مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۱۹ شماره ۳ صفحه‌های ۲۹۳ تا ۳۱۴ (۱۳۹۷)

بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی نتاج ناتنی گردوی‌های خوشه‌ای برای انتخاب نژادگان‌های پاکوتاه و زودبارده[1]

Morphological Traits Survey of Cluster-Bearing Walnuts Half-sib Progenies for Selection of Dwarf and Precocious Genotypes

مهدی محسنی آذر و کورش وحدتی*[2]

چکیده

یکی از راه‌های افزایش عملکرد در باغ‌ها، افزایش تعداد نهال کاشته شده در هکتار یا افزایش تراکم کاشت است. این مهم مستلزم داشتن رقم‌های با رشد کم و یا پایه‌های پاکوتاه کننده است. توسعه پایه پاکوتاه ، برای گردو در مرحله‌های ابتدایی پژوهش قرار دارد. این پژوهش با هدف شناسایی و انتخاب نژادگان‌های گردوی پاکوتاه یا نیمه پاکوتاه و زودبارده انجام گرفت. برای این منظور بذر نژادگان‌های کم‌رشد با باردهی خوشه‌ای گردو از ۲۱ منطقه در سطح کشور شناسایی در خزانه کشت شدند و دانهال‌های حاصل با اندازه‌گیری ۲۸ ویژگی ریخت‌شناسی به مدت دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) مورد ارزیابی قرار گرفت. نتیجه‌های به‌دست‌آمده نشان داد که خانواده‌های مختلف به‌طور معنی‌داری از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی با هم اختلاف داشتند. تجزیه کلاستر، نژادگان‌های مورد بررسی را در سه گروه پررشد، کم‌رشد و متوسط‌رشد قرار داد. از ۳۵۱ نژادگان مورد بررسی، به‌ترتیب ۴۶/۱، ۳۷/۳ و ۱۶/۵٪ کل نژادگان‌ها کم‌رشد، نیمه پررشد و پر رشد بودند. تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد سه عامل اول ۶۱/۳۷٪ از تغییرهای کل در خانواده را توجیه می‌کنند. هم‌چنین مشخص شد که ارتفاع نهال در سال دوم با ویژگی‌های قطر ساقه، تعداد گره و طول میانگره در سال اول همبستگی مثبت و معنی‌دار داشت.

واژه‌های کلیدی: انتخاب، پایه پاکوتاه، تنوع ژنتیکی، ریخت‌شناسی، زودبارده، گردو.

مقدمه

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) یکی از گونه‌های مهم باغی و جنگلی با ویژگی‌های ارزشمند تغذیه‌ای در دنیا به‌حساب می‌آید و ایران به‌عنوان یکی از مراکز تنوع و پیدایش آن شناخته می‌شود (۱۱). طبق آمارنامه وزارت جهاد کشاورزی در سال ۱۳۹۵، سطح زیر کشت باغ‌های گردو کشور بالغ بر ۱۵۷ هزار هکتار بوده که عملکردی حدود ۲ تن در هکتار و تولیدی برابر با حدود ۴۰۵ هزار تن در سال را داراست (۱). به‌علت وجود تنوع ژنتیکی زیاد در بین خانواده‌های گردوی کشور که حاصل افزایش بذری و وجود جمعیت‌های بومی می‌باشد، فرصت‌های زیادی برای به‌نژادگران گردو برای اهداف مختلف به‌نژادی فراهم است. تا به حال بررسی‌های بسیاری روی ژرم‌پلاسم گردوی ایرانی در کشورهای مختلف جهان صورت گرفته که به‌تقریب بیشتر آن‌ها بر ویژگی‌های مرتبط با میوه تاکید داشته است (۶، ۷). در بیشتر کشورهای گردوخیز ازجمله چین، ترکیه و هند، بیشتر پژوهش‌های به‌نژادی گردو بر پایه شناسایی، جمع‌آوری و ارزیابی نژادگان‌های بومی استوار است (۱۵، ۱۹ ، ۲۴، ۲۷).

۱- تاریخ دریافت: ۹۶/۱۱/۳ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۱۴

۲- به‌ترتیب، دانش آموخته دکتری و استاد گروه باغبانی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (kvahdati@ut.ac.ir).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

در بین درختان میوه معتدله، گردو دارای دوره نونهالی طولانی است. میانگین سن باردهی درخت گردو در ایران، به‌دلیل بذری بودن بیشتر باغ‌ها بین ۸ تا ۱۰ سال است. طولانی بودن دوره نونهالی گردو باعث شده است که در ایران و خاورمیانه در باغ‌های با مساحت‌های کم و یا به‌صورت درختان پراکنده به‌عنوان یک محصول فرعی کشت شود و به‌جز چند منطقه خاص مانند شهمیرزاد، قزوین و تویسرکان باغ‌های بزرگ و یکدست گردو کمتر دیده می‌شود. برای رفع مشکل دیرباردهی در گردو، رقم‌های پیوندی مانند چندلر با باردهی جانبی به‌تدریج در حال گسترش است که تا حدی دوره طولانی نونهالی را کاهش می‌دهد (۱۹). افزون بر نوع پیوندک، یکی دیگر از راه‌های کاهش دوره نونهالی در درختان میوه، استفاده از پایه‌های زودبارده و پاکوتاه است (۱۰). تولید زودهنگام در هکتار در بیشتر باغ‌های جدید یک هدف می‌باشد، که با استفاده از درختان پیوند شده روی پایه‌های پاکوتاه کننده در تراکم بالا امکان‌پذیر می‌باشد. هم‌چنین تولید محصول زودهنگام ناشی از پایه‌های پاکوتاه کننده دارای مزیت‌های دیگر است. پایه‌های پاکوتاه از راه کاهش رشد شاخه‌ها و در نتیجه ایجاد یک درخت کوچک‌تر، هزینه تنک کردن، تربیت، برداشت و هرس را در مقایسه با درختان بزرگ کمتر می‌نمایند. هم‌چنین با استفاده از این پایه‌ها امکان احداث باغ‌های میوه متراکم با تعداد بالای درخت در هکتار، افزایش بهره‌وری مصرف آب و کاهش هزینه‌های تولید میوه، کاهش دوره نونهالی و عملکرد در هکتار بیشتر، حاصل می‌گردد (۲).

به‌طورمعمول با افزایش تراکم کشت یا تعداد درخت در هکتار، که با استفاده از پایه‌های پاکوتاه کننده میسر است، عملکرد محصول در هکتار بیشتر می‌شود و این موضوع خیلی بیشتر از عملکرد تک درخت می‌تواند عملکرد باغ را زیر تأثیر قرار دهد (۲).

در هر گروه از کلاس رشدی پایه‌ها، شامل بسیار پاکوتاه، پاکوتاه، به‌نسبت پاکوتاه، نیمه پررشد و قوی، تفاوت آشکاری بین تک‌تک پایه‌ها از نظر ویژگی‌های باغبانی مانند اثر آن‌ها بر فاصله کشت، عملکرد، زودباردهی، سازگاری به انواع خاک‌ها و مقاومت به بیماری‌ها وجود دارد (۲، ۱۱). استفاده از پایه‌های پاکوتاه در درختان سیب به اوایل قرن بیستم و گسترش پایه‌های مالینگ در انگلستان برمی‌گردد. به دنبال موفقیت این نوع از پایه‌ها در افزایش عملکرد، این راهبرد به دیگر درختان میوه دانه‌دار مانند گلابی و سپس هسته‌دار مانند گیلاس و هلو گسترش یافت (۲) و اکنون پژوهش‌ها برای معرفی پایه‌های پاکوتاه در خشک میوه‌ها آغاز شده است. در سال‌های پیشین، پژوهش‌ها برای دستیابی به نژادگان‌های پاکوتاه یا نیمه پاکوتاه و زودبارده در گردو در کشورهای ایران و چین از طریق دو راهبرد متفاوت آغاز شده است. یک راهبرد استفاده از به‌نژادی رقم‌های کم‌رشد پیوندی است و راهبرد دوم استفاده از پایه‌های پاکوتاه است. اولین بار Germain و همکاران (۱۲) به وجود نژادگان‌های زودبارده و پاکوتاه در جمعیت‌های بذری جمع‌آوری شده از آسیای میانه و به پتانسیل این نژادگان‌ها برای بررسی برخی ویژگی‌های مهم مانند زودباردهی و پاکوتاهی گردو و دستیابی به پایه‌های پاکوتاه و زودبارده اشاره نمودند. در پژوهشی، Molnar و همکاران (۲۲) با بررسی جمعیت‌ها، کلکسیون‌ها و رقم‌های انتخاب شده گردو از آسیای مرکزی چند رقم گردوی زودبارده با ویژگی‌های بارزی مانند باردهی جانبی و وجود بذرهای نامیزه با پوست خیلی نازک را گزارش کردند. هم‌چنین، Wang و همکاران (۲۷) با انتخاب از بین نهال‌های حاصل از بذرهای به‌وجود آمده از باردهی ثانویه دو رقم گردوی زودبارده محلی در کشور چین، ۶ رقم گردوی کم‌رشد جدید به‌نژادی کردند که میانگین ارتفاع برخی از آن‌ها کمتر از دوسوم ارتفاع نهال‌های شاهد بود. در ایران، رضایی و همکاران (۳) طی بررسی‌های خود ۱۰۱ نهال پنج‌ساله گردو را از نظر قدرت رشد به سه گروه ضعیف، قوی و متوسط تقسیم کردند و با اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های مرتبط با رشد نشان دادند که همبستگی معنی‌دار و مثبتی بین ارتفاع نهال و ویژگی‌هایی مانند تعداد گره، طول میانگره، طول شاخه و سطح برگ و همبستگی منفی با میزان باردهی وجود دارد. مداح عارفی و همکاران (۸) تنوع ژنتیکی بالایی را در جمعیت گردو مورد بررسی از نظر عملکرد چوب و ارتفاع نهال مشاهده و گزارش کردند که وراثت‌پذیری بالایی برای ارتفاع نهال و زمان برگدهی

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

وجود دارد. هم‌چنین رضایی و همکاران (۳) وراثت‌پذیری بالایی را برای ویژگی قدرت رشد در گردو گزارش کردند. محمودی (۹) با پیوند رقم چندلر روی پایه‌های معمولی و هم‌چنین پاکوتاه گردو و با بررسی یک‌ساله نهال‌های رشد کرده پیوندی گزارش کرد که پیوندک‌های پیوند شده روی نهال‌های پاکوتاه و زودبارده، ۹ تا ۱۳٪ رشد کمتری نسبت به نهال‌ها روی پایه معمولی داشتند.

با توجه به نتیجه‌های بررسی‌های انجام گرفته، پژوهش حاضر با هدف ارزیابی دقیق‌تر و وسیع‌تر جمعیت گردوی کشور، مطالعه همبستگی بین ویژگی‌ها و معرفی نشانگر ریخت‌شناسی، معرفی پایه‌های پاکوتاه و نیمه پاکوتاه و شناسایی نژادگان‌های کم‌رشد و زودبارده گردو برای افزایش تراکم کشت و ایجاد باغ‌های متراکم‌تر انجام گردید.

مواد و روش‌ها

گزینش و جمع‌آوری ماده‌های گیاهی

به‌منظور جمع‌آوری و ارزیابی نژادگان‌های خوشه‌ای و پاکوتاه گردو در سطح کشور درختان گردوی خوشه‌ای و در عین حال دارای ارتفاع کم، در برخی استان‌های کشور در تابستان سال ۱۳۹۲ شناسایی شد و در آخر تابستان و اوایل پاییز در زمان رسیدن میوه‌ها، بذرهای هر درخت به‌صورت جداگانه برداشت شدند و در همین راستا ۱۵۰۰ بذر از ۲۱ درخت آزاد گرده‌افشان از ۸ منطقه جغرافیایی شامل استان‌های آذربایجان غربی (شهرهای ارومیه، خوی، نقده)، آذربایجان شرقی (آذرشهر)، زنجان (طارم)، قزوین، کرج، سمنان (شهمیرزاد)، گلستان و کرمان جمع‌آوری شد (شکل ۱ و جدول ۱). پس از جداسازی پوست سبز، بذرهای جمع‌آوری شده در هوای آزاد و در شرایط سایه خشک شدند. وزن بذرهای هر درخت یا نژادگان به‌طور جداگانه توسط ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری و بر تعداد بذر تقسیم شد و میانگین وزن بذر برای هر نژادگان محاسبه شد. پیش از کشت بذرها و برای رفع نیاز سرمایی آن‌ها، ابتدا بذرها به‌مدت یک هفته در دمای اتاق در داخل آب قرار گرفتند تا ماده‌های فنولی و ماده‌های بازدارنده تنژیدن، شستشو شود. آب آن‌ها هر روز تعویض می‌شد. وضعیت باز شدن نوک بذر بعد از یک هفته در هر خانواده بررسی شد. بعد از خیس خوردن، بذرها با سم کاپتان (غلظت ۵ در هزار) سترون شدند و به‌منظور چینه سرمایی به‌مدت ۸ هفته در دمای ۴ درجه سلسیوس در داخل سردخانه قرار داده شدند.



Fig. 1. Geographical distribution of collecting sites of dwarf/cluster-bearing walnut germplasm in Iran.
شکل ۱- نقشه پراکندگی خانواده‌های گردوی پاکوتاه با عادت باردهی خوشه‌ای جمع‌آوری شده از سطح کشور.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

جدول ۱- منشا بذر نژادگان‌های به‌کاررفته در پژوهش و تعداد بذرهای کشت شده از هر خانواده.

Table 1. Origin and number of seeds cultured from each family.

خانواده Family	A	B	C	D
منشا Origin	آذربایجان غربی- نقده W-Azarbayjan-Nagdeh	قزوین- بیدستان Qazvin-Bidestan	آذربایجان غربی-ارومیه W-Azarbayjan-Urmia	آذربایجان غربی-خوی W-Azarbayjan-Khoy
تعداد بذر No. of seeds	65	71	62	59
خانواده Family	E	F	G	H
منشا Origin	آذربایجان غربی-ارومیه W-Azarbayjan-Urmia	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad	قزوین- چوبیندر Qazvin-choobindar	البرز -کرج Alborz-Karaj
تعداد بذر No. of seeds	59	83	82	80
خانواده Family	I	J	K	L
منشا Origin	گلستان- دلند Golestan-Deland	زنجان-طارم Zanjan-Tarom	البرز -کرج Alborz-Karaj	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad
تعداد بذر No. of seeds	77	65	57	72
خانواده Family	M	N	O	P
منشا Origin	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad	قزوین- قزوین Qazvin
تعداد بذر No. of seeds	81	78	75	83
خانواده Family	R	W	X	Y
منشا Origin	آذربایجان غربی-ارومیه W-Azarbayjan-Urmia	کرمان Kerman	قزوین- ضیا آباد Qazvin-ZiaAbad	سمنان- شهمیرزاد Semnan-Shahmirzad
تعداد بذر No. of seeds	84	79	52	56
خانواده Family	Z			
منشا Origin	آذربایجان شرقی- آذرشهر E-Azarbayjan			
تعداد بذر No. of seeds	54			

کشت بذرها

بذرهای گردو در داخل زمین اصلی واقع در پردیس ابوریحان دانشگاه تهران در اسفندماه سال ۱۳۹۲ کشت شدند. ارتفاع از سطح دریا ۱۰۳۵ متر و بیشینه دما در تابستان ۴۳ درجه سلسیوس و کمینه در زمستان ۳- درجه سلسیوس بود. زمین مورد نظر دارای بافت خاک رسی لومی با pH= ۷/۸ بود. قبل از کاشت بذرها، به میزان ۵۰ تن در هکتار کود دامی گاوی پوسیده سرند شده به زمین افزوده و دوبار شخم عمیق و دیسک زده شد و در نهایت تراز شد. شرایط زمین یا بستر کشت و هم‌چنین آبیاری برای تمام تیمارها یکسان بود. بذرها در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (با سه بلوک) با فاصله ۲۰ سانتی‌متر روی ردیف و ۸۰ سانتی‌متر بین ردیف‌ها و عمق حدود ۶ تا ۱۰ سانتی‌متری کشت شدند. مساحت خزانه حدود ۳۰۰ متر مربع بود. برای بهبود وضعیت بافت خاک اطراف بذر از پرلیت و ماسه بادی استفاده شد. آبیاری دانهال‌ها به صورت غرقابی و به‌طور یکنواخت و منظم هر هفته انجام می‌گرفت. در هر بلوک ۵ نهال برای ارزیابی ریخت‌شناسی انتخاب گردید.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

ارزیابی ریخت‌شناسی دانهال‌ها

بذرهای کاشته شده در نهالستان بعد از تنژیدن و رشد از نظر ویژگی‌های ریخت‌شناسی مورد ارزیابی قرار گرفتند. داده‌های ریخت‌شناسی مربوط به ویژگی‌های مختلف در طول دو سال متمادی (۱۳۹۳-۱۳۹۴) اندازه‌گیری شدند. از توصیف‌نامه گردو[۱]برای ارزیابی ویژگی‌ها استفاده شد (۱۳). ویژگی‌های اندازه‌گیری شده شامل ارتفاع نهال در سال اول و دوم (سانتی‌متر) توسط متر پارچه‌ای، قطر نهال (میلی‌متر) در سال اول و دوم (در قسمت پایین نهال و حدود پنج سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک) توسط کولیس دیجیتال، تعداد جوانه، فاصله میانگره (سانتی‌متر)، شاخص سبزینگی (SPAD) در برگ انتهایی در سال اول و دوم، تعداد گل در سال اول و دوم، تعداد میوه تشکیل شده روی گیاه در سال دوم، تعداد شاخه جانبی در سال اول و دوم، قدرت رشد نهال[۲] (رتبه‌بندی برمبنای توصیف‌نامه)، نسبت قطر ساقه به ارتفاع نهال در سال اول و دوم، نسبت شاخص سبزینگی (کلروفیل) به ارتفاع در سال اول و دوم و نسبت میوه به گل بودند. شاخص سبزینگی با استفاده از دستگاه SPAD ساخت شرکت کونیکا مینولتای[۳] ژاپن اندازه‌گیری شد. هم‌چنین برخی از ویژگی‌های بین خانواده‌ها مانند درصد تنژیدن بذر یک خانواده، وضعیت باز شدن نوک بذر بعد از خیس خوردن (کد صفر بازنشده و یک بازشده)، وزن متوسط بذرهای هر خانواده (گرم)، درصد دانهال‌های زودبارده، سرعت رشد (میزان رشد سال دوم به سال اول)، میانگین ارتفاع هر خانواده، میانگین قطر، میانگین تعداد شاخه جانبی، میانگین گلدهی و میانگین سبزینگی برگ انتهایی در یک خانواده نیز اندازه‌گیری شد. قطر نهال در قسمت پایین نهال و حدود پنج سانتی‌متر بالاتر از سطح خاک اندازه‌گیری شد. ترتیب زمانی پژوهش و اندازه گیری ویژگی‌ها در خزانه در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲- ترتیب زمانی پژوهش و اندازه گیری ویژگی‌های در خزانه.

Table 2. Timing of research and measurement of traits in the nursery.

ردیف	عنوان مرحله Stage title	تاریخ شروع ماه/ سال Date
1	انتخاب نژادگان‌های کم‌رشد و خوشه ای گردو از سطح کشور Selection of low-vigor and cluster-bearing walnut genotypes from all over the country	تابستان۹۲ Summer 2013
2	بذرگیری Seed collecting	شهریور و مهر ۹۲ Septamber 2013
3	کشت بذر در خزانه Seed sowing in the nursery	اسفند ۹۲ March 2014
4	تندش Germination	فروردین ۹۳ April 2014
5	ارزیابی های مورفولوژکی و گلدهی سال اول Morphological and flowering assessments in the first year	شهریور ۹۳ Septamber 2014
6	میزان گلدهی سال دوم Flowering in second year	فروردین۹۴ April 2015
7	ارزیابی های مورفولوژکی سال دوم Morphological assessments in the second year	شهریور ۹۴ September 2015
8	ارزیابی ارتفاع نهال در سال سوم Evaluation of seedlings height in the third year	شهریور ۹۵ September 2016

واکاوی داده‌ها

پس از نرمال‌سازی داده‌ها، تجزیه واریانس با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS (Ver. 16) انجام و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از همین نرم‌افزار و آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت گرفت. هم‌چنین آمارهای توصیفی

۱- Walnut descriptor ۲- Vigor ۳- Konica-Minolta ۴- PCA

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

شامل کمینه، بیشینه، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات برای ویژگی‌ها برآورد گردید. به‌منظور مطالعه همبستگی بین ویژگی‌ها، از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده گردید. هم‌چنین تجزیه به مولفه‌ی اصلی[۴] و تجزیه کلاستر[۱]به روش وارد[۲] در بین تمام خانواده‌ها و هم‌چنین کل نژادگان‌ها انجام گرفت. ویژگی‌هایی که با روش‌های استاندارد نرمال نشدند با استفاده از روش تجزیه ناپارامتری کروسکال والیس[۳] و من ویتنی[۴] تجزیه شدند.

نتایج و بحث

آمارهای توصیفی در جدول ۳ ارائه شده است. مطابق نتیجه‌ها، ویژگی‌های مرتبط با گلدهی نهال‌ها و زودباردهی مانند میانگین تعداد میوه، میانگین تعداد گل در سال اول، درصد میوه به گل و تعداد گل در سال دوم دارای بزرگترین ضریب تغییرات و بنابراین دارای بیشترین تنوع بودند. در مقابل، ویژگی‌هایی مانند شاخص سبزینگی در سال دوم، تعداد گره در سال دوم، قدرت رشد و تعداد گره در سال اول، دارای کمترین میزان ضریب تغییرات بودند.

نتیجه‌های حاصل از تجزیه واریانس نشان داد اختلاف معنی‌داری ($P<0.01$) بین خانواده‌های ناتنی وجود دارد. مقایسه میانگین خانواده‌ها نشان داد که از بین خانواده‌ها، کم‌رشدترین آن‌ها در سال دوم (میانگین رشد دوساله) به‌ترتیب خانواده Y (با میانگین ۲۸/۶۶ سانتی‌متر) و خانواده K (با میانگین ۴۱/۹۴ سانتی‌متر) و خانواده M (با میانگین ۴۸/۰۴ سانتی‌متر) بودند (جدول ۴ و شکل ۲ و ۳). هم‌چنین پررشدترین خانواده‌ها به‌ترتیب خانواده O (با میانگین ۱۰۳/۵ سانتی‌متر) و خانواده G (با میانگین ۱۰۳/۳ سانتی‌متر) و خانواده J (با میانگین ۱۰۲/۸۶ سانتی‌متر) بودند. بیشترین قطر ساقه به‌ترتیب مربوط به خانواده‌های ناتنی O (با میانگین ۲۷/۹ میلی‌متر) و خانواده F (با میانگین ۱۹/۶۸ میلی‌متر) و خانواده W (با میانگین ۱۸ میلی‌متر) و کمترین قطر ساقه به‌ترتیب مربوط به خانواده‌های ناتنی Y (با میانگین ۷/۷ میلی‌متر) و خانواده K (با میانگین ۱۰/۰۹ میلی‌متر) و خانواده R (با میانگین ۱۰/۷۷ میلی‌متر) بود. هم‌چنین کمترین سرعت رشد (نسبت رشد سال دوم به سال اول) بین خانواده‌ها به‌ترتیب مربوط به خانواده K (۱/۸)، خانواده E (۱/۹۲) و خانوادهY (۱/۹۵) بود و بیشترین سرعت رشد به‌ترتیب مربوط به خانواده Z (۴/۴۲) و خانواده X (۴) و خانواده O (۳/۶۸) بود (جدول ۴). میانگین ارتفاع خانواده‌ها ۷۳/۴۷ سانتی‌متر بود.

جدول ۳ – آمار های توصیفی و ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری شده در خانواده های ناتنی گردو.

Table 3. Descriptive statistics analysis of morphological traits in different walnut half-sib offspring.

No تعداد	Trait ویژگی	Abbreviation اختصار	Unit واحد	Min. کمینه	Max. بیشینه	Mean میانگین	SD انحراف معیار	CV% ضریب تغییرات
1	Seedling height 1st Year ارتفاع نهال سال اول	SH1	cm سانتی‌متر	14.66	53.1	26.09	10.04	38.49
2	Stem diameter 1st year ضخامت ساقه سال اول	SD1	mm میلی متر	2.97	6.43	4.9	0.91	18.57
3	No. of nodes 1st year تعداد گره سال اول	NN1	Number	15.72	25.92	19.83	2.88	14.54
4	Internode length 1st year طول میانگره سال اول	IL1	cm سانتی‌متر	0.84	2.13	1.29	0.34	26.37
5	Stem diameter/Seedling height in 1st year ضخامت ساقه/ارتفاع نهال سال اول	SDH1	Ratio نسبت	0.138	0.27	0.21	0.037	17.45
6	Stem	SDH2	Ratio	0.15	0.27	0.21	0.035	16.81

۱- Cluster analysis ۲- Ward ۳- Kruskal Wallis ۴- Mann Whitney

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

	diameter/Seedling height in 2nd year ضخامت ساقه/ارتفاع نهال سال دوم		نسبت					
7	Stem diameter 2nd year ضخامت ساقه سال دوم	SD2	mm میلی متر	7.7	27.9	14.74	4.27	28.96
8	Seedling height 2nd year ارتفاع نهال سال دوم	SH2	cm سانتی‌متر	28.6	103.5	73.47	21.14	28.77
9	No. of nodes 2nd year تعداد گره سال دوم	NN2	Number تعداد	14.6	22.68	18.51	2.38	12.86
10	Internode length 2nd year طول میانگره سال دوم	IL2	cm سانتی‌متر	0.93	3.32	2.5	0.58	23.36
11	Vigor	V	Code کد	3	4.37	3.43	.44	12.94
12	Branching in 1st year منشعب شدن سال اول	B1	Number تعداد	1	1.66	1.1	0.15	13.64
13	Branching in 2nd year منشعب شدن سال دوم	B2	Number تعداد	1	4.2	2.44	0.85	34.96
14	Mean fruit Number میانگین تعداد میوه	MF	Number تعداد	0	1	0.08	0.23	270.59
15	Leaf chlorophyll SPAD Index in 1st year شاخص سبزینه برگ سال اول	LC1	Number تعداد	22.34	36.7	30.19	3.9	12.92
16	Leaf chlorophyll SPAD index in 2nd year شاخص سبزینه برگ سال دوم	LC2	Number تعداد	27.22	38.05	32.83	2.7	8.22
17	Precocious seedling percentage درصد نهال‌های زودرس	PSP	Percentage تعداد	0	55.5	20.09	24.4	121.45
18	Mean flower number in 1st year میانگین تعداد گل سال اول	MFN1	Number تعداد	0	0.03	0.003	0.008	266.67
19	Mean flower number in 2nd year میانگین تعداد گل سال دوم	MFN2	Number تعداد	0	1.42	0.36	0.42	116.67
20	Chlorophyll/Stem height 1st year شاخص SPAD/ ارتفاع ساقه سال اول	CSH1	Ratio نسبت	0.83	2.1	1.42	0.4	28.17
21	Chlorophyll/Stem height 2nd year شاخص SPAD/ ارتفاع ساقه سال دوم	CSH2	Ratio نسبت	0.31	1.08	0.59	0.21	35.59
22	Seed mean Wweight میانگین وزن بذر	SMW	g گرم	3.33	11.87	8.25	2.1	25.45
23	Percentage of seed germination درصد تنژیدن بذر	SGP	Percentage درصد	5.8	78	44.87	21.32	47.52
24	Seed splitting during Stratification شکاف خوردن بذر در زمان چینه سرمایی	SSS	Code کد	0	1	0.57	0.5	87.72
25	Growth rate نرخ رشد	GR	Ratio نسبت	1.8	4.2	2.92	0.64	21.92
26	Flower number in 2nd year تعداد گل در سال دوم	FN2	Number تعداد	0	54	5.95	12.28	206.39
27	Fruit number in 2nd year تعداد میوه در سال دوم	FrN	Number تعداد	0	9	1.2	2.42	201.67
28	Fruit/Flower percentage درصد میوه/گل	FFR	Percentage درصد	0	1	0.11	0.24	218.18

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده در بین نژادگان‌های درون خانواده‌های ناتنی کمینه و بیشینه میزان رشد دانهال‌ها در سال اول بین ۸ و ۱۱۰ سانتی‌متر بود و کمترین و بیشترین افزایش ارتفاع در سال دوم بین ۳ تا ۱۴۱/۷ سانتی‌متر بود. کم‌رشدترین نژادگان در بین کل نژادگان‌های مورد ارزیابی با توجه به نتیجه‌های دوساله، نژادگان‌های R6 و M13 با ارتفاع ۱۱ سانتی‌متر و پررشدترین آن‌ها، نژادگان E6 با ارتفاع ۲۲۰ سانتی‌متر بود.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

جدول ۴ - جدول مقایسه میانگین برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی بین خانواده‌های ناتنی مختلف گردو های خوشه‌ای پاکوتاه.

Table 4. Mean comparison of some morphological traits between dwarf/cluster bearing walnut half-sib populations.

خانواده Families	NN1	NN2	IL1	IL2	LC1	LC2	SDH1	SDH2	GR	CSH1	CSH2
A	26.00 a	21.89 ab	1.16 g-i	2.79 cd	25.99 ij	33.16 ef	0.19 g	0.18 e-i	3.01 gf	0.86 ij	0.36 f-h
B	18.78 ij	19.22 e-g	1.13 hi	2.28 g-i	27.53 h	31.20 hi	0.25 bc	0.20 de	3.08 gf	1.30 de	0.48 de
C	17.22 k	16.89 jk	1.08 j-h	2.57 d-f	27.17 hi	31.54 gh	0.23 d-f	0.19 d-h	3.27 d-f	1.42 cd	0.50 de
D	19.89 g	17.22 i-k	1.20 g-i	2.35 g-f	29.02 gf	34.18 de	0.21 gf	0.20 d-f	2.67 h	1.19 ef	0.53 cd
E	24.89 b	19.67 f-h	2.04 a	2.50 e-g	34.49 bc	38.06 a	0.14 h	0.15 i	1.93 j	0.65 k	0.38 gf
F	19.67 i-h	18.56 f-h	1.42 c-e	2.98 bc	31.59 e	31.30 g-i	0.22 d-f	0.23 bc	2.93 g	1.10 f-h	0.38 fg
G	19.67 i-h	21.11 bc	2.14 a	2.96 bc	35.80 ab	33.63 ef	0.15 h	0.17 f-i	2.54 h	0.88 ij	0.33 hi
H	18.89 i-h	17.44 j-i	1.51 c	2.64 de	26.59 hi	28.48 j	0.22 d-f	0.25 ab	2.93 g	1.11 fg	0.41 f
I	17.56 k	16.89 jk	1.48 cd	2.35 f-h	29.63 f	30.46 hi	0.19 g	0.19 d-g	2.51 h	1.13 gf	0.47 e
J	22.78 d	19.78 de	1.65 b	2.86 c	35.18 b	36.07 bc	0.15 h	0.16 hi	2.23 i	0.76 jk	0.35 g-i
K	20.89 ef	16.22 kl	1.22 f-h	1.15 i	22.37 k	27.26 k	0.21 gf	0.24 b	1.81 j	0.97 hi	0.65 b
L	21.78 e	17.89 j-i	0.91 k	2.47 e-h	27.80 gh	35.00 cd	0.27 a	0.24 b	3.38 de	1.49 c	0.57 c
M	15.78 l	14.67 m	1.06 ji	2.24 hi	30.17 f	32.52 gf	0.24 cd	0.24 b	3.15 e-g	1.98 a	0.68 b
N	21.67 e	18.22 g-i	0.84 k	2.46 e-h	32.09 de	33.02 ef	0.26 ab	0.21 cd	3.46 cd	1.75 b	0.52 cd
O	20.22 gf	22.67 a	1.35 d-f	3.32 a	32.88 de	35.13 cd	0.19 g	0.27 a	3.68 c	1.17 ef	0.34 g-i
P	17.44 k	20.22 c-e	1.29 e-g	2.51 e-g	31.94 de	34.03 de	0.21 e-g	0.17 e-i	3.21 d-f	1.40 cd	0.46 e
R	15.89 l	15.44 ml	1.14 hi	2.43 g-f	32.17 de	36.62 b	0.26 a-c	0.19 d-f	3.09 gf	1.79 b	0.67 b
W	24.0 c	20.44 cd	1.40 c-e	2.57 d-f	33.43 cd	34.01 de	0.19 g	0.21 cd	2.61 h	1.02 gh	0.40 f
X	19.78 gh	17.00 jk	0.94 jk	3.27 a	36.80 a	34.16 de	0.23 de	0.17 g-i	4.02 b	2.00 a	0.46 e
Y	16.33 l	15.00 m	0.93 jk	0.94 i	24.78 j	30.17 i	0.21 gf	0.27 a	1.99 ij	1.71 b	1.08 a
Z	18.0 kj	20.44 bc	1.17 g-i	3.14 ab	26.71 hi	28.77 j	0.24 cd	0.18 e-i	4.29 a	1.23 ef	0.31 i

NN1: تعداد گره در سال اول، NN2:تعداد گره در سال دوم، IL1: طول میانگره در سال اول، IL2: طول میانگره در سال دوم،LC1: شاخص کلروفیل در سال اول، LC2: شاخص کلروفیل در سال دوم، SDH1: نسبت قطربه طول ساقه در سال اول، SDH2: نسبت قطر به طول ساقه در سال دوم، GR: نرخ رشد یا سرعت رشد، CSH1: نسبت شاخص کلروفیل به ارتفاع در سال اول، CSH2: نسبت شاخص کلروفیل به ارتفاع در سال دوم.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

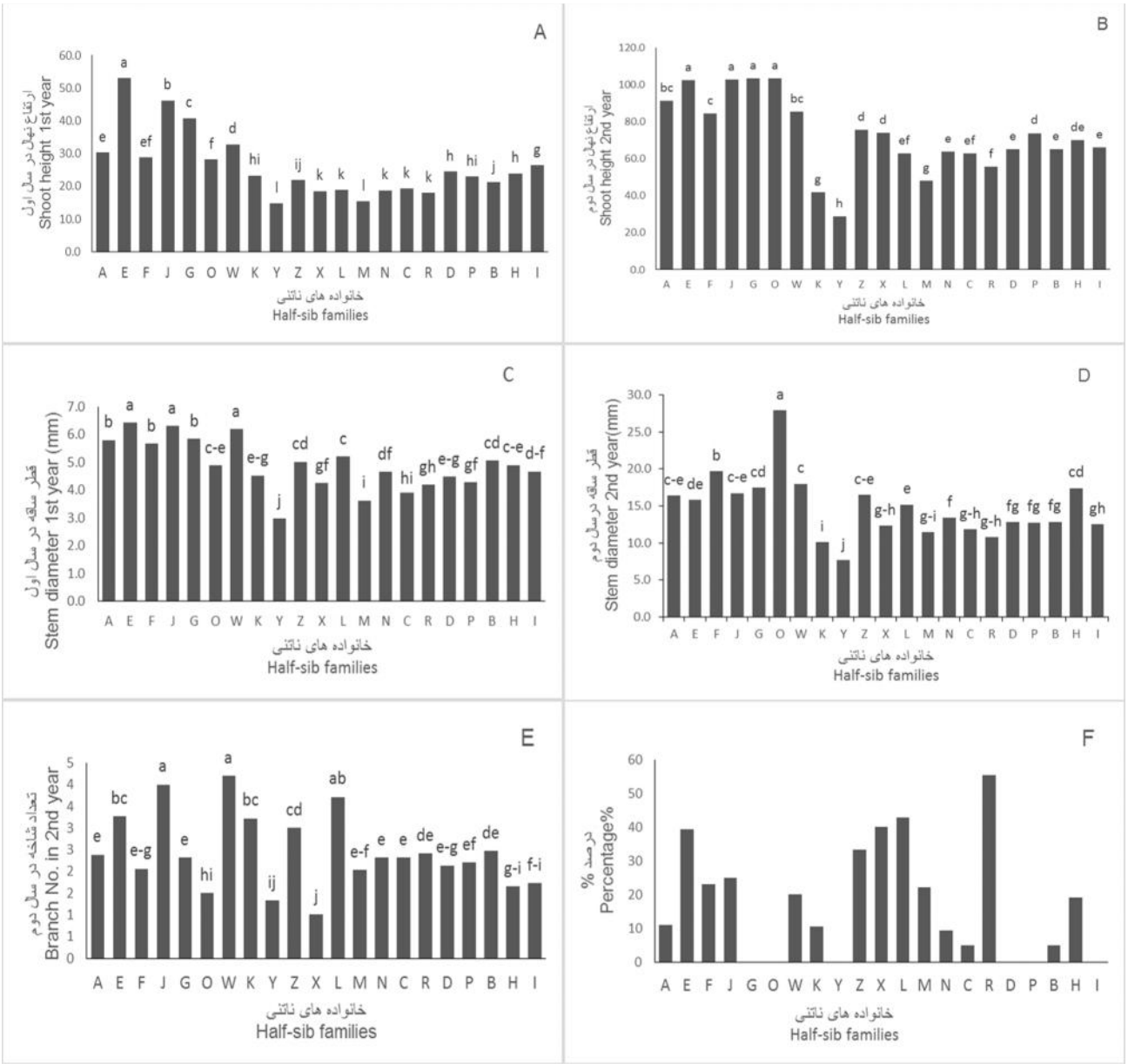


Fig. 2. Comparison of some traits among populations, shoot height in first year (A) and second year (B), stem diameter in first year (C) and second year (D), branch number in 2nd year (E) and precocity percentage among populations in 2nd year (F)

شکل ۲- مقایسه برخی ویژگی‌های در خانواده‌ها، ارتفاع شاخه در سال اول (A)، و سال دوم (B)، قطر ساقه در سال اول (C)، و دوم (D) تعداد شاخه در سال دوم (E)، درصد زودباردهی بین خانواده‌ها در سال دوم (F).

از بین نژادگان‌های خیلی زودبارده، کم‌رشدترین نژادگان زودبارده R9 با ارتفاع ۱۴ سانتی‌متر و پررشدترین نژادگان زودبارده E6 با ارتفاع ۲۲۰ سانتی‌متر بودند. بیشترین تعداد شاخه جانبی در نژادگان E32 با ۱۵ شاخه جانبی و سپس در نژادگان‌های J11، I2، J12 و W3 با ۱۱ شاخه جانبی مشاهده شد. خانواده‌های W, J, L بیشترین شاخه جانبی را در بین بقیه خانواده‌ها داشتند (جدول ۴). در بین تمام نژادگان‌های مورد بررسی هیچ کدام از دانهال‌ها دارای عادت رشدی بازیتونیک و تنه چند شاخه نبودند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

بر اساس تجزیه واریانس، تفاوت در منشاء بذر و نژادگان درخت مادری از نظر بیشتر ویژگی‌های مورد بررسی معنی‌دار بود. خانواده‌هایی مانند خانواده K (کرج)، M (شهمیرزاد) و R (ارومیه) زوباردە و دارای رشد کم در آخر سال دوم بودند. بنابراین به‌عنوان یک نمونه پاکوتاه و زودبارده می‌توانند برای بذرگیری و گزینش مدنظر قرار گیرد. نتیجه‌ها نشان داد که حتی نتاج حاصل از والدین مادری پاکوتاه، قدرت رشد متفاوتی از خود نشان دادند. این نتیجه‌ها با نتیجه‌های رضایی و همکاران (۴) که گزارش کردند قدرت رشد و عادت باردهی دانهال های گردو بیشتر زیر تأثیر والد مادری است، مطابقت دارد. بنابراین، تفاوت خانواده‌های ناتنی از نظر ارتفاع و قدرت رشد زیر تأثیر ژنتیک پایه مادری است.

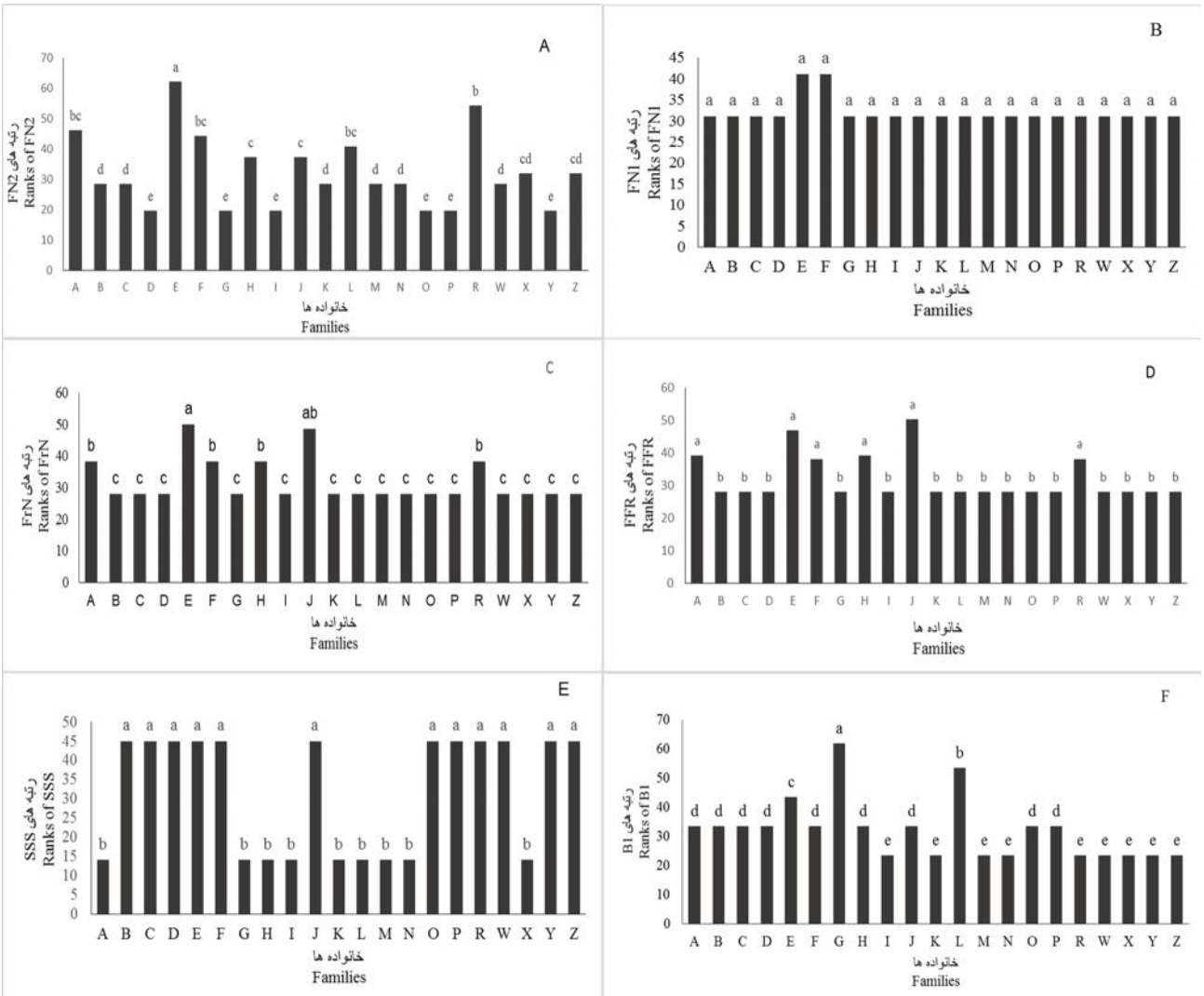


Fig. 3. Rank comparisons of some traits by non–parametric analysis in the studied walnut families. A: FN2 (flower number in 2nd year) B: FN1 (flower number in 1st year) C: FrN (Fruit number in 2nd year) D: FFR (Fruit/Flower ratio), E: SSS (seed splitting during stratification) F: B1 (Branch number in 1st year). Values in each column followed by the dissimilar letters are significantly different according to the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney non-parametric test.

شکل ۳- مقایسه برخی ویژگی‌ها به وسیله تجزیه‌های ناپارامتری در خانواده‌های مورد مطالعه گردو. A: تعداد گل در سال دوم (FN2) B: تعداد گل در سال اول (FN1) C: تعداد میوه در سال دوم (FrN) D: نسبت میوه به گل (FFR) E: شکاف خوردن بذر در طول دوره چینه سرمایی (SSS) F: تعداد شاخه در سال اول (B1). حرف‌های غیرمشابه بالای ستون‌ها با استفاده از آزمون های کروسکال والیس و من ویتنی به‌طور معنی‌داری متفاوت است.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

در نژادگان‌های مورد بررسی انواع متنوعی از ترکیب ویژگی‌هایی مانند پررشد/زودبارده، پررشد/غیر زودبارده، پاکوتاه/زودبارده و پاکوتاه/غیر زودبارده و غیره وجود دارد. این نتیجه‌ها نشان‌دهنده وجود تنوع ارزشمندی در ماده‌های ژنتیکی مورد مطالعه است، به‌طوری که به‌نژادگران می‌توانند برای گزینش بسته به اهداف مختلف برنامه‌های به‌نژادی از آن استفاده کنند. هم‌چنین وجود اختلاف در قدرت رشد دانهال‌های بذری افزون بر گردوی ایرانی در برخی از گونه‌های دیگر مانند گردوی سیاه، زیتون و سیب و هم‌چنین در برخی از درختان جنگلی گزارش شده است و در این گونه‌ها هم منبع آن به منشا بذر ربط داده شده است (۳، ۱۱، ۱۴، ۲۰، ۲۱). انتخاب موثر در بین نژادگان‌های موجود در یک خانواده، موجب تغییر در میانگین ارتفاع آن خانواده می‌شود.

گروه‌بندی خانواده‌ها و نژادگان‌ها

نتیجه‌های حاصل از تجزیه کلاستر داده‌های ریخت‌شناسی دوساله، نشان از وجود تنوع بین خانواده‌ها از نظر ویژگی‌های مورد ارزیابی بوده است. گروه‌بندی خانواده‌های ناتنی مورد بررسی براساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی با استفاده از روش گروه بندی وارد و ضریب تشابه مربع فاصله اقلیدسی، آن‌ها را به سه گروه خیلی پررشد، پر رشد و کم‌رشد (پاکوتاه) تقسیم کرد (شکل ۴).

از خانواده‌های ناتنی مورد بررسی ۱۴ خانواده (Y، K، Z، R، L، C، N، M، I، H، P، B، D و X) در گروه کم‌رشد قرار گرفتند. هم‌چنین ۶ خانواده در گروه پررشد (G، W، O، F، J، A) و یک خانواده (E) نیز در گروه خیلی پررشد قرار گرفتند. همسو با نتیجه‌های به‌دست آمده، به‌تقریب دوسوم یا ۶۶٪ از تمام خانواده‌های مورد بررسی در گروه‌های کم‌رشد قرار می‌گیرند که رشد محدودتری نسبت به سایرین دارند. نتیجه‌ها نشان داد که پابلندی و پاکوتاهی جوامع مورد مطالعه وابسته به منشأ جغرافیایی جمع‌آوری نبود، به‌طوری‌که در گروه خانواده‌های کم‌رشد و پررشد خانواده‌هایی از آذربایجان (شمال غرب کشور)، قزوین (مرکز) و سمنان (شمال شرق) حضور داشتند.

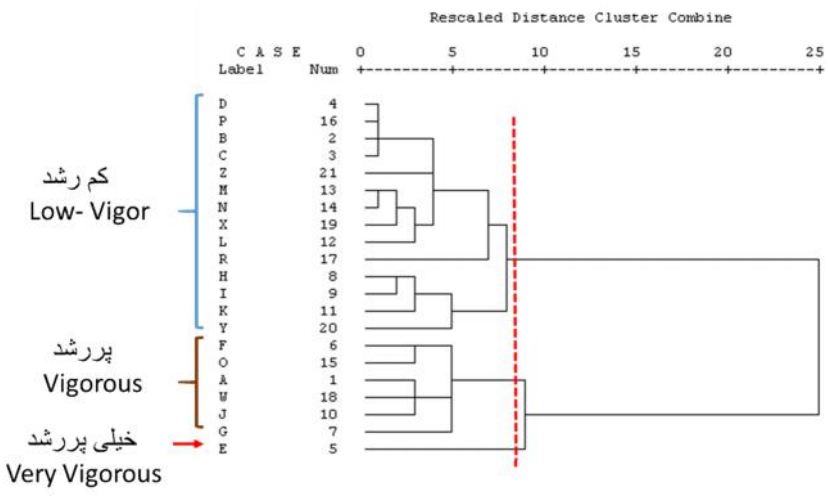


Fig. 4. Cluster analysis of cluster bearing walnut half-sib families based on 2-years morphological traits by WARD's method and squared Euclidean distance matrix.

شکل۴- گروه‌بندی خانواده‌های ناتنی گردوی خوشه‌ای مورد بررسی با استفاده از روش Ward و ضریب تشابه مربع فاصله اقلیدسی.

گروه‌بندی کل نژادگان‌های موجود در نهالستان بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی دو ساله، نتیجه‌های به‌تقریب مشابهی ارائه داد (شکل ۵). بر اساس این نتیجه‌ها کل نژادگان‌های مورد بررسی در تجزیه کلاستر که بر مبنای مربع فواصل اقلیدسی صورت پذیرفت، به سه گروه کم‌رشد، نیمه کم‌رشد و پررشد تقسیم شدند. از کل ۳۵۱ نژادگان

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

گروه‌بندی شده، ۴۶/۱٪ نژادگان‌ها کم‌رشد بودند، ۳۷/۳٪ نژادگان‌های دارای قدرت رشد متوسط یا نیمه کم‌رشد و ۱۶/۵٪ نژادگان‌ها هم نژادگان‌های پر رشد بودند. میانگین ارتفاع گروه کم‌رشد ۴۰/۱۵ سانتی‌متر بود که کم‌رشدترین نژادگان‌ها را در بر می‌گرفت و بیشترین تعداد دانهال از کل دانهال‌ها در این گروه قرارداشت. گروه دوم که دارای رشد متوسط یا نیمه کم‌رشد بودند دارای میانگین ارتفاع ۸۹/۳۵ سانتی‌متر بودند.

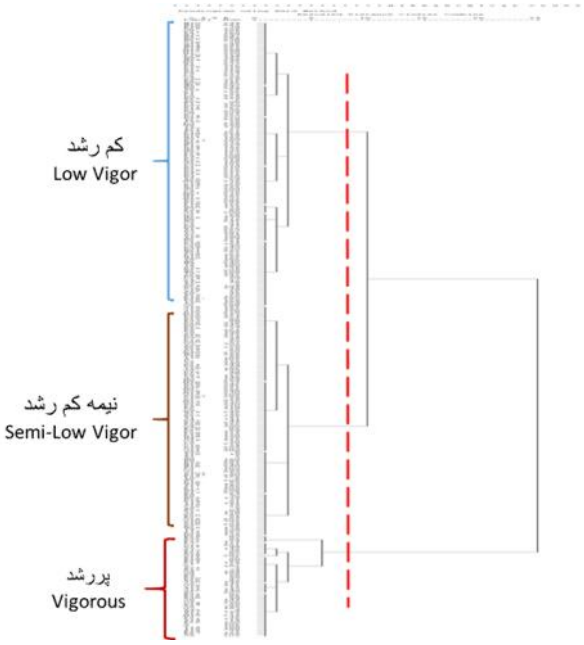


Fig. 5. Cluster analysis of all walnut genotypes based on 2-years morphological traits by WARD method.

شکل ۵- گروه‌بندی تمام نژادگان‌های با استفاده از روش Ward بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی دو ساله نتاج گردوی خوشه‌ای.

از دانهال‌هایی که در این دو گروه قرار گرفته بودند و دارای ویژگی‌های مورد نظر مانند زودباردهی بودند نژادگان‌های امید بخش پاکوتاه و نیمه پاکوتاه انتخاب شدند (جدول ۵). پس از ارزیابی‌های پایانی و پس از افزایش رویشی و بررسی مقاومت این نژادگان‌ها به انواع بیماری‌ها و خاک‌ها، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان پایه‌های پاکوتاه و نیمه پاکوتاه برای کشت متراکم استفاده کرد.

جدول ۵- برخی نژادگان‌های انتخابی از بین کل دانهال‌ها.

Table 5. Some selected genotypes from all seedlings.

نژادگان‌های انتخابی پاکوتاه و زودبارده Dwarf and precocious selected genotypes				نژادگان‌های انتخابی نیمه- پاکوتاه و زودبارده Semi-dwarf and precocious selected genotypes			
M20	R7	R33	K12	L8	N12	L11	R1
K1	K3	L10	R9	C4	N5	R8	R14
R10	K10	R34	R2				
L4	M6	K5					

گروه سوم که پررشد محسوب می‌شدند دارای میانگین ارتفاع ۱۴۹/۹۷ سانتی‌متر بودند. از نهال‌های پررشد و زودباردهی که در بین این گروه قرار داشتند نیز تعدادی نژادگان زودبارده با باردهی جانبی به‌عنوان نژادگان‌های امیدبخش پررشد برای مطالعات بعدی انتخاب شدند. می‌توان از این نژادگان‌ها به‌عنوان پایه‌های به‌نسبت پررشد و زودبارده و هم‌چنین رقم‌های پرمحصول با باردهی جانبی (پس از ارزیابی های تکمیلی) استفاده کرد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

بیشتر نژادگان‌های خیلی زودبارده در گروه‌های کم‌رشد و نیمه‌پررشد قرار گرفتند. به‌طوری که ۸۲/۴۳٪ از نژادگان‌های خیلی زودبارده در گروه گردوهای کم‌رشد و نیمه پررشد قرار گرفتند و تنها ۱۷/۵۷٪ از نژادگان‌های خیلی زودبارده در گروه پررشد قرار داشتند. میزان همبستگی بین ویژگی‌های مختلف ریخت‌شناسی در این گردوها بررسی شد (جدول ۶).

تجزیه همبستگی

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده در این پژوهش میزان ارتفاع نهال در سال اول همبستگی بالایی با برخی ویژگی‌های دیگر مانند تعداد گره یا جوانه (۰/۶۸)، قطر شاخه در سال اول (۰/۸۴)، قدرت رشد (۰/۷۹)، ارتفاع نهال در سال دوم (۰/۷۷۱)، طول میانگره در سال اول (۰/۸۷۷)، نسبت قطر ساقه به ارتفاع (۰/۸۵)، نسبت سبزینه به ارتفاع در سال اول (۰/۸)، تعداد میوه در سال دوم (۰/۷۲۲)، تعداد گل در سال دوم (۰/۵۳۱) و نسبت میوه تشکیل شده به گل در سال دوم (۰/۵۱۹) دارد. هم‌چنین ارتفاع نهال در سال دوم همبستگی بالایی با قطر نهال (۰/۸۴۴) و ارتفاع نهال (۰/۷۶۱) در سال اول داشت. بررسی رگرسیون بین ویژگی‌های مختلف با ارتفاع نهال در سال دوم نشان می‌دهد (شکل ۶) که ضریب r^2 بین ارتفاع نهال در سال دوم با قطر ساقه در سال اول بالاست (r^2=۰/۷۱). از این موضوع می‌توان به‌عنوان یک نشانگر ریخت‌شناسی برای گزینش دانهال‌های با قدرت رشد کم یا زیاد در نهالستان و برنامه های به‌نژادی آتی استفاده کرد. به طور کلی همبستگی بین ویژگی‌های مختلف به‌دلیل پیوستگی ژنی، چند نمودی[۱]و یا روایستایی[۲] بوجود می‌آید. ضرایب همبستگی ویژگی‌های مختلف با ارتفاع نهال به تصمیم گیری در مورد اهمیت نسبی این ویژگی‌ها و ارزش آن‌ها به عنوان معیاری برای انتخاب کمک می کند.

با استفاده از تجزیه رگرسیون گام به گام می‌توان اثر ویژگی‌های غیر مؤثر یا کم تأثیر در مدل رگرسیونی را بر ارتفاع نهال حذف نموده و تنها ویژگی‌هایی را که میزان قابل ملاحظه‌ای از تغییرهای ارتفاع نهال را توجیه می کنند مورد بررسی قرار داد. برای این منظور با استفاده از تجزیه رگرسیونی گام به گام سهم هر یک از ویژگی‌های سال اول که بیشترین تأثیر را در ارتفاع نهال در سال دوم داشتند، مشخص شد. نتایج نشان داد (جدول ۷) ویژگی ارتفاع نهال در سال دوم به‌عنوان متغیر تابع زیر تاثیر ویژگی‌های قطر نهال و شاخص سبزینه برگ در سال اول قرار دارد و این دو ویژگی بیشترین تأثیر را در ارتفاع نهال در سال دوم دارند ، بیش از ۷۶٪ از کل تغییرات ارتفاع نهال در سال دوم را توجیه نمودند.

اگر y برابر ارتفاع نهال در سال دوم (SH2) باشد، معادله کلی خط رگرسیون خطی چندگانه به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$SH2= -8.362 + 4.473\ SD1 + 1.178\ LC1$$

ویژگی قطر ساقه در سال اول به تنهایی ۶۷٪ از کل تغییرهای ارتفاع نهال در سال دوم را در مقایسه با دیگر ویژگی‌ها در این پژوهش توجیه نمود. زمانی که ویژگی شاخص SPAD در سال اول وارد مدل می‌شود این ویژگی نیز ۸/۹٪ از تغییرهای ارتفاع نهال در سال دوم را توجیه نمود. بنابراین، نقش قطر ساقه در سال اول بر روی تغییرهای ارتفاع نهال در سال اول در پژوهش حاضر به مراتب بیشتر از ویژگی شاخص سبزینگی در سال اول و هم‌چنین دیگر ویژگی‌های مورد مطالعه بود.

ویژگی قطر ساقه با خیلی از ویژگی‌های رشدی و عملکردی در گردو همبستگی و ارتباط دارد به طوری که عاطفی (۷) و همکاران گزارش کردند که همبستگی قوی بین قطر تنه و عملکرد درخت در گردو وجود دارد. از ویژگی قطر ساقه می‌توان برای پیش‌بینی عملکرد درخت در باغ‌های گردو و تخمین عملکرد کلی باغ استفاده کرد. مک گراناهان و همکاران (۱۷) همبستگی قوی بین عملکرد و ارتفاع درخت گزارش کردند. هم‌چنین، Solar و همکاران (۲۳) همبستگی بالا بین تاریخ برگ‌دهی با ویژگی‌های قدرت رشد، تراکم شاخه، ارتفاع درخت و قطر ساقه یا تنه گزارش کردند. نتیجه‌های حاصل از این

۱- Pleiotropy ۲- Epistasis

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

آزمایش نیز همبستگی بالا بین قطر تنه و ارتفاع نهال را در نهالستان نشان می‌دهد که به‌تقریب با نتیجه‌ها و یافته‌های پژوهشگران قبلی در یک راستا می‌باشد.

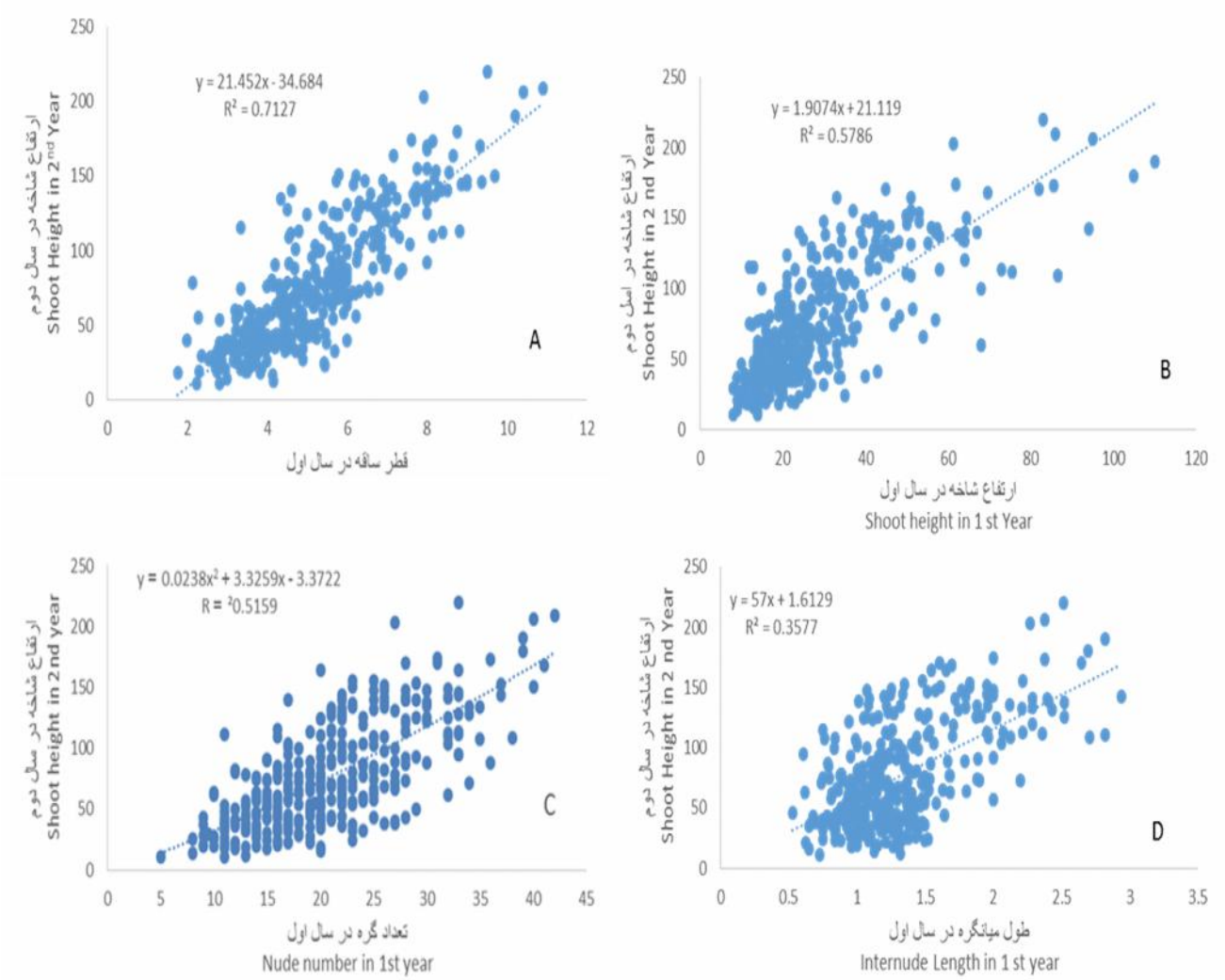


Fig. 6. Regression between shoot height in 2nd year and stem diameter in 1st year (A), shoot height in 1st year (B), node number in 1st year (C), internode length in 1st year (D) of walnut seedling during 2014-2015 years. Lines represent linear regressions. Each point represents a individual.

شکل ۶- رگرسیون بین ارتفاع شاخه در سال دوم با قطر ساقه در سال اول (A)، ارتفاع ساقه در سال اول (B)، تعداد گره در سال اول (C)، فاصله میانگره در سال اول (D)، دانهال‌های گردو در طول سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۱۵. هر نقطه بیانگر یک دانهال است.

جدول ۷ -رگرسیون گام به گام ویژگی ارتفاع نهال در سال دوم (متغیر تابع) و ویژگی‌های قطرساقه در سال اول و شاخص SPAD در سال اول (متغیر مستقل).

Table 7. Stepwise regression of seedlings height in the second year (as function variables), seedling diameter traits in the first year, and SPAD index in the first year (as independent variable).

رابطه رگرسیون Regression equations	واریانس توجیه شده Coefficient of partial determination	واریانس تجمعی Cumulative coefficient determination
SH_2= -3.808 + 5.319 SD1	0.673	0.673
SH_2= -8.362 + 4.473 SD1 + 1.178 LC1	0.089	0.762

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

نتیجه‌های زودباردهی

از بین خانواده‌هایی که مورد بررسی قرار گرفتند، بیشترین درصد دانهال‌های خیلی زودبارده به‌ترتیب مربوط به خانواده R، L و E با ۵۵/۵۰٪، ۴۲/۸۵٪ و ۳۹/۴۷٪ دانهال زودبارده بود و کمترین آن مربوط به خانواده‌های ناتنی O, Y, D, P و I بود که هیچ یک از دانهال‌های آن‌ها خیلی زود بارده نبودند. نژادگان‌های E21 و F26 پنج ماه بعد از تنژیدن به گل رفتند و بالاترین زودبارهی را در بین نژادگان‌ها داشتند و به‌عنوان نژادگان‌های فوق‌العاده زودبارده شناخته شدند. این نژادگان‌ها در شهریور سال اول تنها یک گل ماده تولید کرده بودند و گل نری تشکیل نشده بود و به‌دلیل نبود دانه گرده در شهریور ماه میوه‌ای تشکیل نشد. این مورد اولین گزارش ازگلدهی گردو تنها پنج ماه پس از جوانه زنی بذر است. در سال دوم نژادگان‌های E21 با ۹ گل ماده و E32 با ۷ گل دارای بیشترین گل بودند. از بین کل نژادگان‌های مورد بررسی ۲۱/۰۸٪ از نژادگان‌ها خیلی زودبارده بودند و ۷۸/۹۱٪ بقیه نژادگان‌ها در پایان سال دوم هنوز نونهال بودند. با توجه به این‌که بقیه نژادگان‌ها در سال‌های بعد به‌تدریج به گل خواهند رفت، بنابراین تنها نژادگان‌های خیلی زودبارده در این پژوهش مشخص شدند. در جمعیت‌های طبیعی گردو درصد دانهال‌های خیلی زودبارده بسیار پایین است بنابراین به نظر می‌رسد، انتخاب برای زودباردهی با استفاده از بذرهای درختان با باردهی خوشه‌ای بسیار موثر بوده است. اختلاف خانواده‌های مختلف در درصد دانهال‌های زودبارده نشان می‌دهد که بین والدین مختلف که همگی از درختان با باردهی خوشه‌ای بودند نیز از نظر ژنتیکی، اختلاف وجود دارد و بایستی با استفاده از تلاقی‌های کنترل‌شده به‌طور دقیقتری نحوه توارث و تعداد ژنهای کنترل کننده مورد بررسی قرارگیرد. دوره نونهالی قبل از گلدهی از یک تا چند سال بعد از تنژیدن بذر متغیر است و به شدت با زودباردهی پس از پیوند ارتباط دارد. دانهال های بسیار زودبارده[۱]می‌توانند در سال دوم رشد، دانهال های زودبارده[۲] در سال سوم و چهارم رشد و دانهال های با زود باردهی متوسط[۳] در سال پنجم و ششم میوه داشته باشند (۱۹). دانهال‌های بسیار زودرس در ژرم پلاسم شوروی سابق (روسیه) و همچنین از جنوب قرقیزستان یافت شده‌اند و همچنین به‌عنوان رقم‌های جدید در چین انتخاب شده‌اند (۱۹).

بر اساس گزارش‌های موجود زودباردهی به‌شدت با باروری جانبی و اندازه کوچک درخت ارتباط دارد و به‌طورمعمول برای برنامه‌های به‌نژادیی انتخاب می‌شود (۱۹). اما این گزارش‌ها مربوط به بررسی‌های درختان بارور چندین ساله است و نهال‌های دوساله در نهالستان مورد بررسی قرار نگرفته‌اند. به نظر می‌رسد نتیجه‌های رشد در سال اول و دوم در نهالستان با نتیجه‌های حاصل از درختان بارور کمی متفاوت است. دلایل ژنتیکی که باعث تسریع در گلدهی این نژادگان‌ها در گردو شده است، بسیار حائز اهمیت است. ویژگی‌های گلدهی نژادگان‌های خیلی زودبارده ممکن است باعث پیشبرد درک ما از مراحل گل آغازی و رشد و نمو گل در گردو شود و به کاهش مرحله طولانی نونهالی در گردو کمک کند و به‌طور قابل توجهی باعث کاهش زمان در برنامه‌های به‌نژادی گردو شود. با بررسی پدیده نونهالی و زودباردهی و یا بلوغ زودرس در برخی گیاهان مدل مشخص شده است که مسیرهای متعددی در پدیده بلوغ و گلدهی گیاهان چوبی دخیل هستند و ژن‌های زیادی در هر کدام از این مسیرها وجود دارند (۲۶). بررسی‌هایی برای مشخص شدن برخی از ژن‌های دخیل در زود باردهی انجام گرفته است. چندین ژن (به عنوان مثال *SQUA/AP1* و *FLO / LFY*)، که مربوط به شروع و گسترش گل در دو گونه گیاه مدل نهان‌دانه *Antirrhinum majus* و *Arabidopsis thaliana* می‌شود، شناسایی شده‌اند. هم‌چنین برخی پژوهش‌ها در سیب نشان می‌دهد که بیان *ژنهای AFL1*، *AFL2* و *MdMADS5* و *MdMADS2* باعث زود گلدهی می‌شود، در حالی که بیان نابجای ژن *MdTFL1* سیب در گیاه *Arabidopsis* باعث دیر گلدهی می‌شود. نتیجه‌ها نشان می‌دهد که ژن *TFL1* دارای یک نقش کلیدی در تنظیم نونهالی، القاء گل یا گل انگیزی[۴] و رشد گل می‌باشد (۱۶، ۱۷). بررسی‌های ژنتیکی و فیزیولوژیکی عمیق‌تری برای درک مولکولی این سازوکار در گردو مورد نیاز است و نژادگان‌های بسیار زودبارده شناسایی شده در این پژوهش، ماده‌های ژنتیکی با ارزشی برای این بررسی‌ها می‌تواند باشد.

۱- Very Precocious ۲- Precocious ۳- Semi Precocious ۴- Flower induction

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

جدول ۷- ضرایب همبستگی بین ویژگی‌های مختلف در بین خانواده‌های ناتنی گردو های خوشه‌ای.

Table 7. Coefficient of correlation between different traits among the half-sib families of cluster bearing walnuts.

Character	NN2	SD2	SH2	LC2	LC1	SH1	NN1	SD1	B1	B2	V	IL1	IL2	SDH1	SDH2	MFN1	MFN2	MF	CHS1	CHS2	SMW	SGP	SSS	GR	PSP	FN2	FrN	FFR
NN2	1																											
SD2	.75**	1																										
SH2	.85**	.78**	1																									
LC2	.19	.24	.44*	1																								
LC1	.27	.36	.59**	.72**	1																							
SH1	.53*	.45*	.77**	.45*	.50*	1																						
NN1	.53*	.40	.56**	.35	.19	.65**	1																					
SD1	.67**	.59**	.82**	.35	.41	.84**	.79**	1																				
B1	.23	.16	.37	.42	.370	.45*	.12	.37	1																			
B2	.28	.09	.27	.24	.034	.46*	.54*	.62**	.175	1																		
V	.54*	.55**	.70**	.37	.47*	.79**	.56**	.75**	.48*	.31	1																	
IL1	.41	.41	.66**	.25	.44*	.87**	.30	.66**	.58**	.23	.73**	1																
IL2	.63**	.70**	.83**	.39	.62**	.31	.22	.48*	.20	-.03	.35	.26	1															
SDH1	-.36	-.29	-.55**	-.25	-.351	-.85**	-.42	-.51*	-.29	-.16	-.70**	-.81**	-.07	1														
SDH2	-.31	.13	-.48*	-.40	-.48*	-.48*	-.25	-.41	-.30	-.24	-.26	-.37	-.40	.33	1													
MFN1	.08	.24	.30	.192	.233	.46*	.26	.41	.08	.07	.30	.41	.13	-.26	-.08	1												
MFN2	.09	-.04	.28	.361	.139	.27	.36	.24	.02	.15	.06	.06	.30	-.10	-.50*	.34	1											
MF	.33	.13	.35	.214	-.078	.37	.60**	.420	.06	.16	.36	.12	.15	-.32	-.30	.05	.46*	1										
CHS1	-0.6**	-0.4*	-0.6**	0.03	0.2	-0.8**	-0.7**	-0.8**	-0.27	-0.51*	-0.6**	-0.7**	-0.13	0.71**	0.23	-0.2	-0.09	-0.43	1									
CHS2	-.73**	-.6**	-.73**	.04	-.265	-.32	-.33	-.55*	-.06	-.15	-.38	-.28	-.77**	.21	.30	.06	-.062	-.25	.46*	1								
SMW	-.09	.11	-.01	-.05	.095	.28	.008	.15	.12	-.01	.20	.39	-.26	-.39	.22	.03	-.62**	-.17	-.31	.08	1							
SGP	.00	.20	.19	.40	.216	.31	.150	.23	.21	-.01	.24	.27	.12	-.10	-.06	.38	.11	.26	-.03	.15	.19	1						
SSS	.22	.14	.18	.27	.117	.18	-.104	.06	-.14	.18	.10	.10	.05	-.15	-.10	.28	.05	-.13	-.05	.02	-.07	.15	1					
GR	.28	.27	.17	.01	.139	-.46*	-.227	-.18	-.17	-.28	-.33	-.46*	.65**	0.6**	-.05	-.23	.15	-.13	.45*	-.42	-.57**	-.17	-.04	1				
PSP	-.17	-.1	.06	.31	.379	-.05	.078	.05	-.04	.017	-.23	-.17	.32	.23	-.26	.14	.59**	.00	.26	.00	-.35	-.02	-.14	.36	1			
FN2	-.02	.04	.25	.48*	.291	.53*	.282	.36	.20	.22	.23	.45*	.04	-.29	-.28	.73**	.60**	.17	-.18	.32	-.09	.52*	.24	-.30	.34	1		
FrN	.09	.17	.42	.47*	.362	.72**	.394	.55*	.17	.32	.35	.57**	.14	-.49*	-.33	.70**	.50*	.33	-.40	.05	.11	.55**	.31	-.40	.26	.86**	1	
FFR	.15	.22	.39	.19	.186	.52*	.351	.48*	.02	.31	.28	.34	.21	-.40	-.21	.15	.16	.55*	-.45*	-.34	.23	.35	.10	-.26	.09	.19	.64**	1

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

تجزیه به مولفه‌های اصلی[1]

تجزیه به مولفه‌های اصلی برای مشخص شدن عامل‌های اصلی تاثیرگذار در ویژگی رشد به روش تجزیه به مولفه‌ها (PCA) صورت پذیرفت. در تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۸ مولفه اصلی و مستقل با مقادیر ویژه بزرگ تر از یک به‌طور کلی ۸۷/۹٪ واریانس کل را توجیه کردند (جدول ۸). سه عامل اول در مجموع ۶۱/۳۷٪ تغییرهای واریانس را توجیه کردند. در عامل اول در جمع ۱۷ ویژگی شامل ارتفاع نهال در سال اول (SH1) و دوم (SH2)، قطر نهال در سال اول (SD1) و دوم (SD2) ، قدرت رشد (V)، تعداد گره در سال اول (NN1) و دوم (NN2)، نسبت قطر به ارتفاع نهال در سال اول (SDH1) و دوم (SDH2) شاخص SPAD در سال اول (LC1) و دوم (LC2)، نسبت شاخص SPAD به ارتفاع نهال در سال اول (CSH1)، طول میانگره در سال اول (IL1) و دوم (IL2) و نسبت گل به میوه (FFR) و تعداد میوه در سال دوم (FrN) و تعداد گل در سال دوم (FN2) قرار گرفتند که در مجموع ۳۵/۱۲٪ تغییرهای واریانس را توجیه می‌کنند. در عامل دوم ویژگی‌های تعداد میوه در سال دوم (FrN)، طول میانگره در سال دوم (IL2)، سرعت رشد (GR)، تعداد گره در سال دوم (NN2) ، قطر ساقه در سال دوم (SD2) تعداد گل در سال دوم (FN2) و نسبت شاخص SPAD به ارتفاع نهال در سال دوم (CSH2) توانستند ۱۳/۶۹٪ از تغییرهای واریانس را توجیه کنند و در عامل سوم ویژگی‌های میانگین گلدهی در سال دوم (MFN2) درصد نهال‌های زودبارده (PSP) سرعت رشد (GR) و میانگین وزن بذر (SMW) ۱۲/۵۵٪ از تغییرها را توجیه کردند.

بر اساس نتیجه‌های به‌دست آمده، عوامل اصلی که باعث تفرق بین نهال‌های مورد بررسی از نظر میزان رشد و قدرت رشد می‌شوند ویژگی‌هایی مانند ارتفاع ساقه در سال اول و دوم، قطر ساقه در سال اول و دوم، قدرت رشد، سرعت رشد، طول میانگره در سال اول و دوم و شاخص سبزینه در سال اول و دوم بودند. تجزیه به مولفه‌های اصلی و همبستگی بالای ویژگی‌ها به انتخاب ویژگی‌های مهم و تاثیرگذار در گزینش نهال‌های پاکوتاه در سال‌های اول کمک می‌کند (۴). بنابراین می‌توان در برنامه‌های به‌نژادی مربوط به قدرت رشد نهال یا پاکوتاهی در گردو، در سال اول یا ابتدای سال دوم نهال‌هایی زودبارده با قدرت رشد پایین را براساس این ویژگی‌ها شناسایی کرد. گروه‌بندی خانواده‌ها با استفاده از دو عامل اول، نتیجه‌های گروه‌بندی خانواده‌ها با استفاده از تمام ویژگی‌ها را تائید کرد (شکل ۷).

نتیجه‌های به‌دست آمده در خصوص همبستگی ویژگی‌ها به‌تقریب با نتیجه‌های کارهای قبلی مطابقت دارد (جدول ۹). رضایی و همکاران (۳) با اندازه‌گیری فقط ۷ ویژگی ریخت‌شناسی در نهال‌های گردوی ۵ ساله با تجزیه به عامل‌ها به دو عامل رسیدند. در عامل اول ویژگی‌هایی مثل ارتفاع و متوسط طول شاخه‌ها و در عامل دوم ویژگی‌های باردهی و سطح برگ دارای ضریب بالاتری بودند؛ که این دو عامل ۷۳٪ از واریانس کل را توجیه کرد. رضایی و همکاران (۳) ضریب همبستگی ارتفاع نهال با ویژگی‌های طول میانگره طول شاخه و تعداد گره را به‌ترتیب (۰/۷۵، ۰/۸۸، ۰/۶۶) به‌دست آوردند که به‌تقریب مطابق با نتیجه‌های به‌دست آمده در مطالعه حاضر است. در مطالعه دیگری که مقدم و همکاران (۱۸، ۱۹) بر روی آلبالو و روی آلبالو تلخه انجام دادند ویژگی‌های مورد بررسی به‌ترتیب به ۴ و ۳ عامل تقسیم شدند و در عامل اول ویژگی‌های ارتفاع و قطر تنه بیشترین میزان از واریانس کل را توجیه کردند.

تمام گزارش‌هایی که در خصوص ارتباط باردهی و قدرت رشد وجود دارد دال بر آن است که میزان رشد گردوهای با باردهی جانبی نسبت به گردوهای با باردهی انتهایی کمتر است. در پژوهشی، Solar و همکاران (۲۵) با بررسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی، ۸۴۰ درخت بذری گردو را بر اساس الگوی باردهی و شاخه دهی به ۴ گروه

۱- Principal Component Analysis

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

جدول ۸- مقدارهای ویژه، درصد واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای عامل‌های اصلی ویژگی‌های ریخت‌شناسی در نتاج ناتنی نژادگان‌های خوشه‌ای گردو.

Table 8. Eigen value, percentage of variance and cumulative percent variance for main factors of morphological traits in cluster bearing walnut half-sib progeny

عامل Component	مقادیر اولیه Initial Eigenvalues			مقدار استخراج بارهای مربعی Extraction Sums of Squared Loadings		
	کل Total	درصد واریانس % of Variance	درصد تجمیعی Cumulative %	کل Total	درصد واریانس % of Variance	درصد تجمیعی Cumulative %
1	9.83	35.12	35.12	9.83	35.12	35.12
2	3.83	13.70	48.82	3.83	13.70	48.82
3	3.51	12.55	61.37	3.51	12.55	61.37
4	2.22	7.92	69.30	2.21	7.92	69.3
5	1.59	5.68	74.98	1.59	5.68	74.98
6	1.31	4.68	79.66	1.31	4.68	79.66
7	1.19	4.26	83.93	1.19	4.26	83.93
8	1.11	3.97	87.90	1.11	3.97	87.90

تقسیم و گزارش نمودند که گردوهای با عادت باردهی جانبی از طول شاخه دو ساله کوتاه، تعداد گره بیشتر و میانگره کوتاهتری برخوردار بودند. رضایی و همکاران (۴) گزارش کردند که همبستگی معنی‌دار منفی (۰/۳۲-) بین ارتفاع نهال‌های ۵ ساله و باردهی، نشان می‌دهد که با کاهش ارتفاع نهال باردهی زودتر آغاز می‌شود. نتیجه‌های مشاهده‌های حاصل از آزمایش حاضر نشان می‌دهد که نهال‌های زودبارده در دو سال اول رشد، رفتاری متفاوت از نظر رشدی نسبت به سال سوم و بالاتر از خود نشان می‌دهند. به‌طوری که در سال دوم نهال‌های خیلی‌زودبارده قوی‌تر دارای ارتفاع بیشتر، تعداد میوه بیشتر و نسبت میوه به گل بیشتری نسبت به نهال‌های خیلی‌زودبارده ضعیف‌تر بودند که با نتیجه‌های رضایی و همکاران (۳) در تضاد است. این موضوع نشان می‌دهد که تا سال دوم نهال‌های قوی‌تر، توانایی بیشتری در حفظ میوه‌ها دارند و در نهال‌های زودبارده ضعیف‌تر تعداد کمتری از گل‌ها به میوه تبدیل شدند یا تعداد کمتری میوه را تا آخر فصل رشد روی شاخه ها نگه داشتند. هم‌چنین، نتیجه‌های به‌دست آمده از بررسی نهال‌های حاصل از نتاج درختان با میوه‌دهی خوشه‌ای نشان داد که در دو سال اول رشد نهال، بین درصد نهال‌های زودبارده در بین خانواده‌های ناتنی و ارتفاع نهال در سال دوم همبستگی وجود ندارد (جدول ۶) و همبستگی قوی و مثبت بین ارتفاع نهال در سال اول و تعداد میوه تشکیل شده در سال دوم وجود دارد (۰/۷۲). بنابراین، با ادامه ثبت برخی ویژگی‌ها مانند ارتفاع ساقه در سال سوم مشخص شد که در گردو، آندسته از نهال‌های زودباردهی که در ابتدا رشد بسیار بالایی داشتند و جزو گروه پررشد و بسیار پررشد قرار داشتند، بعد از رسیدن به مرحله باردهی، به شدت از میزان رشدشان کاسته شد و ارتفاع آن‌ها نسبت به نژادگان‌های غیر زودبارده در سال سوم به‌طور متوسط ۲۳/۸۶٪ کمتر شد (شکل ۸). مشاهده‌ها نشان داد که میزان محصول بر رشد رویشی نهال تأثیر زیادی دارد و از آن‌جایی که نهال‌های زود بارده پررشد، در سال سوم تعداد زیادی میوه روی شاخه‌های جانبی داشتند این افت رشد، می‌تواند ناشی از محصول زیاد باشد. چرا که میوه‌ها مقصد ماده‌های قندی حاصل از فتوسنتز بوده و انرژی گیاه به جای این‌که

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

صرف رشد شاخه ها شود صرف رشد میوه‌ها می‌گردد. این نتیجه‌ها با نتیجه‌های رضایی و همکاران (۴) که بررسی را در نهال‌های ۴ و ۵ ساله انجام داده بودند، مطابقت داشت.

جدول ۹- تجزیه به مولفه‌های اصلی ویژگی‌های مرتبط با رشد و زودباردهی در نتاج نژادگان‌های گردوی خوشه‌ای.

Table 9. PCA analysis of growth and precocity related traits in offspring of cluster-bearing walnut genotypes.

		Component							
	Traits	1	2	3	4	5	6	7	8
1	NN2	**.66**	**-.60**	-.12	-.08	.11	-.18	-.06	.03
2	SD2	**.60**	**-.52**	-.11	.21	.46	.03	.16	.16
3	SH2	**.89**	-.42	.04	.10	.04	-.03	-.07	.01
4	LC2	**.53**	.11	.45	.34	-.23	.09	.19	-.22
5	LC1	**.55**	-.14	.28	**.59**	-.24	.07	.08	-.18
6	SH1	**.95**	.19	-.17	.03	-.08	-.07	-.06	-.01
7	NN1	**.70**	-.03	-.05	-.46	-.01	.05	.21	.14
8	SD1	**.91**	-.1	-.08	-.17	.03	-.08	.25	.05
9	B1	.44	.05	-.08	.34	**-.53**	.04	.23	.26
10	B2	.46	.13	-.02	-.47	-.11	-.41	**.53**	-.27
11	V	**.80**	-.05	-.29	.12	-.10	-.004	-.01	.14
12	IL1	**.79**	.18	-.31	.28	-.12	-.09	-.12	.13
13	IL2	**.53**	**-.68**	.37	.23	.07	.13	-.02	.004
14	SDH1	**-.71**	-.22	.43	-.07	.15	.02	.36	.05
15	SDH2	**-.51**	.06	-.32	.06	**.55**	.06	.33	.25
16	MFN1	.47	.40	.24	.15	.43	-.18	-.13	.35
17	MFN2	.365	.11	**.71**	-.37	-.13	-.03	-.28	.17
18	MF	.475	.00	.07	**-.59**	-.05	.48	-.20	.01
19	CSH1	**-.75**	-.01	.48	.36	-.05	.15	.02	-.08
20	CSH2	-.48	**.77**	.11	.14	-.09	-.05	.06	.11
21	SMW	.13	.30	**-.70**	.33	.11	.21	.21	-.16
22	SGP	.36	.37	.19	.27	.31	.47	.07	.02
23	SVS	.19	.11	.15	.21	.40	**-.51**	-.25	**-.50**
24	GR	-.23	**-.78**	**.53**	.10	.11	.03	.02	.03
25	PSP	.18	.18	**.76**	-.15	.01	-.04	.39	-.004
26	FN2	**.51**	**.62**	.48	.08	.12	-.11	-.04	.22
27	FrN	**.70**	**.56**	.29	.00	.23	.06	-.05	-.09
28	FFR	**.55**	.16	-.04	-.26	.21	.45	.02	-.48

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

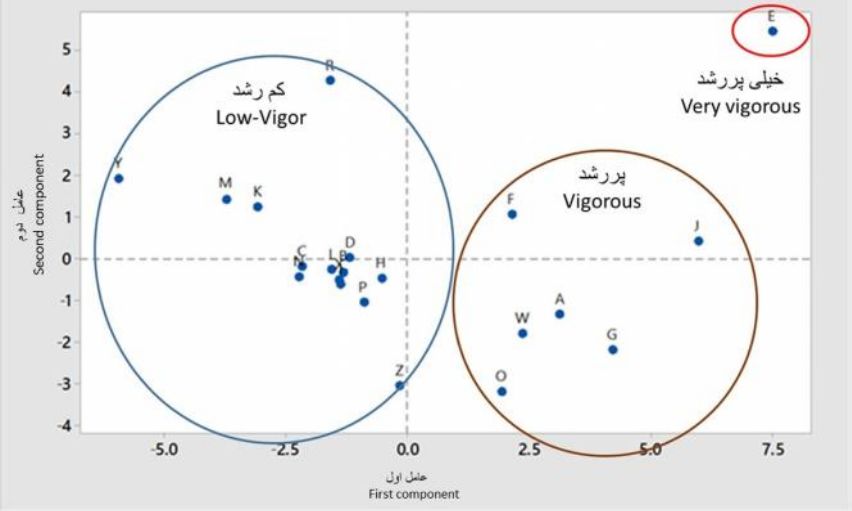


Fig. 7. Analysis of PCA core components based on cluster bearing walnut half-sib families.

شکل۷ – تجزیه به مولفه های اصلی (PCA)بر اساس خانواده‌های ناتنی گردوی خوشه‌ای.

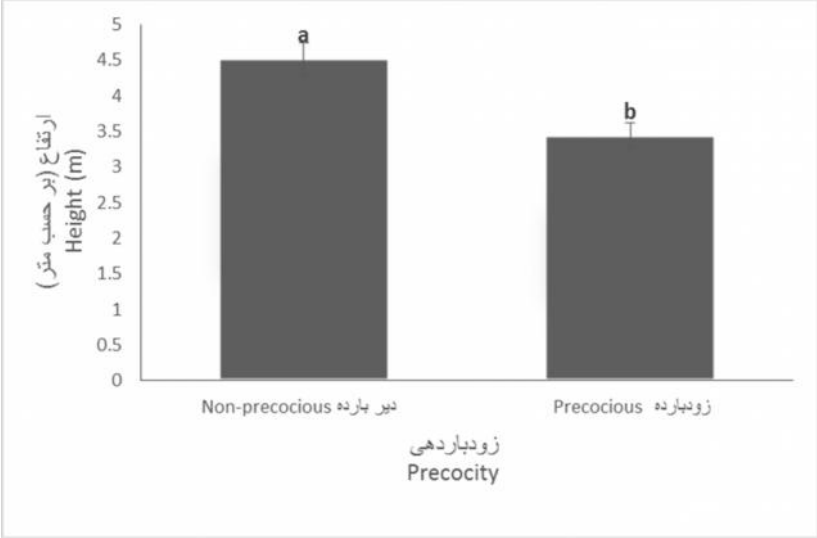


Fig. 8. Seedlings height in the third year after the fruiting of early bearing-genotypes.

شکل ۸– ارتفاع نهال ها در سال سوم بعد از باردهی نژادگان‌های زودبارده.

برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی به سادگی قابل اندازه‌گیری بوده و توارث پذیری به‌نسبت خوبی دارند، پس انتخاب بر اساس این ویژگی‌ها، راه به‌نسبت مطمئن و سریعی برای ارزیابی خانواده‌ها و افزایش عملکرد می‌باشد. از آن‌جایی‌که نتیجه‌های پژوهش‌های اولیه در گردو مشخص کرده است نهال‌هایی که در سال‌های اولیه در خزانه دارای رشد محدود بودند، این ویژگی خود را بعد از انتقال به باغ و در سال‌های آینده حفظ کردند (۳)، بنابراین از بین نژادگان‌های مورد بررسی نژادگان‌هایی که می‌توانند به‌عنوان پایه پاکوتاه مورد بررسی بیشتر قرار گیرند انتخاب شدند. این نژادگان‌ها، نژادگان‌هایی بودند که تا پایان سال دوم رشد، کمتر از ۵۰ سانتی‌متر ارتفاع داشتند. هم‌چنین تعدادی از نژادگان‌های نیمه پررشد زود بارده نیز انتخاب شدند تا در صورت تائید در آزمایش‌های بعدی به‌عنوان پایه‌های زودبارده با رشد متوسط یا نیمه پاکوتاه مورد استفاده قرار بگیرند. آن‌ها شامل نژادگان‌هایی بودند که تا پایان سال دوم، کمتر از ۸۹ سانتیمتر رشد کرده بودند.

در انتخاب نژادگان‌ها، افزون بر ویژگی‌های رویشی مانند ارتفاع نهال، طول میانگره و قدرت رشد، ویژگی‌هایی مانند زودباردهی نیز مد نظر بود. چرا که پژوهش‌های پیشین نشان می‌دهد برخی ویژگی‌ها قابلیت انتقال از پایه

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

به پیوندک را دارند و پایه می‌تواند بروز برخی ویژگی‌ها را در پیوندک القا نماید (۱۶). ویژگی‌هایی مانند زودباردهی و باردهی جانبی در پیوندک‌هایی که روی این پایه‌ها در آینده پیوند خواهند شد بررسی خواهند شد و میزان این تأثیر ارزیابی خواهد شد.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌های پژوهش‌های قبلی مشخص کرده بود که بین نتاج نژادگان‌های خوشه‌ای گردو با دیگر نژادگان‌ها تفاوت‌هایی وجود دارد. نتیجه‌های این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی حتی بین و داخل خانواده‌های ناتنی گردوهای خوشه‌ای جمع‌آوری شده نیز وجود دارد. این تنوع برای اهداف مختلف به‌نژادی بسیار مفید خواهد بود. هم‌چنین نهال‌های گردو از نظر ویژگی قدرت رشد در بین خانواده و داخل خانواده‌ها متفاوت هستند. افزون بر آن از برخی ویژگی‌ها مانند قطر ساقه در سال اول می‌توان به‌عنوان یک نشانگر ریخت‌شناسی برای شناسایی زود هنگام نژادگان‌های کم‌رشد و پررشد استفاده کرد. میزان زودباردهی بین خانواده‌های مختلف متفاوت است. دو نژادگان خیلی زودبارده شناسایی شد که تنها پنج ماه بعد از تندش بذر، تولید گل کردند که این مورد برای اولین بار در گردو گزارش می‌شود. گلدهی این دو نژادگان در سال بعد هم تکرار شد و جزو پرگل‌ترین نژادگان‌ها بودند. نهال‌های پاکوتاه و پابلند در بین نتاج دیده می‌شوند، هرچند فراوانی نهال‌های پاکوتاه و نیمه پاکوتاه نسبت به فراوانی نهال های پابلند و پررشد بیشتر است، اما همبستگی معنی داری بین ارتفاع نهال و زودباردهی در دو سال اول رشد بعد از جوانه زنی بذر وجود نداشت در حالی که نهال‌های زودبارده پررشد با رسیدن به مرحله باردهی از میزان رشدشان کم شد و ارتباط بین پاکوتاهی و وزودباردهی در سال‌های بعد مشاهده گردید.

References منابع

۱. بی‌نام. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی. وزارت کشاورزی. معاونت برنامه ریزی و اقتصادی. مرکز اطلاعات و ارتباطات. جلد سوم. ۲۳۸ ص http://www.agri-jahad.ir.

۲. رادنیا، ح. و ع. باباگل‌زاده. ۱۳۹۰. رقم‌ها و پایه‌های درختان میوه مناطق معتدله نگارش؛ دانشگاه جامع علمی – کاربردی. موسسه آموزش عالی علمی – کاربردی وزارت جهاد کشاورزی، ۲۸۸ ص شماره کتابشناسی ملی ۲۳۱۷۲۴۷

۳. رضایی، ر.، و. گریگوریان، ک. وحدتی. و م. ولیزاده. ۱۳۸۵. ارزیابی تنوع ویژگی‌های ریخت‌شناسی مرتبط با قدرت رشد دانهال‌های گردو (*Juglans regia*). مجله علوم و فنون باغبانی، ۱۶۸–۱۵۷: ۷.

۴. رضایی، ر.، ق. حسنی، د. حسنی و ک. وحدتی. ۱۳۸۷. ویژگی های مورفوبیولوژیک چند نژادگان برگزیده جدید گردو در توده بذری کهریز – ارومیه. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲۱۴–۲۰۵: ۹.

۵. رضایی، ر. و ک. وحدتی. ۱۳۹۳. تنوع مورفولوژی، وراثت‌پذیری و هم‌بستگی فنوتیپی ویژگی‌های مرتبط با قدرت رشد در گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.). تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۲۷۱–۲۵۹: ۱۲.

۶. لطفیان، ح.، ع. عطار، م. سیدمنصوری، م. خوشنویس. و ج. عاطفی. ۱۳۶۹. طرح جمع‌آوری و بررسی رقم‌های گردوی ایران. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، گزارش نهایی طرح، ۲۱۱ ص.

۷. عاطفی، ج.، ع. عطار، م. سید منصوری، م. خوشنویس، پ. وجدانی. و ا. سعیدی. ۱۳۷۲. مطالعات مقدماتی در توده‌های جمع‌آوری شده گردو ایران جهت انتخاب مناسبترین نژادگان. مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه بذر و نهال، گزارش نهایی طرح، ۱۹۸ ص.

۸. مداح عارفی، ح.، م. امانی، و ع.ا. جعفری. ۱۳۸۲. انتخاب شاخص های اصلاح ژنتیکی چوب گردوی ایرانی. خلاصه مقالات اولین همایش گردوی کشور. همدان، ایران.۹. محمودی، ر.، د. حسنی، م.ا، امیری، م.ج، آقایی. و

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

ک. وحدتی. ۱۳۹۳. بررسی رابطه برخی ویژگی‌های با باردهی در تعدادی از رقم‌های و نژادگان‌های گردو. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۷۳-۶۳: ۱۳.

10. Bhat, Z.A., Pandit, A.H., Wani, W.M. and J.A. Rather. 2011. Effect of interstock on juvenility and tree size of 'Ambri' apple. Acta Hort. 903:435-437
11. Forde, H.I. 1975. Walnuts, In: Janick J. and Moore J.N., (ed.). Advances in Fruit breeding. Purdue University Press, West Laffayette, Indiana, USA. 275 p.
12. Germain, E., Delort, F. and V. Kanivets. 1997. Precocious maturing walnut populations originating from Central Asia: their behavior in France. Acta Hort. 422:83–89.
13. IPGRI 1994. Descriptors for Walnut (*Juglans* ssp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 54 p.
14. Jacobs, D. F., K. E. Woeste, B. C. Wilson. and J. R. McKenna. 2006. Stock quality of black walnut seedling as affected by half-sib seed source and nursery sowing density. Acta Hort. 705: 375- 381.
15. Keles, H., Akca, Y. and S. Ercisli. 2014. Selection of promising walnut genotypes (*Juglans regia* L.) from inner Anatolia. Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus. 13(3): 167-173.
16. Kotoda, N., H. Iwanami, S. Takahashi, and K. Abe. 2006. Antisense expression of MdTFL1, a TFL1-like gene, reduces the juvenile phase in apple. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 131(1): 74-81.
17. Koutinas, N., and G. Pepelyankov. 2010. The transition to flowering in apple. Biotech. Biotechnol. Equip. 24(1): 1544-1548.
18. Kumari, A., Kumar, J., Kumar, A., Chaudhury, A., and S. P. Singh. 2015. Grafting triggers differential responses between scion and rootstock. PloS one. 10(4): 1-19.
19. McGranahan, G. H. and C. A. Leslie. 1990. Walnut. pp. 907-951. In: Moore JN and Belington J.R., (eds). Genetic resources of fruits and nut crops. Vol 2. ISSH, Wageningen.
20. Moghadam, E.G. and A. Khalighi. 2006. Genetic variation of mahaleb (*Prunus mahaleb* L.) on some Iranian populations using morphological characters. J. Appl. Sci. 6(3): 651-653.
21. Moghadam, E. G. and A. Khalighi. 2007. Relationship between vigor of Iranian *Prunus mahaleb* L. selected dwarf rootstocks and some morphological characters. Sci Hort. 111(3): 209-212.
22. Molnar, T.J., Zaurov, D.E., Capik, J.M., Eisenman, S.W., Ford, T., Nikolyi, L. V. and C.R. Funk. 2011. Persian walnuts (*Juglans regia* L.) in Central Asia. Northern Nut Growers Association, 101st Annual Report.pp56-69
23. Namkoong, G. and H. Kang. 1990. Quantitative genetics of forest trees In: Janick, J.(Ed.), Plant Breeding Reviews.Vol. 8, Johns Wiley and Sons Inc., USA. 139-186.
24. Sharma, R. M., Kour, K., Singh, B., Yadav, S., Kotwal, N., Rana, J. C. and R. Anand. 2014. Selection and characterization of elite walnut (*Juglans regia* L.) clone from seedling origin trees in North Western Himalayan region of India. Aust. J. Crop Sci. 8(2): 257.
25. Solar, A., M. Hudina, and F. Stampar. 2001. Relationship between tree architecture, phenological data and generative development in walnut (*Juglans regia* L.). Acta Hort. 544: 275–285.
26. Van Nocker, S., and S. E. Gardiner. 2014. Breeding better cultivars, faster: applications of new technologies for the rapid deployment of superior horticultural tree crops. Hort. Res. 1:14022. 275–285.
27. Wang, G. A., Zhang, Q., Huang, M. M. and A. Yakup. 2013. The breeding of six Xinjiang dwarf walnut cultivars. Acta Hort. 1050:151-159.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 19 (3): 293-314 (2018)

Morphological Traits Survey of Cluster-Bearing Walnuts Half-sib Progenies for Selection of Dwarf and Precocious Genotypes

M. Mohseniazar and K. Vahdati*[1]

One of the ways to establish high density orchards is using dwarf varieties and rootstocks. This entails having dwarf varieties or rootstocks. Dwarf rootstocks are available for most pome and stone fruits but it is still under development in walnut (*Juglans regia*). Selection of dwarf /semi dwarf and precocious genotypes of walnut was the main objective of this research. For this purpose, seeds of dwarf and cluster bearing walnut genotypes were collected from 21 locations all around the country and planted in a nursery and 28 morphological traits were recorded and evaluated for 2 years. A significant morphological difference was observed between half-sib families. Clustering of all genotypes appears three dwarf, semi-dwarf, and vigorous groups. More than 65% of families belong to dwarf and semi-dwarf clusters. Cluster analysis insert all the genotypse in three groups including dwarf, semi-dwarf, and vigorous. Results showed that 46.1% of all 351 genotypes are dwarf, 37.3% are semi-dwarf, and 16.5% are vigorous. According to the PCA analysis, three first principal components could explain 61.37% of the total variation. Also results showed that seedling height have significant correlation with some traits like stem diameter, node number, and internode length.

Keywords: Correlation, Dwarf, Genotype, *Juglans regia*, Morphological, Rootstock.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-11-27]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1397.19.3.5.9]

1. Ph.D. Student and Professor of Department of Horticulture, Aburaihan Campus, University of Tehran, Tehran, Iran, respectively.
* Corresponding author, Email: (kvahdati@ut.ac.ir).