مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۴ صفحه‌های ۴۱۵ تا ۴۲۸ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

بررسی سازگاری پیوند بادام و آلو روی برخی گونه‌های وحشی و دورگه‌های بین‌گونه‌ای بادام[1]

Evaluating Budding Compatibility of Almond and Plum on Some Wild Species and Interspecific Hybrids of Almond

نرگس ملک حسینی، علی قرقانی*، سعید عشقی و زیبا امیدی فرد[2]

چکیده

برای احداث موفقیت‌آمیز باغ‌های بادام انتخاب پایه مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است. به‌تازگی گونه‌های وحشی بادام به‌دلیل مقاومت بالا به تنش‌های زیستی و غیرزیستی از دید پایه مورد توجه قرار گرفته‌اند. این پژوهش به‌منظور بررسی امکان پیوند و هم‌چنین برهمکنش ترکیب‌های پیوندی مختلف شامل دو پیوندک بادام رقم نان پاریل و آلوی شابلون و هشت پایه بذری مختلف شامل گونه‌های اهلی و وحشی بادام و هم‌چنین برخی دورگه‌های بین‌گونه‌ای آن‌ها انجام شد. نتیجه‌های اندازه‌گیری‌های رویشی در دو مرحله پیش از پیوند نشان داد که پایه بذری دورگه هلو × بادام (GF677) بیشترین میزان شاخص‌های رشد را داشت. اندازه‌گیری‌های پس از پیوند نشان داد که در هر دو پیوندک آلو و بادام بیشترین گیرایی نهایی مربوط به پایه بادام تلخ (۸۲/۵۰٪ و ۸۰/۴۶٪، به ترتیب در پیوندک آلو و بادام) و کمترین گیرایی مربوط به دورگه هلو × بادام (۱۴/۶۶٪ و ۳۶/۶۰٪ به ترتیب در پیوندک آلو و بادام) بود. در مورد شاخص‌های رشدی در مرحله بعد از پیوند پایه‌های دورگه بادام اهلی × ارژن، بالاترین و بادام‌کوهی، کمترین مقادیر ارتفاع و قطر تنه را داشتند. بیشینه و کمینه میزان کلروفیل کل به ترتیب مربوط به پایه‌های دورگه هلو × بادام و دورگه ارژن × بادام‌کوهی بود.

واژه‌های کلیدی: بادام، گونه‌های وحشی، دورگه‌های بین‌گونه‌ای، پایه، پیوندک.

مقدمه

پیوند از روش‌های افزایش گیاهان است که قرن‌ها برای بهره‌وری اقتصادی محصول‌های باغی مورد استفاده قرارگرفته است (۲۵). پیوند می‌تواند به گیاهان در سازگاری به تنش‌های زیستی مانند مقاومت در برابر عوامل بیماری‌زا و تحمل تنش‌های غیرزیستی از جمله خشکی، شوری و کمبود ماده‌های معدنی کمک کند. افزون بر این‌ها، هدف‌های دیگری نیز از پیوند زدن مد نظر می‌باشد که می‌توان به زود باردهی و هم‌چنین کاهش اندازه درختان به‌وسیله پایه‌های پاکوتاه کننده و افزایش تولید اشاره کرد (۲). سال‌هاست که در کشورهای توسعه‌یافته پژوهش‌های متعددی به‌منظور یافتن پایه‌های مناسب برای درختان میوه مختلف انجام‌شده و یا در حال انجام است (۵).

ایران یکی از مهم‌ترین مناطق منشأ و تنوع گونه‌های وحشی بادام در جهان است. بیش از ۲۰ گونه طبیعی تاکنون در ایران شناسایی‌شده‌اند (۲۱). گونه‌های بادام وحشی از سازگاری خوبی در مناطق گرم و خشک برخوردارند و به تنش‌های دمایی و شوری نیز متحمل هستند. این گونه‌ها نقش‌های زیادی از نظر اقتصادی ایفا می‌کنند. برای مثال، افراد بومی از آن‌ها برای اهداف مختلف مانند پایه برای بادام و سایر گونه‌های جنس *Prunus* استفاده می‌کنند (۸). گونه‌های وحشی بادام دارای مقاومت‌های بالاتری نسبت به تنش‌های محیطی و زیستی هستند (۲۱) و افزون بر این دارای ویژگی‌های مهم دیگری هم چون دیرگلی، خودباروری و پاکوتاه کنندگی نیز هستند (۱۷). ناسازگاری پیوند در جنس هلوسا مانند گیلاس، بادام، هلو، آلو و

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۵/۲۲

۲- به‌ترتیب دانشجوی پیشین کارشناسی ارشد، دانشیار، استاد و دانشجوی دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (agharghani@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

به‌ویژه زردآلو، یک مشکل محسوب می‌شود. ناسازگاری بین پایه و پیوندک ممکن است با کاهش رشد ساقه باعث کاهش انتقال آب شود که ممکن است به مرگ گیاه منجر شود. ناسازگاری پیوند به‌طورکلی در مراحل اولیه توسعه پیوند، در زمان شکل‌گیری اتصال‌های آوندی، رخ می‌دهد. بااین‌حال، نشانه‌ها ممکن است در مراحل مختلف رشدی گیاه خود را نشان دهند، مانند رشد کم گیاه که مربوط به تفاوت فیزیولوژیک در قطر ساقه می‌باشد که در جریان انتقال ماده‌های فتوسنتزی و چوبی شدن بافت پیوند شده اختلال ایجادشده است. این نشانه‌ها در طول دوره باردهی گیاه بیشتر ظاهر می‌شود، چون گیاه نیاز بیشتری به انتقال آب دارد (۲). دو نوع ناسازگاری پیوند به‌عنوان ناسازگاری موضعی و منتقل‌شونده شناخته‌شده است. این دو نوع ناسازگاری می‌توانند به‌طور مشترک در یک ترکیب پیوندی وجود داشته باشند. در نوع منتقل‌شونده برگ‌ها زرد رنگ شده و زودتر از موعد ریزش می‌کنند و باعث توقف رشد درخت می‌شود. در ناسازگاری موضعی قسمت‌های منقطع در آوندها و بافت کامبیوم وجود دارد که منجر به اتصال‌های آوندی ضعیف شده و پیوند به‌خوبی شکل نمی‌گیرد (۳۲). از ناسازگاری موضعی می‌توان به پیوند گلابی روی به (۱۳) و یا پیوند زردآلو روی سایر هلوساها مانند هلو، آلو و دورگه هلو × بادام اشاره کرد (۳۶).

ویژگی‌های آناتومیک، فیزیولوژیک و بیوشیمیایی هر ترکیب پایه و پیوندک مستقل است. بنابراین، پایه می‌تواند تمام جنبه‌های رقم پیوندک را زیر تأثیر قرار دهد. رقم پیوندک نیز عمق و گسترش رشد ریشه در پایه را زیر تأثیر قرار می‌دهد (۳۴). پایه می‌تواند روی فتوسنتز تأثیر بگذارد، رشد و ترکیب معدنی گیاهان پیوند شده را تغییر دهد و هم‌چنین کارایی جذب عنصرهای ضروری را افزایش دهد (۱).

به‌طور سنتی از گونه‌های مقاوم به‌عنوان پایه برای بادام و سایر گونه‌های *Prunus* spp. مانند آلو و هلو استفاده می‌شود (۹). سابقه استفاده از گونه‌های بادام به‌عنوان پایه در ایران (استان فارس) به حدود ۳۰۰ سال پیش می‌رسد. در حال حاضر، در بیش از ۵۰۰۰ هکتار از باغ‌های بادام فارس، کرمان، بوشهر و هرمزگان از پایه‌های وحشی استفاده شده است (۱۶). گزارش‌شده است که بادام‌های وحشی *P. spinosissima* و *P. spartiodes* که بومی ایران هستند توسط افراد محلی در مناطق خشک کشور پیوند سرشاخه می‌شوند و هم‌چنین گزارش‌شده است که پایه *P. bucharica* مناسب برای بادام در شرایط دیم است (۱۶). استفاده از گونه وحشی بادام *P. webbi* به‌عنوان پایه در کشور یوگوسلاوی سابق موردبررسی و ارزیابی قرارگرفته است (۳۸). هم‌چنین دانهال‌های *P. webbi* حدود ۳۰ تا ۵۰٪ از *P. communis* کوتاه‌تر هستند و از لحاظ قدرت رشد نیز به همین نسبت ضعیف‌تر هستند و بنابراین می‌توانند به‌عنوان پایه بادام، شلیل و هلو مورد استفاده قرار گیرند (۳۵).

در ایران بادام را بیشتر روی پایه بذری بادام تلخ و به‌تازگی پایه دورگه هلو × بادام GF677 پیوند می‌زنند و آلو نیز بیشتر روی پایه بذری آلوچه پیوند می‌شود. این پایه‌ها بسیار پر رشد هستند و خلاف تحمل نسبی در برابر خشکی (به‌ویژه دو پایه بیان‌شده برای بادام) در شرایط خشک‌سالی‌های شدید اخیر با چالش جدی مواجه بوده‌اند؛ بنابراین، به دلیل تغییرهای اقلیمی و چشم‌انداز کم‌آبی موجود در کشور، با توجه به تحمل بیشتر گونه‌های وحشی و دورگه‌های بین‌گونه‌ای اهلی و وحشی بادام اگر بتوان از این ذخایر ژنتیکی به‌عنوان پایه برای بادام و میوه‌های هسته‌دار استفاده کرد، شاید بتوان به صنعت تولید بادام و حتی سایر میوه‌های هسته‌دار در نواحی کم آب رونق دوباره‌ای بخشید. پژوهش حاضر به‌منظور بررسی سازگاری پیوندک‌های بادام و آلو روی برخی گونه‌های وحشی و دورگه‌های بین‌گونه‌ای بادام صورت گرفت و شاخص‌های رشدی و بیوشیمیایی موردبررسی قرار گرفتند.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بخش علوم باغبانی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز واقع در منطقه باجگاه که در ۱۵ کیلومتری شمال شرقی شیراز قرار دارد، در سال‌های ۹۶-۱۳۹۵ انجام شد. براساس اطلاعات حاصله از نزدیک‌ترین ایستگاه‌های هواشناسی، در طول دوره آزمایش کمینه دمای مطلق برابر ۴- درجه سلسیوس در دی‌ماه و بیشینه دمای مطلق ۳۹ درجه سلسیوس در تیرماه و متوسط دما، ۱۹/۲۹ درجه سلسیوس بود. رطوبت نسبی کمینه برابر ۱۵/۲۴٪ در تیرماه و در ساعت ۱۲:۳۰ و بیشینه نم نسبی ۷۹/۹۳٪ و در بهمن‌ماه در ساعت ۶:۳۰ و متوسط رطوبت نسبی ۳۴/۰۷٪ بود. میزان بارندگی در این سال ۲۶۵ میلی‌متر بود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

ماده‌های گیاهی

ماده‌های گیاهی شامل دو پیوندک شناخته‌شده و مشهور بادام رقم نان پاریل[1] و آلوی شابلون[2] (که هر دو افزون بر اهمیت جهانی، به‌تازگی در ایران نیز در مقیاس وسیع کشت‌شده است) و هشت پایه بذری مختلف شامل بذرهای حاصل از گرده‌افشانی آزاد بادام تلخ (*Prunus dulcis*) و دورگه هلو × بادام (GF677) به‌عنوان دو پایه متداول در ایران، ارژن (*P. eleagnifolia*) و بادام‌کوهی (*P. scoparia*) به‌عنوان دو گونه وحشی بادام با پراکنش وسیع در ایران که سابقه استفاده به‌عنوان پایه را هم دارند و چهار دورگه بین‌گونه‌ای طبیعی بادام اهلی، ارژن و بادام‌کوهی بودند. بدین منظور بذر گونه بادام تلخ از کلکسیون بادام مرکز تحقیقات شهرکرد و بذر گونه‌های وحشی ارژن و بادام‌کوهی از کلکسیون دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز، بذر GF677 از باغ مادری نهالستان بهرام واقع در منطقه مشکان نیریز و بذرهای دورگه‌های بین‌گونه‌ای از منطقه اکبرآباد در شیراز جمع‌آوری شد.

بذرهای انتخاب‌شده تازه و مربوط به همان سال بودند. بذرها برای رفع خفتگی و تأمین نیاز سرمایی، در شرایط سرمادهی مرطوب برای مدت یک ماه در دمای بین دو تا هفت درجه سلسیوس قرار گرفتند. برای این منظور بعد از شستشو، بذرها با استفاده از قارچ‌کش کاپتان (۳ در هزار) ضدعفونی و سپس بذرهای هر نژادگان به‌صورت جداگانه در ماسه‌بادی مرطوب در یک کیسه پلاستیکی قرار داده شد. پس از ظهور ریشه‌چه و رشد اولیه، آن‌ها به زمینی با خاک لومی-رسی که به‌صورت جوی و پشته آماده‌شده بود، منتقل شدند. بذرها در قالب طرح آماری مربوطه با فاصله ۱۲ سانتی‌متر و بین ردیف‌ها با فاصله ۵۰ سانتی‌متر کشت شدند. آبیاری دانهال‌ها به روش قطره‌ای انجام شد و کوددهی با کود اوره به میزان ۳۰۰ کیلوگرم در هکتار (به‌صورت تقسیط شده در سه مرحله در فصل رشد) و محلول‌پاشی با کود مایع حاوی عنصرهای پرمصرف (۲۰-۲۰-۲۰) و کم‌مصرف انجام شد. حذف علف‌های هرز نیز به صورت دستی و طی سه مرحله در طول فصل رشد انجام شد. در نهایت بعد از رسیدن همه دانهال‌ها به کمینه اندازه قابل قبول برای پیوند (دستکم ۷ میلی‌متر قطر) در بهار سال بعد (خردادماه) به روش پیوند جوانه نوع سپری (T)، توسط یک پیوند زن حرفه‌ای پیوند شدند و محل پیوند توسط نوار پارافیلم محکم بسته شد. مراقبت‌های زراعی بعد از پیوند شبیه فصل رشد قبل (پیش از پیوند) بود.

اندازه‌گیری‌ها

اندازه‌گیری شاخص‌های رشدی در سه مرحله شامل انتهای فصل رشد سال اول (مهرماه) پیش از پیوند، خرداد سال دوم پیش از پیوند و پایان فصل رشد سال دوم (مهرماه) پس از پیوند، انجام شد. اندازه‌گیری‌های پیش از پیوند جهت بررسی و مقایسه رشد پایه‌ها و اندازه‌گیری‌های پس از پیوند جهت بررسی و مقایسه اثر پایه‌ها روی رشد پیوندک بود. ارتفاع و قطر دانهال‌ها، شمار انشعاب‌های دانهال، طول و عرض برگ، درصد ماده خشک و درصد خاکستر در پایان فصل رشد اول مورد ارزیابی قرار گرفت. برای اندازه‌گیری وزن خشک، برگ‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند و سپس وزن گردیدند و هم‌چنین برای اندازه‌گیری درصد خاکستر، برگ‌هایی که در آون قرار داده شده بودند، به مدت ۲۴ ساعت در کوره در دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و با اندازه‌گیری وزن خاکستر موجود و وزن خشک برگ‌ها، درصد خاکستر محاسبه گردید.

اندازه‌گیری‌های پس از پیوند شامل تمام اندازه‌گیری‌های پیش از پیوند که در بالا بیان شد به اضافه درصد گیرایی اولیه (در تیرماه) و نهایی (در مهرماه) پیوند، نشانه‌های ظاهری ناسازگاری (کاهش رشد، ریزش برگ و تغییر رنگ برگ) و نشانه‌های درونی ناسازگاری (شامل برخی ماده‌های شیمیایی مانند فنول‌ها، قند و نشاسته) بود. برای اندازه‌گیری قند از روش فنول اسید سولفوریک استفاده شد. نشاسته به روش مک‌کریدی اندازه‌گیری شد و میزان فنول کل با روش فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری گردید. مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ تازه با استفاده از دی متیل سولفوکساید (DMSO) اندازه‌گیری و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد (۱۵).

$$\text{Chlorophyll } a \text{ (mg g}^{-1}\text{ F.W)} = \frac{12.7(A663) - 2.69(A645) \times Volume\ made}{Wt.\ of\ the\ sample \times 10}$$

۱- Non Pareil

۲- Shablon

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

$$\text{Chlorophyll } b \text{ (mg g}^{-1}\text{ F.W)} = \frac{22.9(A645) - 4.68(A663) \times Volume\ made}{Wt.\ of\ the\ sample \times 10}$$

$$\text{Total chlorophyll (mg g}^{-1}\text{ F.W)} = \frac{20.2(A645) + 8.02(A663) \times Volume\ made}{Wt.\ of\ the\ sample \times 10}$$

$$\text{Carotenoid (mg g}^{-1}\text{ F.W)} = \frac{1000(A470) - 1.82\ Ca - 8502\ Cb}{198}$$

که در آن C_a مقدار کلروفیل *a*، C_b مقدار کلروفیل *b* می‌باشد.

به‌منظور اندازه‌گیری عنصرهای غذایی فسفر، پتاسیم، آهن، روی و منگنز ۲۰ برگ از هر واحد آزمایشی از میانه شاخه‌های فصل رشد جاری برداشت شد و پس از خشک‌کردن در آون در دمای ۷۵ درجه سلسیوس به مدت ۷۲ ساعت، حدود یک گرم برگ آسیاب و در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سلسیوس به مدت ۲۴ ساعت حرارت داده شد. فسفر به روش آمونیوم مولیبدات و آمونیوم وانادات، پتاسیم به روش نشر شعله‌ای و با استفاده از دستگاه فلیم‌فوتومتر و غلظت عنصرهای آهن، منگنز و روی در عصاره‌های گیاهی تهیه شده به روش هضم تر، توسط دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری و گزارش شد.

واکاوی داده‌ها

این مطالعه به‌صورت دو آزمایش مستقل برای دو پیوندک آلو و بادام در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با ۸ نوع پایه و سه تکرار انجام شد. در هر واحد آزمایشی۲۰ گیاه وجود داشت که از میانگین داده‌های برداشت شده از آن‌ها برای واکاوی داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۴ استفاده شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن[۲] در سطح ۵٪ انجام گرفت. باید بیان شود که اندازه‌گیری‌های پیش از پیوند به‌دلیل نداشتن فاکتور پیوندک به‌صورت طرح بلوک کامل تصادفی با ۸ تیمار (۸ پایه)، سه تکرار و تعداد ۴۰ گیاه در هر واحد آزمایشی واکاوی شد و داده‌های پس از پیوند به‌صورت مستقل برای دو پیوندک آلو و بادام واکاوی و گزارش‌شده است.

نتایج و بحث

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده پیش از پیوند

نتیجه‌ها نشان داد در ویژگی‌های طول و عرض برگ در ۸ پایه بادام تفاوت معنی‌داری بین پایه‌ها وجود داشت که بیشترین (۴/۴۶ سانتی‌متر) و کمترین (۱/۱۷ سانتی‌متر) طول برگ به ترتیب مربوط به دورگه هلو × بادام و ارژن بود. در صفت عرض برگ بیشترین مقدار مربوط به بادام تلخ (۱/۱۴ سانتی‌متر) و کمترین میزان متعلق به بادام‌کوهی (۰/۳۱ سانتی‌متر) بود.

در اندازه‌گیری صفت ارتفاع دانهال در دو مرحله پیش از پیوند، بیشترین اندازه مربوط به دورگه هلو × بادام (به ترتیب ۶۵ و ۱۰۲/۷۰ سانتی‌متر در مراحل اول و دوم) و کمترین آن در مراحل اول (۲۳/۷ سانتی‌متر) و دوم (۳۶/۸ سانتی‌متر) به ترتیب مربوط به گونه‌های بادام‌کوهی و ارژن بود. نتیجه‌های اندازه‌گیری قطر دانهال نیز نشان‌دهنده یک روند به‌طور کامل مشابه است و دورگه هلو × بادام در دو مرحله اندازه‌گیری بیشترین قطر (به ترتیب ۸/۹۷ و ۱۴/۸۶ میلی‌متر در مراحل اول و دوم) را نشان داد و گونه‌های بادام‌کوهی و ارژن کمترین قطر را به ترتیب در مرحله اول (۴/۴۳ میلی‌متر) و دوم (۶/۴۱ میلی‌متر) داشتند (جدول ۱).

میانگین تعداد و طول شاخه‌های فرعی تنها در یک مرحله و در پایان سال اول اندازه‌گیری شد که بیشترین میانگین تعداد (۱۱/۸۳) و طول (۲۵/۱۲ سانتی‌متر) شاخه‌های فرعی به ترتیب در دورگه‌های ارژن × بادام‌کوهی و هلو × بادام دیده شد و کمترین میانگین شمار (۱/۳۳) و طول (۴/۱ سانتی‌متر) شاخه‌های فرعی مربوط به بادام‌کوهی بود (جدول ۱). در اندازه‌گیری‌های هر دو مرحله پیش از پیوند، بیشترین درصد ماده خشک (۵۱ تا ۶۴٪) در ارژن و دورگه‌های آن مشاهده شد و دورگه هلو × بادام کمترین درصد ماده خشک (۴۶٪) را نشان داد. هم‌چنین، بیشترین درصد خاکستر در هر دو مرحله در ارژن و برخی دورگه‌های آن مانند دورگه بادام‌کوهی × ارژن و کمترین مقدار در دورگه هلو × بادام وجود داشت (جدول ۱). به‌طورکلی هر دو درصد ماده خشک و خاکستر در مرحله اول (پایان فصل رشد اول) بیشتر از مرحله دوم (پیش از پیوند در خردادماه سال دوم) بود.

دانهال‌ها از نظر اندازه، شکل، تنومندی، الگوی شاخه‌دهی، ریشه‌دهی، رشد و عاد باردهی تفاوت دارند و این الگو برحسب ارقام و گونه می‌تواند متفاوت باشد. رشد سالیانه دورگه هلو × بادام زیاد بود که در سایر منابع علمی هم رشد قوی این پایه در مقایسه با سایر دورگه‌های بین‌گونه‌ای *Prunus* گزارش شده است که به خاطر ویژگی‌های ژنتیکی این پایه خاص می‌باشد

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

(۲۳). هم‌چنین، گزارش‌شده است که برتری پایه دورگه هلو × بادام از نظر شاخص‌های رشدی سبب شده که این پایه در صنعت کشت میوه هلو و حتی بادام در خاک‌های ضعیف در مناطق مدیترانه‌ای کاربرد بسیاری داشته باشد (۳۵). البته، با توجه به اهمیت روزافزون پایه‌های کوتاه کننده در صنعت میوه‌کاری جهت توسعه باغ‌های متراکم برای بادام و هسته‌دارها (۹)، ارتفاع کم برخی از گونه‌های وحشی مثل بادام‌کوهی و ارژن و به‌ویژه دورگه‌های بین‌گونه‌ای آن‌ها که در این مطالعه ارزیابی شده است، نشان‌دهنده پتانسیل کوتاه کنندگی آن‌ها است که می‌تواند بسیار ارزشمند باشد. درصد بالای ماده خشک و خاکستر برگ یکی از شاخص‌های تحمل به خشکی در گیاهان است که به‌تازگی در گزینش‌های اولیه جمعیت‌های اصلاحی و ژرم پلاسم بسیار مورد توجه قرار گرفته است (۳)؛ بنابراین، بالا بودن این شاخص‌ها در گونه‌های وحشی به‌ویژه ارژن و دورگه‌های بین‌گونه‌ای آن نشان‌دهنده ارزش بالای این گیاهان برای برنامه‌های اصلاحی پایه‌های بادام و میوه‌های هسته‌دار می‌باشد.

ویژگی‌های اندازه‌گیری شده پس از پیوند

گیرایی پیوند

یک پیوند موفق شامل مجموعه‌ای از فرایندهای ساختاری و زیست‌شیمیایی می‌باشد که شامل تشکیل پینه، ایجاد بافت آوندی جدید و شکل‌گیری یک سیستم آوندی کارآمد بین پایه و پیوندک است که می‌توانند زیر تأثیر عوامل مختلفی باشد. نتیجه‌های حاصل از درصد گیرایی اولیه و نهایی در ۸ پایه ارزیابی‌شده نشان داد که تفاوت معنی‌داری بین پایه‌ها وجود دارد به‌طوری‌که بیشترین درصد گیرایی نهایی با پیوندک بادام در پایه بادام تلخ (۸۰/۴۶٪) مشاهده شد که البته اختلاف معنی‌داری با پایه‌های دورگه ارژن × بادام‌کوهی (۷۸/۴۳٪) و بادام اهلی × ارژن (۷۷/۷۳٪) نداشت و کم‌ترین آن (۳۶/۶۰٪) مربوط به دورگه هلو × بادام (GF677) بود. بیشترین (۸۲/۵۰٪) و کمترین (۱۴/۶۶٪) درصد گیرایی نهایی با پیوندک آلو نیز به ترتیب مربوط به پایه‌های بادام تلخ و دورگه هلو × بادام بود. به‌طورکلی بهترین نتیجه‌های گیرایی پیوند مربوط به بادام تلخ، ارژن و دورگه‌های بادام اهلی × ارژن و ارژن × بادام‌کوهی بود (جدول ۲). در پژوهش دیگری، درصد گیرایی بادام روی پایه‌های بادام‌کوهی و ارژن به ترتیب ۶۰ و ۵۰٪ گزارش شده است (۲۱) که در مورد بادام‌کوهی مشابه اما در مورد ارژن بسیار پایین‌تر از نتیجه‌های پژوهش کنونی می‌باشد. بخشی از نتیجه‌های گیرایی پیوند به‌نسبت ضعیف در پایه دورگه هلو × بادام (به‌ویژه با پیوندک بادام که انتظار سازگاری بالایی وجود داشت) را می‌توان به رشد قطری بیش از حد آن در هنگام پیوند نسبت داد که به دلیل یکنواختی آزمایش، صبر شد تا سایر پایه‌ها نیز به کمینه قطر لازم برای پیوند برسند، درحالی‌که زمان مناسب پیوند این پایه شاید خیلی زودتر فرا رسیده بود.

پژوهش‌ها نشان داده است که گیرایی ترکیب‌های پیوندی متأثر از نوع پایه، نوع پیوندک و روش پیوند می‌باشد (۱۶). در این پژوهش همان‌طور که انتظار می‌رفت پیوندک بادام سازگاری بیشتری نسبت به پیوندک آلو نشان داد. اتصال پایه و پیوندک لازمه رشد مطلوب، جذب آب و ماده‌های معدنی و انتقال آن‌هاست و کمبود آب و ماده‌های معدنی در پیوندک باعث کاهش ساخت ماده‌های کربوهیدراتی و به دنبال آن کاهش رشد ریشه و در نهایت کاهش جذب آب و جذب فعال نمک‌ها می‌گردد (۲۲). در برخی از پژوهش‌ها روی گردو نشان داده شده است که استفاده از پایه‌های پر رشد و قوی در افزایش گیرایی پیوند تأثیر مثبت داشته است. این تأثیر بیشتر به خاطر توانایی بالای این پایه‌ها در تأمین آب و ماده‌های غذایی مورد نیاز و ذخیره بالای کربوهیدرات‌ها و قندهای محلول در اندام‌های آن‌ها بیان شده است که در هنگام جوش خوردن محل پیوند استفاده می‌شوند (۲۸). تفاوت بین درصد گیرایی پیوند در مرحله‌های ابتدایی و نهایی می‌تواند ناشی از عوامل اقلیمی و ویژگی‌های ژنتیکی و آناتومیکی پایه‌ها باشد، هرچند این واقعیت را هم بایستی مدنظر داشت که برخی از نشانه‌های ناسازگاری در ابتدای پیوند وجود دارد، اما حضور یکسری از تغییرهای بیوشیمیایی ممکن است منجر به اندک نشان دادن نشانه‌ها و تأخیر ناسازگاری شود (۳۱).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

جدول ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی ۸ پایه بذری بادام در دو مرحله (شهریور ۱۳۹۵ و خرداد ۱۳۹۶) قبل از کوپیوند.

Table 1. Mean comparison of vegetative traits of 8 almond seedling rootstocks in two stages (September 2016 and June 2017) before budding.

پایه دانهالی Seedling rootstock	طول برگ Leaf length (cm)	عرض برگ Leaf width (cm)	تعداد شاخه فرعی Laterals number	طول شاخه فرعی Laterals length (cm)	ارتفاع درخت Plant height (cm)		قطر درخت Tree diameter (mm)		ماده خشک Dry matter (%)		خاکستر Ash (%)	
	مرحله اول First stage				مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage	مرحله اول First stage	مرحله دوم Second stage
GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis × P. persica*	4.46a	0.93b	10.50a	25.12a	65.0a	102.7a	8.97a	14.86a	46c	39b	3.0c	2.0c
ارژن *P. elaeagnifolia*	1.17de	0.33d	5.16bc	9.60bc	26.7d	36.8e	4.58b	6.41c	54abc	64a	8.8ab	7.3a
ارژن × بادام اهلی *P. dulcis × P. elaeagnifolia*	1.45de	0.39d	8.30ab	12.57b	29.2d	51.0cde	5.55b	9.18abc	54abc	41b	8.8ab	4.4bc
ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia × P. elaeagnifolia*	1.67d	0.64c	11.83a	14.67b	42.8c	54.2cd	7.66a	10.88abc	58ab	53ab	7.9b	6.3ab
بادام‌کوهی *P. scoparia*	1.21de	0.31d	1.33e	4.10c	23.7d	39.3de	4.43b	13.13ab	49bc	47b	7.3b	5.4ab
بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	3.53b	1.14a	4.00cd	15.18b	39.9c	66.6c	7.66a	10.96abc	53abc	48ab	3.2c	4.3bc
بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. dulcis*	2.69c	0.81bc	8.50ab	15.98b	56.8b	85.7b	7.83a	12.9ab	60a	44b	3.3c	4.8ab
بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. scoparia*	1.38de	0.41d	4.43cd	9.55bc	30.9d	42.2de	4.93b	8.17bc	51abc	54ab	10.9a	7.2a

†Means followed by different letters in columns are significantly different at 5% level using Duncan's test.

†میانگین‌های دارای حرف‌های متفاوت در ستون‌ها در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌دار هستند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

اثرهای پایه بر رشد رویشی پیوندک

بیشترین ارتفاع پیوندک بادام (۷۳/۷۷ سانتی‌متر) روی پایه دورگه بادام اهلی × ارژن، اما در مورد پیوندک آلو (۸۳/۸۳ سانتی‌متر) روی پایه دورگه بادام‌کوهی × ارژن مشاهده شد. کمترین ارتفاع پیوندک در هر دو پیوندک بادام (۲۶/۶۷ سانتی‌متر) و آلو (۱۸ سانتی‌متر) روی پایه بادام‌کوهی مشاهده گردید (جدول ۳). روند مشاهده شده در سایر ویژگی‌های رویشی نیز تا حدود زیادی شبیه ارتفاع پیوندک بود و به‌طورکلی بر اساس شاخص‌های رشدی اندازه‌گیری شده، پیوندک بادام بیشترین میزان شاخص‌های رشدی را روی دو پایه دورگه هلو × بادام و بادام اهلی × ارژن و کمترین میزان را نیز روی پایه بادام‌کوهی داشت، اما در پیوندک آلو بیشترین رشد روی پایه‌های بادام تلخ و دورگه‌های ارژن × بادام‌کوهی و ارژن × بادام اهلی و کمترین میزان روی پایه بادام‌کوهی مشاهده شد (جدول ۳).

جدول ۲- مقایسه میانگین برهمکنش و اثرهای اصلی پایه و پیوندک بر درصد گیرایی اولیه و نهایی کوپیوند.

Table 2. Mean comparison of interaction and main effects of rootstocks and scions on percent primary and final budding success.

پایه دانهالی Seedling rootstock	درصد گیرایی اولیه (مهرماه) Primary budding success (July) (%) پیوندک آلو Plum scion	 پیوندک بادام Almond scion	درصد گیرایی نهایی (تیرماه) Final budding success (October) (%) پیوندک آلو Plum scion	 پیوندک بادام Almond scion
GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis* × *P. persica*	22.06e	66.43c	14.66f	36.60e
ارژن *P. elaeagnifolia*	91.90ab	83.66b	79.33a	73.36ab
ارژن × بادام اهلی *P. dulcis* × *P. elaeagnifolia*	71.16d	60.40c	35.10e	46.03d
ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia* × *P. elaeagnifolia*	83.40c	87.30b	71.50bc	78.43a
بادام‌کوهی *P. scoparia*	75.40d	65.06c	54.83d	56.30c
بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	95.66a	88.43b	82.50a	80.46a
بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. dulcis*	90.50ab	96.90a	76.40ab	77.73a
بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia*	91.23ab	96.83a	67.90c	61.50bc

†For each scion cultivar, means of rootstocks followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$, according to Duncan's multiple range test.

†در هر رقم پیوندک، میانگین‌های مربوط به پایه‌های با حرف‌های مشابه در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

بررسی‌های پیشین با به‌کارگیری پایه دورگه هلو × بادام بیانگر قدرت رشدی به‌نسبت بالای این پایه می‌باشد (۲۴). قدرت رشد بالای پایه دورگه هلو × بادام و هم‌چنین بادام تلخ هرچند در خاک‌های ضعیف و مناطق کم آب یک سودمندی به‌حساب می‌آید، اما در باغداری مدرن که درختان کوتاه و تراکم کشت بالا مدنظر است، قدرت رشد بالای این پایه‌ها یکی از جنبه‌های منفی آن‌هاست. از این رو، در سال‌های اخیر برنامه‌های بهنژادی در تلاش هستند تا از دورگه‌های بین‌گونه‌ای جنس هلوسا پایه‌هایی با پتانسیل کوتاه‌کنندگی را جهت ایجاد باغ‌های متراکم معرفی نمایند (۶). بر اساس اندازه‌گیری‌های رشدی پیوندک‌ها کمترین ارتفاع، قطر، شمار گره، طول میانگره و شاخه‌های جانبی روی پایه بادام‌کوهی و یکی از دورگه‌های ارژن × بادام اهلی مشاهده شد (جدول ۳) که بیانگر پتانسیل کوتاه‌کنندگی این ماده‌های ژنتیکی برای بهره‌برداری مستقیم و یا استفاده در

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

برنامه‌های بهنژادی پایه می‌باشد. هرچند برای اطمینان بیشتر بایستی مطالعه‌های طولانی مدت‌تری روی این نژادگان‌ها صورت گیرد. اثرهای پایه بر رشد و ریخت‌شناسی پیوندک در بادام (۲۱) انگور (۱۹) و سیب (۲۰) نیز گزارش شده است.

بررسی نتیجه‌های مربوط به سطح برگ کل پیوندک‌ها نشان داد که پیوندک‌های آلو نسبت به بادام سطح برگ بزرگ‌تری داشتند. آلو بیشترین سطح برگ کل (۳۰۰ سانتی‌متر مربع) را روی پایه بادام تلخ و کمترین مقدار (۶۲/۲ سانتی‌متر مربع) را روی پایه دورگه هلو × بادام نشان داد، اما در پیوندک بادام بیشترین سطح برگ (۱۴۶/۴ سانتی‌متر مربع) روی پایه دورگه هلو × بادام و کمترین مقدار (۵۲/۲ سانتی‌متر مربع) روی پایه دورگه ارژن × بادام اهلی مشاهده شد. سطح برگ درختان بسیار وابسته به گونه و رقم است، اما درختان قوی‌تر، اغلب سطح برگ بیشتری نیز دارند. پایه به‌طور غیرمستقیم سطح برگ را از راه کنترل توزیع کربوهیدرات‌ها بین اندام‌های مختلف گیاه زیر تأثیر قرار می‌دهد (۱۸). در پژوهشی روی انگور نیز گزارش شده است که نوع پایه می‌تواند سطح برگ ارقام انگور پیوند شده را به میزان قابل‌توجهی افزایش دهد (۲۰). کاهش سطح برگ یکی از سازوکارهایی است که گیاهان و از جمله بادام برای فرار از خشکی و کاهش اثر تنش کم‌آبی دارند (۴).

ویژگی‌های فیزیولوژیک برگ پیوندک

کلروفیل و کاروتنوئید

نتیجه‌های بررسی کلروفیل نشان داد که در هر دو نوع پیوندک کمترین میزان کلروفیل مربوط به پایه دورگه ارژن × بادام‌کوهی بود. در پیوندک بادام بیشترین میزان کلروفیل (۳/۸ میلی‌گرم بر گرم) در پایه بادام تلخ مشاهده شد، اما در پیوندک آلو بیشترین میزان کلروفیل (۲/۸۳ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به دورگه هلو × بادام است هرچند این پایه اختلاف معنی‌داری با سایر پایه‌ها به‌جز دورگه ارژن × بادام‌کوهی نداشت (جدول ۴). بیشترین میزان کارتنوئید (۱/۶۹ میلی‌گرم بر گرم) در پیوندک بادام روی پایه بادام تلخ مشاهده شد، اما اختلاف معنی‌داری با سایر پایه‌ها نداشت. بیشترین میزان کارتنوئید (۱/۲۲ میلی‌گرم بر گرم) در پیوندک آلو روی پایه دورگه هلو × بادام بود که با پایه‌های بادام تلخ، بادام‌کوهی و دورگه ارژن × بادام‌کوهی اختلاف معنی‌داری نشان داد (جدول ۴).

پایه می‌تواند بر فتوسنتز تأثیر بگذارد و هم‌چنین رشد و ترکیب یونی گیاهان پیوند شده را تغییر دهد و کارایی جذب عنصرهای ضروری را افزایش دهد (۱). تنش‌های مختلف می‌توانند موجب کاهش میزان کلروفیل و بهره‌وری فتوشیمیایی فتوسیستم II (PSII) شوند، اما این اثرها را می‌توان با پیوند بهبود داد (۲۲). نتایج پژوهشی نشان داد که ناسازگاری پیوند باعث کاهش توانایی فتوسنتز و کاهش بیان ژن‌های مرتبط با فتوسنتز می‌شود و هم‌چنین ژن‌های مرتبط با ساخت کاروتنوئید نیز به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌یابد. کاروتنوئیدها در پروتئین‌های غشای تیلاکوئید حضور دارند و نقش حفاظتی در مقابل تنش اکسیداتیو القاشده را دارند و در سمیت‌زدایی از کلروفیل نیز مؤثرند و باعث کاهش اثرهای سمی رادیکال‌های آزاد می‌شوند (۱۴).

میزان کلروفیل بالاتر در پایه GF677 پیش‌تر نیز گزارش شده است که به دلیل تحمل نسبی این پایه به کم‌سبزینگی ناشی از کمبود آهن می‌باشد (۱۵). البته در پژوهشی دیگر از دورگه‌های مختلف هلو × بادام به‌عنوان پایه برای دو رقم هلو استفاده شد که بین پایه‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر میزان کلروفیل مشاهده نگردید (۳۸). به‌طورکلی، مقدار کلروفیل به‌عنوان یک معیار بسیار مفید همواره برای ارزیابی وضعیت فیزیولوژیک گیاه مورد توجه قرار می‌گیرد.

قند و نشاسته

در پیوندک بادام اختلاف معنی‌داری از نظر تأثیر پایه‌های مختلف بر میزان قند برگ مشاهده نشد. در هر دو نوع پیوندک بیشترین غلظت قند مربوط به پایه بادام تلخ بود. در پیوندک بادام بیشترین میزان نشاسته برگ (۵ میلی‌گرم بر گرم) مربوط به بادام‌کوهی بود که اختلاف معنی‌داری را با پایه‌هایی مانند دورگه هلو × بادام، دورگه بادام اهلی × ارژن و دورگه بادام‌کوهی × ارژن نشان داد (جدول ۴). کربوهیدرات‌های غیرساختاری (گلوکز، فروکتوز، ساکارز و نشاسته) حاصل تولیدهای اضافه فتوسنتزی است که جهت تولید انرژی و ATP در گیاه استفاده می‌شوند. پایه‌ها با ایجاد تغییر در توزیع کربوهیدرات‌ها در اندام‌های مختلف گیاه می‌توانند رشد و نمو بخش‌های مختلف گیاه را متأثر سازند (۲۶).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

جدول ۳- مقایسه میانگین اثر برهمکنش پایه و پیوندک بر ویژگی‌های رویشی پیوندک‌های بادام و آلو

Table 3. Mean comparison of interaction effect of rootstocks and scions on vegetative traits of almond and plum scions.

رقم Cultivar	پایه دانهالی Seedling rootstock	ارتفاع درخت Tree height (cm)	قطر درخت Tree diameter (mm)	تعداد گره Node number	طول میانگره Internode length (cm)	تعداد شاخه فرعی Laterals number	سطح برگ کل Total leaf area (cm^2)
بادام نان پاریل Non Pareil almond	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis* × *P. persica*	70.53a	7.6a	65.3a	1.0ab	9.5a	146.4a
	ارژن *P. elaeagnifolia*	49.03abc	5.4ab	49.0abc	1.0ab	2.0cd	91.8cd
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis* × *P. elaeagnifolia*	35.33bc	4.1ab	41.0bc	0.8bc	3.7bcd	52.2e
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia* × *P. elaeagnifolia*	50.83abc	5.6ab	55.7ab	0.8bc	6.7abc	102.0bc
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	26.67c	2.8b	35.0c	0.7c	0.0e	62.2de
	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	58.87ab	6.6a	54.3abc	1.0ab	7.3ab	126.8ab
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. dulcis*	73.77a	7.8a	60.7ab	1.1a	8.3ab	145.0a
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia*	50.33abc	4.6ab	48.7abc	0.9abc	11.0a	91.8cd
آلوی شابلون Shablon plum	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis* × *P. persica*	58.33ab	6.0ab	49.5bcd	1.1ab	3.0a	62.2e
	ارژن *P. elaeagnifolia*	32.27bc	3.5bcd	34.4de	0.8bc	0.0b	79.8de
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis* × *P. elaeagnifolia*	30.00bc	3.2cd	39.0cd	0.7c	0.0b	126.8cd
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia* × *P. elaeagnifolia*	69.50a	5.9ab	53.0abc	1.2a	2.7ab	232.0b
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	18.00c	2.3e	21.7e	0.7c	0.3b	145.0c
	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	62.20a	5.6ab	48.3bcd	1.1ab	3.7a	300.0a
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. dulcis*	75.07a	6.6a	58.7ab	1.1ab	2.3ab	91.8cde
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia*	83.83a	8.1a	66.3a	1.1ab	3.0a	249.8ab

†For each scion cultivar, means of rootstocks followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$, according to Duncan's multiple range test.

†در هر رقم پیوندک، میانگین‌های مربوط به پایه‌های با حرف‌های مشابه در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

فنول

کمترین غلظت (۰/۹ میلی‌گرم بر گرم) ترکیب‌های فنولی در برگ پیوندک بادام مربوط به پایه بادام تلخ بود و بیشترین میزان فنول در دورگه‌های ارژن با بادام اهلی مشاهده شد، اما در پیوندک آلو بیشترین میزان فنول (۶/۷ میلی‌گرم بر گرم) در پایه دورگه ارژن × بادام‌کوهی وجود داشت و کمترین میزان فنول (۰/۹ میلی‌گرم بر گرم) نیز مربوط به دورگه ارژن × بادام اهلی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

است. وجود ترکیب‌های فنولی به‌عنوان شاخص مهمی برای ارزیابی سازگاری پیوند شناخته‌شده است (۲۷). مرحله‌های اولیه رشد پیوند و تمایز بافت پینه در جنس هلوسا هم‌زمان با انباشت ترکیب‌های فنولی است (۲). ترکیب‌های فنولی به‌عنوان بخشی از سازوکار دفاع گیاهی همیشه در محل پیوند ساخته شده‌اند. ترکیب‌های فنلی مختلفی شناخته شده‌اند که تقسیم یاخته‌ای، توسعه و تمایز در ناحیه پیوند را زیر تأثیر قرار می‌دهند. غلظت فلاونول (کاتکین و پروآنتوسیانیدین) مدت کوتاهی پس از پیوند افزایش می‌یابد و درنتیجه خروج فنول از واکوئل باعث اختلال در رشد بافت‌های خاص (آوند چوبی و آبکش)، تداخل در ساخت لیگنین و یا عدم تعادل هورمونی می‌شود (۷).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر برهمکنش پایه و پیوندک بر میزان ترکیبات بیوشیمیایی برگ در پیوندک‌های بادام و آلو.

Table 4. Mean comparison of interaction effect of rootstocks and scions on biochemical composition of almond and plum scions.

رقم Cultivar	پایه دانهالی Seedling rootstock	کلروفیل Chlorophyll (mg g^{-1} F.W)	کاروتنوئید Carotenoid (mg g^{-1} F.W)	قند Sugar (mg g^{-1} D.W)	نشاسته Starch (mg g^{-1} D.W)	فنول Phenol (mg g^{-1} D.W)	ماده خشک Dry Matter Content (%)	خاکستر Ash (%)
بادام نان پاریل Non Pareil almond	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis × P. persica*	2.14ab	1.25a	98.6a	1.2b	3.8a	37a	6.4a
	ارژن *P. elaeagnifolia*	1.26ab	0.85a	91.4a	2.3ab	1.7b	37a	5.9a
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis × P. elaeagnifolia*	1.15ab	0.83a	121.0a	2.2ab	3.6a	35a	6.6a
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia × P. elaeagnifolia*	0.84b	0.71a	81.0a	3.2ab	1.5b	33a	7.6a
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	1.40ab	0.95a	106.4a	5.0a	1.6b	33a	6.7a
	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	3.8a	1.69a	124.3a	1.5ab	0.9b	34a	8.1a
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. dulcis*	1.86ab	1.12a	65.7a	1.22b	3.4a	34a	5.3a
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. scoparia*	1.64ab	0.99a	114.5a	1.3b	1.2b	31a	6.5a
آلوی شابلون Shablon Plum	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis × P. persica*	2.83a	1.22a	117.7a	3.0ab	1.1c	27ab	4.6b
	ارژن *P. elaeagnifolia*	1.70abc	1.07ab	76.2b	0.6c	1.9bc	32ab	4.5b
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis × P. elaeagnifolia*	1.48abcd	0.92ab	120a	4.1a	0.9c	23b	10.6a
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia × P. elaeagnifolia*	1.05d	0.85b	67.5b	1.7bc	6.7a	33ab	9.2ab
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	1.12cd	0.80b	133.7a	1.1c	2.8bc	35a	8.4ab
	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	1.42abc	0.86b	137.7a	1.7bc	3.3b	34a	6.5ab
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. dulcis*	1.69abc	1.02ab	56.1b	1.3bc	1.5bc	36a	6.9ab
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia × P. scoparia*	1.79ab	1.07ab	125.7a	0.9c	1.4bc	35a	9.2ab

†For each scion cultivar, means of rootstocks followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$, according to Duncan's multiple range test.

†در هر رقم پیوندک، میانگین‌های مربوط به پایه‌های با حرف‌های مشابه در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

درصد ماده خشک و خاکستر

در اندازه‌گیری‌های پس از پیوند، پایه اثر معنی‌داری بر درصد ماده خشک و خاکستر در پیوندک بادام نداشت، اما در پیوندک آلو این اثر معنی‌دار بود به‌طوری‌که دورگه ارژن × بادام اهلی کمترین میزان ماده خشک (۲۳٪) و بیشترین میزان خاکستر (۱۰/۶۰٪) را به خود اختصاص داد. درصد بالای ماده خشک و خاکستر برگ یکی از شاخص‌های تحمل خشکی در گیاهان است که به تازگی در گزینش‌های ابتدایی جمعیت‌های اصلاحی و ژرم پلاسم بسیار مورد توجه قرارگرفته است (۳). باوجود بالا بودن این شاخص‌ها در گونه‌های وحشی به‌ویژه ارژن و دورگه‌های بین‌گونه‌ای آن، در اندازه‌گیری‌های پیش از پیوند اما این اثر به پیوندک بادام القاء نشده و به پیوندک آلو هم بسیار خفیف القاء شده است.

عنصرهای معدنی

در هر دو نوع پیوندک، پایه تأثیر معنی‌داری بر میزان فسفر برگ پیوندک نداشت. نتیجه‌های اندازه‌گیری میزان پتاسیم برگ پیوندک بادام نشان داد که کمترین میزان (۱/۵۳٪) مربوط به دورگه ارژن × بادام‌کوهی می‌باشد. در پیوندک آلو بیشترین میزان مربوط به پایه‌های ارژن و دورگه‌های آن با بادام‌کوهی است. به‌طورکلی میزان پتاسیم در پیوندک آلو بیشتر بود. اندازه‌گیری عنصرهای کم‌مصرف نشان داد که بیشترین میزان آهن (۱۷۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پیوندک بادام مربوط به پایه ارژن است و در پیوندک آلو بیشترین میزان آهن (۱۳۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در پایه بادام تلخ بود. در هر دو نوع پیوندک بیشترین میزان روی در پایه دورگه ارژن × بادام‌کوهی و کمترین میزان روی در پایه بادام‌کوهی و دو پایه تجاری بادام تلخ و دورگه هلو × بادام مشاهده شد. بیشترین غلظت منگنز در هر دو پیوندک روی پایه دورگه هلو × بادام مشاهده شد (جدول ۵).

نقش پایه در جذب عنصرهای غذایی در گونه‌های مختلف درختان میوه، توسط افراد مختلفی موردبررسی قرارگرفته است (۳۰،۱۰). ارزیابی مقدار ماده‌های معدنی در برگ پیوندک یکی از عوامل مهم در بررسی سازگاری پیوند است. پایه، مسئول جذب آب و ماده‌های معدنی خاک است که به‌طور مستقیم بر محتوای ماده‌های معدنی پیوندک تأثیر می‌گذارد (۲). عنصرهای غذایی پرمصرف و کم‌مصرف می‌توانند زیر تأثیر ویژگی‌های پایه و پیوندک قرار گیرند که بسته به نوع عنصر و شرایط محیطی، اثر پایه و یا پیوندک ممکن است تغییر نماید (۲۲) که این مسئله اهمیت انتخاب پایه مناسب جهت جذب و ذخیره بهتر عنصرهای غذایی را نشان می‌دهد. در بسیاری از درختان ازجمله مرکبات (۳۳)، آلو (۲۹) و انگور (۱۲) پایه‌هایی جهت تحمل در برابر کم‌سبزینگی ناشی از آهن و یا تحمل در برابر سمیت بور، کلر و سدیم انتخاب شده است.

در پسته تغییر پایه باعث تغییر در ماده‌های معدنی مشخصی در برگ گردید (۲۲). در آلو بیشتر ماده‌های معدنی برگ به‌جز نیتروژن، منگنز و فسفر زیر تأثیر پایه، پیوندک و برهمکنش آن‌ها قرار نگرفتند (۳۰). استفاده از ۴۸ پایه مختلف برای سیب رقم Fuji اختلاف معنی‌داری در میزان عنصرهای برگ و میوه نشان داد (۳۱). جذب کم هرکدام از عنصرها از جمله کمبود پتاسیم بر فتوسنتز و ذخیره‌های بیوشیمیایی حاصل از آن تأثیر دارد که می‌تواند به‌نوعی بر کاهش رشد پیوندک مؤثر باشد (۳۷).

جدول ۵- مقایسه میانگین برهمکنش پایه و پیوندک بر میزان عنصرهای برگ در پیوندک‌های بادام و آلو.

Table 5. Mean comparison of interaction effect of rootstock and scion on leaf nutrient element content of almond and plum scions.

رقم Cultivar	پایه دانهالی Seedling rootstock	فسفر P (%)	پتاسیم K (%)	آهن Fe (mg/kg)	روی Zn (mg/kg)	منگنز Mn (mg/kg)
بادام نان پاریل Non Pareil almond	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis × P. persica*	0.113a	2.50a	132abc	33c	143a
	ارژن *P. elaeagnifolia*	0.112a	2.00ab	173a	48ab	123ab
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis × P. elaeagnifolia*	0.112a	2.25a	106c	39abc	102abc
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia × P. elaeagnifolia*	0.114a	1.53b	123abc	52a	73c
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	0.112a	2.08ab	109bc	35bc	84bc

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	0.115a	2.48a	168ab	35bc	91bc
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. dulcis*	0.111a	2.62a	136abc	38abc	101abc
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia*	0.115a	2.22ab	118abc	40abc	108abc
آلوی شابلون Shablon plum	GF677 (هلو × بادام) *P. dulcis* × *P. persica*	0.113a	2.71b	92c	31c	175a
	ارژن *P. elaeagnifolia*	0.115a	3.02ab	128a	37bc	88bcd
	ارژن × بادام اهلی *P. dulcis* × *P. elaeagnifolia*	0.116a	2.55b	102bc	39bc	95bcd
	ارژن × بادام‌کوهی *P. scoparia* × *P. elaeagnifolia*	0.115a	3.62a	123ab	58a	72cd
	بادام‌کوهی *P. scoparia*	0.111a	2.97ab	128a	32c	62d
	بادام تلخ *P. dulcis* var. *amara*	0.113a	2.50b	135a	30c	74cd
	بادام اهلی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. dulcis*	0.115a	2.72b	122ab	39bc	98bc
	بادام‌کوهی × ارژن *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia*	0.111a	3.09ab	134a	44b	108b

†For each Scion cultivar, means of rootstocks followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$, according to Duncan's multiple range test

†در هر رقم پیوندک میانگین‌های پایه‌های با حرف‌های مشابه در سطح احتمال ۵٪ آزمون چند دامنه‌ای دانکن دارای تفاوت معنی‌داری نیستند.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتیجه‌های به دست آمده، بهترین پایه اهلی از دید موفقیت پیوند و شاخص‌های اندازه‌گیری شده برای هر دو گونه آلو و بادام پایه بادام تلخ است؛ اما در بین پایه‌های وحشی نتیجه‌ها برای دو گونه متفاوت است. دورگه‌های ارژن و بادام‌کوهی را می‌توان به‌عنوان پایه بادام وحشی مناسب برای آلو عنوان کرد؛ اما برای بادام دورگه، بادام اهلی × ارژن بهترین نتیجه‌ها را داشت. در بین پایه‌ها، پیوندک‌های هر دو آلو و بادام روی پایه بادام‌کوهی کمترین میزان ارتفاع را داشت که نشان‌دهنده پتانسیل این گونه جهت دستیابی به پایه‌های پاکوتاه کننده است. از سوی دیگر، میزان متفاوت عنصرهای غذایی در برگ پیوندک‌های آلو و بادام نشان‌دهنده پتانسیل‌های متفاوت این پایه‌ها برای غلبه بر دشواری‌های ناشی از جذب عنصرهای غذایی در خاک می‌باشد. البته، پژوهش‌های تکمیلی و طولانی مدت به‌منظور تعیین میزان پاکوتاهی و میزان عملکرد رقم‌های پیوند شده روی این پایه‌ها و هم‌چنین بهترین روش پیوند آن‌ها لازم است.

منابع

References

1. Baron, D., A. Amaro, A. Macedo, C. Boaro and G.Ferreira. 2018. Physiological changes modulated by rootstocks in atemoya (*Annona x atemoya* Mabb.): gas exchange, growth and ion concentration. Braz. J. Bot. 41: 219-225.
2. Baron, D., A. C. E. Amaro, A. Pina and G. Ferreira. 2019. An overview of grafting re-establishment in woody fruit species. Sci. Hort. 243: 84-91.
3. Fernandez, R. T., R. L. Perry and J. Flore.1997. Drought response of young apple trees on three rootstocks: Growth and development. J. Amer. Soc. Hort. Sci.122(1):14-19·
4. De Herralde, F. 2000. Integral study of the eco physiological responses to water stress: Characterization of almond varieties. Nucl. Nwsl. 9(1): 20-21.
5. Farias Barreto, C., M. Batalha Moreno Kirins, P. Santos da Silva, C. Radmann Schiavon, C. Valmor Rombaldi, M., B. Malgarim and J. C. Fachinello. 2017. Agronomic performance of the Maciel peach with different rootstocks. Semin-Cienc. Ajar. 38.
6. Gainza, F., I. Opazo, V. Guajardo, P. Meza, M. Ortiz, J. Pinochet and C. Muñoz. 2015. Rootstock breeding in Prunus species: Ongoing efforts and new challenges. Chil. J. Agr. Res. 75: 6-16.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

7. Gainza, F., I. Opazo and C. Muñoz. 2015. Graft incompatibility in plants Metabolic changes during formation and establishment of the rootstock/scion union with emphasis on *Prunus* species. Chil. J. Agr. Res. 75: 28-34.
8. Gharaghani, A and S. Eshghi. 2014. *Prunus scoparia*, a potentially multi-purpose wild almond species in Iran. In "II Intl. Symp. Wild Relatives of Subtropical and Temperate Fruit and Nut Crops 1074", pp. 67-72.
9. Gharaghani, A., S. Solhjoo and N. Oraguzie. 2017. A review of genetic resources of almonds and stone fruits (*Prunus* spp.) in Iran. Genet. Resour. Crop. Ev. 64: 611–640
10. Hayat, F., C. Qiu, X. Xu, Y. Wang, T. Wu, X. Zhang, M. A. Nawaz and Z. Han. 2019. Rootstocks Influence Morphological and Biochemical Changes in Young 'Red Fuji'Apple Plants. Int. J. Agric. Biol. 21: 1097-1105.
11. He, Y., Z. Zhu, J. Yang, X. Ni and B. Zhu. 2009. Grafting increases the salt tolerance of tomato by improvement of photosynthesis and enhancement of antioxidant enzymes activity. Environ. Exp. Bot. 66: 270-278.
12. Henderson, S. W., J. D. Dunlevy, Y. Wu, D. H. Blackmore, R. R. Walker, E. J. Edwards, M. Gilliham and A. R. Walker. 2018. Functional differences in transport properties of natural HKT1; 1 variants influence shoot Na^+ exclusion in grapevine rootstocks. New Phytol. 217: 1113-1127.
13. 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.
14. Jalali Javaran, M. Hashemzadeh H and A. Mousavi. 2004. Qualitative and Quantitative Variations in Protein, Chlorophyll and Carotenoid Contents in *Brassica napus.* Transformed by Antisense Glutamine Synthefase. J.Water. Soil. Sci. 8: 107-120.
15. Jiménez, S., J. Pinochet, A. Abadía, M. Á. Moreno and Y. Gogorcena. 2008. Tolerance response to iron chlorosis of Prunus selections as rootstocks. Hort. Sci. 43(2): 304-309.
16. Karimi, H. R and H. Farahmand. 2011. Study of pomegranate (*Punica granatum* L.) propagation using bench grafting. J. Fruit. Ornam. Plant Res. 19: 67-72.
17. Kazem, Y., S. Houshmand, B. Madani and P. MartínezGómez. 2010. Karyotypic studies in Iranian wild almond species. Caryologia, 63: 117-123.
18. Keller, M., M. Kummer and M. Carmo Vasconcelos. 2001. Soil nitrogen utilization for growth and gas exchange by grapevines in response to nitrogen supply and rootstock. J. Grape. Wine. Res. 7(1): 2-11.
19. Köse, B., B. Karabulut and K. Ceylan. 2014. Effect of rootstock on grafted grapevine quality. Eur. J. Hort. Sci. 79: 197-202.
20. Li, G., J. Ma, M. Tan, J. Mao, N. An, G. Sha, D. Zhang, C. Zhao and M. Han. 2016. Transcriptome analysis reveals the effects of sugar metabolism and auxin and cytokinin signaling pathways on root growth and development of grafted apple. BMC. Genom. 17: 150.
21. Madam, B., M. Rahemi, A. Mousavi and G. P. Martinez. 2011. Evaluation of the behavior of native Iranian almond species as rootstocks. IJNRS. 2(3): 29-34
22. Martínez-Ballesta, M. C., C. Alcaraz-López, B. Muries, C. Mota-Cadenas and M. Carvajal. 2010. Physiological aspects of rootstock–scion interactions. Sci. Hort. 127: 112-118.
23. Monastra, F. 1994. Response of ferragnes and tuono almond cultivars to different environmental conditions in southern Italy. Acta Hort. 373
24. Motisi, A., F. Marra, F. Penice, T. Caruso, G. Gullo, R. Mafrica and R. Zappia. 2006. Relationship between canopy architecture and fruit quality on "Rich May" peach grafted onto "Penta" and "GF677 " rootstocks. Acta Hort. 713: 365-371.
25. Nawaz, M. A., M. Imtiaz, Q. Kong, F. Cheng, W. Ahmed, Y. Huang and Z. Bie. 2016. Grafting: A Technique to Modify Ion Accumulation in Horticultural Crops. Front. Plant. Sci. 7.
26. Pessarakli, M. 2008. " Hdbk. turfgrass management and physiology," CRC press.
27. Prabpree, A., P. Sangsil, C. Nualsri and K. Nakkanong. 2018. Expression profile of phenylalanine ammonia-lyase (PAL) and phenolic content during early stages of graft development in bud grafted Hevea brasiliensis. ISBAB. 14: 88-95.
28. Rezaee, R., R. Jalili Marandi and Gh. Hassani. 2006. Determine the best method and time to walnut graft in the weather conditions of West Azerbaijan province. J. Agric. Sci. 16(4): 29-37
29. Reig, G., C. F. i Forcada, L. Mestre, J. A. Betrán and M. Á. Moreno. 2018. Potential of new *Prunus cerasifera.* based rootstocks for adapting under heavy and calcareous soil conditions. Sci. Hort. 234: 193-200.
30. Reig, G., C. F. i Forcada, L. Mestre, S. Jiménez, J. A. Betrán and M. Á. Moreno. 2018. Horticultural, leaf mineral and fruit quality traits of two 'Greengage'plum cultivars budded on plum based rootstocks in Mediterranean conditions. Sci. Hort. 232: 84-91.
31. Reig, G., J. Lordan, G. Fazio, M. A. Grusak, S. Hoying, L. Cheng, P.Francescatto and T. Robinson. 2018. Horticultural performance and elemental nutrient concentrations on 'Fuji'grafted on apple rootstocks under New York State climatic conditions. Sci. Hort. 227: 22-37.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

32. Reig, G., O. Zarrouk, C. F. i Forcada and M. Á. Moreno. 2018. Anatomical graft compatibility study between apricot cultivars and different plum based rootstocks. Sci. Hort. 237: 67-73.
33. Sau, S., S. N. Ghosh, S. Sarkar and S. Gantait. 2018. Effect of rootstocks on growth, yield, quality, and leaf mineral composition of Nagpur mandarin (*Citrus reticulata* Blanco.), grown in red lateritic soil of West Bengal, India. Sci. Hort. 237: 142-147.
34. Serra, I., A. Strever, P.A. Myburgh, and A. Deloire. 2014. The interaction between rootstocks and cultivars (*Vitis vinifera* L.) to enhance drought tolerance in grapevine. Aust. J. Grape Wine Res. 20: 1-14.
35. Stylianides, D. C., G. D. Syrgianidis and D. Almaliotis. 1988. The peach rootstocks: a review of bibliography with relative observations in Greece. Agr. Res. Tech. 12: 34-69.
36. Usenik, V., B. Krška, M. Vičan and F. Štampar. 2006. Early detection of graft incompatibility in apricot (*Prunus armeniaca* L.) using phenol analyses. Sci. Hort. 109: 332-338.
37. Wherley, B., D. Gardner and J. Metzger, 2005. Tall fescue photomorphogenesis as influenced by changes in the spectral composition and light intensity. Crop. Sci. 45: 562-568.
38. Zarrouk, O., Y. Gogorcena, J. Gómez-Aparisi, J. Betrán and M. Moreno. 2005. Influence of almond× peach hybrids rootstocks on flower and leaf mineral concentration, yield and vigour of two peach cultivars. Sci. Hort. 106: 502-514.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (4): 415 - 428 (2020)
Research type

Evaluating Budding Compatibility of Almond and Plum on Some Wild Species and Interspecific Hybrids of Almond

N. Malekhoseini, A. Gharaghani*, S. Eshghi and Z. Omidifard[1]

For successful establishment of an almond orchard, the choice of an appropriate rootstock has a great importance. Recently, wild almond species have been highly regarded because of high genetic diversity, resistance to biotic and abiotic stresses as well as the ability to produce inter and intra specific hybrids. This research was carried out to investigate the graft compatibility and also the interaction of different rootstock-scion combinations including two 'Non Pareil' almond and 'Shablon' plum as scion and nine different seedling rootstocks including domesticated and wild almond species as well as some of their inter specific hybrids, during two consecutive years (2016-2017). Measurement of vegetative growth parameters in two stages before budding showed that peach × almond hybrid rootstock had the highest growth rate. The highest and the lowest percentages of final budding success in both plum and almond scions were observed in bitter almond seedling rootstock (82.50 and 80.46%, respectively for plum and almond scion). This is the lowest rate of budding success in both scion cultivars were recorded in hybrid seedling rootstocks of peach × almond hybrid (14.66 and 36.60%, respectively for plum and almond scion). Considering the growth indices of scion cultivars after budding, *P. dulcis* × *P. elaeagnifolia* hybrid rootstocks and *P. scoparia* were the rootstocks having the highest and the lowest plant height and trunk diameters. The maximum and minimum amount of total chlorophyll were measured in peach × almond and *P. elaeagnifolia* × *P. scoparia* hybrid rootstocks, respectively. The absorption of all of measured elements (potassium, zinc, iron, and manganese), except phosphorus, were significantly affected by rootstocks. In general, investigated rootstocks especially hybrids had good compatibility with both plums and almonds. Due to the diversity of growth and physiological traits as well as the different ability to absorb nutrients, hybrid rootstocks can be considered as the potential rootstocks for almond and plum in different climatic and soil conditions.

Keywords: Almond, Wild Species, Inter-Specific Hybrids, Rootstock, Scion.

1. Former M.Sc. Student, Associate Professor, Professor and Ph.D. Student of Department of Horticultural Science, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.
*Corresponding author, Email: (agharghani@shirazu.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2025-10-20]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.4.13.3]