۵٪ آزمون LSD نیستند.

نتایج به دست آمده در طی دو سال نشان داد که میزان تجمع نشاسته در بالا و پایین محل پیوند در برهمکنش‌های مختلف پایه و پیوندکی متغیر بوده است و به نظر می‌رسد که میزان تجمع نشاسته در بالای محل پیوند، به تنهایی معیار مناسبی برای تشخیص ارقام سازگار و ناسازگار نیست. اگرچه در برهمکنش ارقام مختلف گلابی با پایه‌های "به" به‌طور نسبی می‌توان از شاخص میزان تجمع نشاسته در بالای محل پیوند، جهت تعیین ارقام سازگار و ناسازگار استفاده کرد. در این راستا نتایج در طی دو سال نشان داد که در برهمکنش ارقام بوره‌بوسک و KS'_{10} با پایه‌های "به" و کوئینس A، تجمع نشاسته در بالای محل پیوند مشاهده شد که می‌تواند به عنوان نشانه‌ای برای ناسازگاری پیوند در این برهمکنش‌ها تلقی شود.

آیزوزایم‌ها

پس از انجام الکتروفورز نتایج حاصل از بررسی الگوهای آیزوزایمی نشان داد که دو باند A (Rf= 0.86) و B (Rf=0.65) در برخی از نمونه‌ها وجود داشت. طبق این نتایج، در پایه‌های کوئینس A، دانهال "به" و پایه دانهالی زالزالک فقط باند A مشاهده شد. درحالی‌که در پایه دانهالی گلابی اروپایی و ارقام ویلیامزدوشس، KS'_{10} و بوره‌بوسک صرفا باند B مشاهده شد (جدول ۳).

آزمایش‌های Gulen و همکاران (۱۳) نشان داد که نوار موسوم به A به‌طور کامل با سازگاری گلابی روی پایه "به" در ارتباط است. حسن پور و همکاران (۱۵) گزارش کردند که نوار B در پایه کوئینس A مشاهده نمی‌شود که نتایج ما نیز موید این موضوع بود. گولن و همکاران (۱۳) تنها وجود نوار A را با سازگاری گلابی روی پایه‌های "به" مرتبط دانستند در حالی که حسن پور و همکاران (۱۵) گزارش کردند که وجود نوار B می‌تواند به‌عنوان یک نشانگر برای بروز وضعیت نیمه‌سازگاری در برهمکنش ارقام گلابی روی پایه کوئینس A در نظر گرفته شود.

جدول ۳- نوارهای آیزوزایمی پراکسیداز در پایه‌ها و پیوندک های مورد مطالعه.

Table 3. Isozyme peroxidase bands in the studied scions and rootstocks.

برهمکنش پایه و پیوندک Scion and rootstock interaction	نوارهای آیزوزایمی پراکسیداز Isozyme peroxidase bands	
	Band A	Band B
دانهال گلابی/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Pear seedling	-/-	+/+
دانهال گلابی/KS_{10} KS_{10} on Pear seedling	-/-	+/+
دانهال گلابی/ بوره بوسک Beurre Bosc on Pear seedling	-/-	+/+
دانهال زالزالک/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Hawthorn seedling	-/+	+/-
دانهال زالزالک/KS_{10} KS_{10} on Hawthorn seedling	-/+	+/-
دانهال زالزالک/بوره بوسک Beurre Bosc on Hawthorn seedling	-/+	+/-
دانهال به/ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince seedling	-/+	+/-
دانهال به/KS_{10} KS_{10} on Quince seedling	-/+	+/-
دانهال به/ بوره بوسک Beurre Bosc on Quince seedling	-/+	+/-
کوئینسA/ ویلیامز دوشس Williams Duchess on Quince A	-/+	+/-
کوئینس KS_{10}/A KS_{10} on Quince A	-/+	+/-
کوئینس A /بورره بوسک Beurre Bosc on Quince A	-/+	+/-

ارقام ویلیامزدوشس و بوره‌بوسک به ترتیب به‌عنوان ارقام سازگار و ناسازگار با پایه کوئینس A معرفی شده‌اند (۱). مقایسه باندهای آیزوزایمی این دو رقم با پایه کوئینسA نشان دادکه باند B در هر دو ترکیب پایه و پیوندک مشترک می‌باشد بنابراین وجود باند B به‌تنهایی نمی‌تواند بیانگر برهمکنش پیوندی سازگار یا ناسازگار این ارقام با پایه‌های"به" باشد. سانتامور و همکاران (۲۴) گزارش کردند که آنالیز آیزوزایم‌های بین پایه و پیوندک می‌تواند جهت پیش‌بینی ناسازگاری پایه و پیوندک به کار رود. سازگاری پیوند زمانی اتفاق می‌افتد که الگوی نوارهای آیزوزایمی بین پایه و پیوندک مشابه است. بنابراین می‌توان گزارش کرد که پایه‌های دانهالی گلابی با سه رقم مطالعه شده به‌صورت کامل سازگار هست ولی در ارتباط با پایه‌های "به" نیاز به بررسی بیش‌تری دارد، به این دلیل که نوار A که به‌عنوان نشانه کامل سازگاری بیان شده است، در هر سه پایه کوئینسA، دانهال "به" و دانهال زالزالک مشاهده شد لیکن این نوار در هیچ کدام از ارقام مطالعه شده دیده نشد، درحالی که سازگاری پایه کوئینسA با رقم ویلیامزدوشس از قبل مشخص شده است (۱). نوار B که به‌عنوان نشانه نیمه‌سازگاری بیان شده در هر دو رقم ویلیامزدوشس و بوره‌بوسک مشترک است و با توجه به مشخص شدن ناسازگاری رقم بوره‌بوسک با پایه کوئینس A، نوار B به‌تنهایی نمی‌تواند بیان کننده سازگاری یا عدم سازگاری پیوند باشد. نتایج حاصل از بررسی الگوهای آیزوزایمی نشان داد، وجود نوار B به‌تنهایی نمی‌تواند در برهمکنش ارقام با پایه‌های "به" با قطعیت ناسازگاری پیوندی را مشخص کند. در پایه‌های "به" نوار A می‌تواند جهت تشخیص سازگاری یا ناسازگاری پیوندی به کار گرفته شود. در رابطه با پایه زالزالک نیز، فقط باند A دیده شد که در هیچ یک از ارقام مطالعه شده وجود نداشت، که می‌تواند به‌طور نسبی ناسازگاری این پایه با سه رقم مطالعه شده را تائید کند ولی در رابطه با پایه‌های "به" نیاز به بررسی بیش‌تری دارد. Gulen و همکاران (۱۲) گزارش کرده بودند که تنها وجود نوار A دلیل بر سازگاری پیوندی است ولی آنها در بررسی دیگری نشان دادند که هر دو نوار A و B می‌تواند در سازگاری نقش داشته باشد (۱۲). همچنین حسن‌پور و همکاران (۱۵) گزارش کرده بودند که وجود نوار B می‌تواند دلیل بر سازگار بودن این ارقام با کوئینس A باشدکه این نتایج با نتایج این پژوهش همسو نبوده و نوار B در هر دو رقم بوره‌بوسک به عنوان رقم ناسازگار با این پایه و ویلیامزدوشس به عنوان رقم سازگار با این پایه مشاهده شد.

نتیجه گیری

به طورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که پایه دانهال گلابی بهترین پایه برای گلابی آسیایی رقم KS'_{10} و ارقام ویلیامزدوشس و بوره بوسک می‌باشد . همچنین پایه‌های دانهال "به" و پایه رویشی کوئینس A با ارقام بوره بوسک و KS'_{10} ناسازگار می باشد و پایه دانهالی زالزالک علی‌رغم القای پاکوتاهی به ارقام گلابی آسیایی و اروپایی، مورد مطالعه قابلیت استفاده در باغ‌های تجاری را نداشته و ناسازگار می‌باشد.

سپاسگزاری

مواد گیاهی مورد استفاده در این پژوهش از طرح ملی به شماره ۴۲۲۵ (شورای علمی کشور) و همچنین طرح ملی به شماره ۸۴۰۰۶ (صندوق حمایت از پژوهشگران کشور) تحت عنوان مطالعه سازگاری چند رقم گلابی آسیایی با شرایط آب و هوایی ایران: فاز ۲ بررسی سازگاری در چند نقطه آب و هوایی کشور که در دانشگاه تربیت مدرس در حال اجراست تأمین شده است که بدینوسیله تشکر می‌گردد.

منابع References

1. Abdollahi, H., D. Atashkar, and A. Alizadeh. 2012. Comparison of dwarfing effects of two hawthorn rootstocks on several commercial pear cultivars. Iran. J. Hort. Sci. 7(1): 63-53. (In Persian)
2. Arzani, K., D.E.S. Wood, and G.S. Lawes, 1999. Vegetative and reproductive response of mature Sundrop apricot trees to root pruning. Acta Hort. 488: 465-468.
3. Bell, R.L., H.A. Quamme, R.E.C. Layne, and R.M. Skirvin. 1996. Pears. In: Janick, J., Moore, J.N. (Eds). Fruit Breeding. Vol. I, Tree and Tropical Fruits. (Eds). Wiley John Sons, New York, USA. pp: 441–514
4. Bosa, K., J.E. Tobjasz, H.M. Kalaji, M. Majewska, and I.S. Allakhverdiev, 2014. Evaluating the effect of rootstocks and potassium level on photosynthetic productivity and yield of pear trees. J. Plant Physiol. 61(2): 231-237.

5. Darikova, A.J., A.E. Vaganova, V.Y. Savva, V.G. Kuznetsova, and M.A. Grachev. 2011. Grafts of woody plants and the problem of incompatibility between scion and rootstock (a review). J. Sib. Fed. Univ. - Biol. 1: 54-63.
6. Ermel, F.F., J.L. Poessel, M. Faurobert, and A.M. Catesson. 1997. Early scion/stock junction in compatible and incompatible pear/pear and pear/quince grafts: A histo-cytological study. Ann.Bot. 79: 505-515.
7. Errea, P., L. Garay, and J.A. Marin. 2001. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca*) using in vitro techniques. Plant Physiol. 112:135–141.
8. Errea, P. 1998. Implications of phenolic compounds in graft incompatibility in fruit tree species. Sci. Hort. 74: 195-205.
9. FAO. 2019. Production of Pears by countries and world total. UN food and agriculture organization, Statistics division.
10. Fernandez-Garcia, N., M. Carvajal, and E. Olmos. 2004. Graft union formation in tomato plants: peroxidase and catalase involvement. Ann. Bot. 93 (1): 53–60.
11. Güçlü, F.S. and F. Koyuncu. 2011. Peroxidase isozyme profiles in some sweet cherry rootstocks and '0900 Ziraat' cherry variety. Afr. J. Biotechnol. 11(3): 678-681.
12. Gulen, H., R. Arora, A. Kuden, L.S. Krebs, and J. Postman. 2002. Peroxidase isozyme profiles in compatible and incompatible pear-quince graft combination. J. Am. Soc. Hort. Sci. 127(2): 152-157.
13. Gulen, H., A. Kuden, J. Postman, and R. Arora, 2005. Total protein content and SDS-PAGE in pear scions grafted on quince A and pear seedling rootstocks. Turk. J. Agr. For. 29: 91-96.
14. Hudina, M., P. Orazem, J. Jakopic, and F. Stampar. 2014. The phenolic content and its involvement in the graft incompatibility process of various pear rootstocks (*Pyrus communis* L.). J. Plant Physiol. 171: 76-84.
15. Hasanpour, H., Gh. Davarinezhad, M. Azizi, and F. Shahriyari. 2006. Detection of graft compatibility of important Iranian pear cultivars on the rootstock of 'Queens A' using isoenzyme and starch studies. Iranian J. Hort. Sci. Tech. 7 (4): 217-228. (In Persian)
16. Jonald, R., D., Lukman, F. Schall, and P. Villemur. 1990. Early testing of graft incompatibility in apricot and lemon trees using in vitro technique. Sci. Hort. 43: 117–128.
17. Mendel, K. and A. Cohen. 1967. Starch level in the trunk as measure of compatible between stock and scion in citrus. J. Hort. Sci. 42:331-334.
18. Moore, R. 1983. Physiological aspects of graft formation. In: R. Moore (ed.), Vegetative Compatibility Responses in Plants. Baylor Univ. Press. 80-105.
19. Musacchi, S., M. Quartieri, and M. Tagliavini. 2006. Pear (*Pyrus communis* L.) and quince (*Cydonia oblonga* L.) roots exhibit different ability to prevent sodium and chloride uptake when irrigated with saline water. Eur. J. Agron. 24: 268-275.
20. Olmasted, A.M., S.N. Lang, and A.G. Lang. 2010. Carbohydrate profiles in the graft union of young sweet cherry trees grown on dwarfing and vigorous rootstocks. Sci. Hort. 124(1): 78-82.
21. Rem, R.C. and F.K. Robert. 1996. Rootstocks for Fruit Trees.326 p.
22. Rahmati, M., K. Arzani, A. Yadollahi, and H. Abdollahi. 2015. Investigation of nutrient concentration, chlorophyll production, carotenoid compounds, and photosynthetic properties of leaves in some European (*Pyrus communis* L.) and Asian *(Pyrus serotina* Rehd.) Cultivars on several different rootstocks. 9th Iranian Horticultural Science Congress. (In Persian)
23. Şişecioğlu, M., I., Gülçin, M. Çankaya, A. Atasever, M. Şehitoğlu, H. Kaya, and H. Özdemir. 2010. Purification and characterization of peroxidase from Turkish black radish (*Raphanus sativus* L.). J. Med. Plants Res. 4(12): 1187-1196.

24. Santamour, F.C., A.J. Mcardle and R.A. Jaynes. 1986. Cambial isoperoxidase patterns in *Castanea.* J. Environ. Hort. 5:14-16

25. Zapata, Ch., E. Delnens, S. Chaillou, and Ch. Magne´. 2004. Partitioning and mobilization of starch and N reserves in grapevine (*Vitis vinifera* L.). J. Plant Physiol. 161: 1031-1040.

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (1): 73-82 (2023)

Research article

Investigation of Scion and Rootstock Incompatibility in Some Asian (*Pyrus serotina* Rehd) and European (*Pyrus communis* L.) Pears

M. H. Mousavi, K. Arzani* and M. Rahmati[1]

In pear trees, most of the features concerning vegetative and reproductive growth are affected by rootstock, so to establish modern and standard orchards for European pear (*P. communis* L.) and Asian pear (*P. serotina* Rehd.) in the country, the selection of suitable rootstock is important. To achieve desirable rootstock for Asian pear cultivars in Iranian climate conditions and also investigate rootstock and scion interaction and graft incompatibility mechanism in pear, the current research was designed and performed on grafted four-year-old trees during the 2014-2016 growth seasons. The factorial experiment in a randomized complete block design with the first factor including pear rootstocks including European pear seedling rootstock, quince (*Cydonia oblonga* L.) seedling rootstock, hawthorn (*Crataegus atrosanguinea*) seedling rootstock and clonal rootstock of 'Quince A' and the second factor consisted of two European pear cultivars including 'Beurre Bosc' and 'Williams Duchess' and one Asian pear cultivar 'KS_{10}' were used. Also, the scion growth length and starch accumulation were investigated at the top and bottom of the graft union and isozyme patterns in different interactions were analyzed between rootstock and scion. The results of scion growth length indicated the highest and lowest growth of scion in the pear seedling rootstock and hawthorn rootstock, respectively. Also, the starch accumulation amount at the top and bottom of the graft union confirmed the graft incompatibility in the interaction of 'Quince A' and quince rootstock with 'Beurre Bosc' and 'KS_{10}' cultivars. The investigation of the isozyme pattern indicated complete incompatibility of hawthorn rootstock with the studied cultivars.

Keywords: Graft incompatibility, Scion/rootstock interaction, pre-screening graft incompatibility.

1. Former M.Sc. Student of Horticultural Science, Professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, Tehran and Assistant Professor of Horticultural Science, Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture and Natural Resources University of Khuzestan, Ahvaz, Iran, respectively..

*Corresponding Author, Email: (arzani k@modares.ac.ir).