

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال و بختیاری

Evaluation of Genetic Diversity Among the Superior Walnut Genotypes Based on Pomological and Phenological Traits in Chahar Mahal va Bakhtiari Province

سید اصغر موسوی^۱، مریم تاتاری^۲، حسین مرادی^۳ و داراب حسینی^۴

۱ و ۳- به ترتیب استادیار و مربی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، شهر کرد
۲- کارشناس، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان
۴- دانشیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۸/۴ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۱۰

چکیده

موسوی، س. ا.، تاتاری، م.، مرادی، ح. و حسینی، د. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال و بختیاری. *مجله به‌نژادی نهال و بذر* ۱-۳۱: ۳۸۹-۳۶۵.

یکی از روش‌های به‌نژادی گردو، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های برتر در مناطق مختلف کشور است. به منظور دستیابی به ژنوتیپ‌های امیدبخش در استان چهارمحال و بختیاری، پژوهشی در مناطق اصلی گردوخیز استان انجام شد. به این منظور برخی صفات فنولوژیک و پومولوژیک ۵۸ ژنوتیپ انتخاب شده از مناطق مختلف استان بر اساس توصیف‌نامه IPGRI طی سه سال مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که کلیه صفات مورد بررسی در محدوده ژنوتیپ‌ها معنی‌دار بودند. بیشترین درصد مغز (۶۲/۸۸) و کمترین وزن پوست چوبی (۴/۲۷ گرم) متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۰ بود. ژنوتیپ شماره ۳ دیربرگ‌ده‌ترین ژنوتیپ بود. ژنوتیپ‌های ۱۸ و ۴۲ (کد ۹) پرمحصول‌ترین ژنوتیپ بودند. ژنوتیپ شماره ۲۱ نیز بیشترین وزن میوه (۱۷/۲۸ گرم) و بیشترین وزن مغز (۱۰/۱۱ گرم) را به خود اختصاص داد. نتایج تجزیه همبستگی ساده صفات، وجود همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری را بین برخی از صفات مهم نشان داد. بر اساس تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های با صفات مطلوب مغز و میوه از سایر ژنوتیپ‌ها جدا شدند. با تجزیه به‌عامل‌های اصلی، صفات موثر در هفت گروه عاملی قرار گرفتند که مجموعاً ۷۵/۳۵ درصد واریانس کل را توجیه کردند. در تجزیه دی‌پلات تفاوت بین ژنوتیپ‌ها به خوبی نمایان بود و نتایج آن با نتایج تجزیه خوشه‌ای تطابق زیادی نشان داد. در نهایت ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۵، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۴۲ به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش و قابل توصیه برای احداث باغ و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی معرفی شدند.

واژه‌های کلیدی: گردو، ژرم‌پلاس، ژنوتیپ امیدبخش، صفات مورفولوژیک، گروه‌بندی.

مقدمه

می‌گیرد (Sarikhani Khorami *et al.*, 2012). در این راستا مطالعاتی در محصولات مختلف صورت انجام شده که به عنوان شاخص در برخی تصمیم‌گیری‌های مهم مورد استفاده قرار می‌گیرند (Yazdi Samadi *et al.*, 2004)؛ (Amini *et al.*, 2000). در بسیاری از درختان میوه مانند سیب بسیاری از ارقام مهم تجاری امروزی از جهش‌های سوماتیکی در برخی از صفات ناشی شده‌اند. جهش‌ها اغلب در یک یا تعداد اندکی ژن با ارقام اصلی تفاوت دارند، لذا تفکیک آن‌ها توسط روش‌های مولکولی به آسانی امکان‌پذیر نیست. این در حالی است که بسیاری از این موتاسیون‌ها را می‌توان به صورت فنوتیپی تشخیص داد (Wunsch and Hormaza, 2002).

اولین برنامه جمع‌آوری و احداث کلکسیون ژرم‌پلاسما گردوی کشور در یک برنامه تحقیقاتی توسط عاطفی با جمع‌آوری ۴۵۹ ژنوتیپ گردو در سال ۱۳۶۴ به انجام رسید (Atefi, 1993). برنامه‌های بعدی جمع‌آوری ژرم‌پلاسما گردو در سال ۱۳۶۷ و ۱۳۷۰ به ترتیب با جمع‌آوری ۳۲۰ و ۲۰۰ ژنوتیپ توسط همین محقق انجام و مجموع ژرم‌پلاسما این محصول به بیش از ۹۵۰ عدد بالغ شد (Atefi, 1993). در ارزیابی‌های انجام شده روی کلکسیون گردو در ایستگاه کمال‌آباد کرج تا کنون ژنوتیپ‌های برتر G3، Z60، Z63 و B21 بر اساس صفاتی نظیر دیر برگ‌دهی، وزن تک میوه، عملکرد، درصد مغز و عادت باردهی

گردو (*Juglans regia*) بومی آسیای مرکزی است و از ترکیه، ایران، قفقاز و تا چین گسترش دارد (McGranahan *et al.*, 1998). کشت و پرورش گردواز زمان‌های قدیم در ایران به صورت بذری مرسوم بوده است، بنابراین ایران یکی از منابع غنی ژنتیکی گردو است. علاوه بر این، دگرگشتی گردو نیز بر تنوع ژنتیکی آن افزوده است (Rezaei *et al.*, 2008). گاهی در بین درختان بذری ژنوتیپ‌هایی یافت می‌شود که از نظر عملکرد و کیفیت محصول و نیز مقاومت به تنش‌های زنده و غیرزنده برتر هستند (Arzani, 2003). طولانی بودن دوره نونهالی و بزرگی اندازه درخت مطالعات ژنتیکی بر روی گردو را مشکل ساخته است، از این رو شناسایی، جمع‌آوری و ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر از توده‌های بومی گردوی کشور یکی از روش‌های مهم در به‌نژادی درختان گردو است. گزینش ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس صفاتی چون سازگاری آب و هوایی، زود باردهی، تولید زیاد و کیفیت بالای مغز و میوه اهمیت دارد. در این روش علاوه بر تنوع، سازگاری ژنوتیپ‌ها با محیط نیز حاصل می‌شود (Aslantas, 2006).

با وجود اهمیت، دقت و سرعت روش‌های مولکولی در تفکیک ژنوتیپ‌ها، بررسی‌های مورفولوژیک همچنان به عنوان مبنا و اولین مرحله در ارزیابی ژرم‌پلاسما مورد استفاده قرار

باردهی منظم و عملکرد بالا انتخاب کردند. بر اساس نتایج گزارش شده توسط آن‌ها، وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۱۵/۲۵ تا ۷/۴۶ و ۸/۱ تا ۳/۷۷ گرم و درصد مغز بین ۴۵/۹۷-۶۰/۵۱ درصد متغیر بود. امیری و همکاران (Amiri et al., 2010) در بررسی همبستگی ۷۱ ژنوتیپ گردوی انتخاب شده از استان کرمان چهار صفت کلیدی وزن مغز، وزن میوه، ضخامت پوست چوبی و نحوه جدا شدن پوست چوبی از مغز را جز صفات دخیل و اثرگذار برای درصد مغز دانستند. ساریخانی و همکاران (Sarikhani Khorami et al., 2014) در پژوهشی که روی ژنوتیپ‌های گردوی واقع در شمال استان فارس انجام دادند، گزارش کردند که وزن مغز ارتباط مثبت و معنی‌داری با عادت رشد درخت دارد. بر اساس نتایج آن‌ها وزن مغز، وزن میوه و ضخامت پوست چوبی از جمله مهم‌ترین صفات تعیین کننده درصد مغز هستند، بعلاوه طول، عرض و ضخامت میوه و نیز سختی پوست چوبی نقش مهمی در تعیین وزن مغز و میوه ایفا می‌کند.

پژوهشگران در قسمت‌های مختلف دنیا نیز انتخاب و گزینش جمعیت‌های طبیعی بذری درختان گردو را به منظور دستیابی به ارقام برتر و امیدبخش انجام داده‌اند (Cosmulescu and Botu, 2012)؛ (Sharma and Das, 2003). سولار و استامپار

انتخاب شده‌اند (Atefi, 1993). حق جویان و همکاران (Haghjouyan et al., 2005) ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی ایرانی را از توده تویسرکان و کلکسیون‌های کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد با اندازه‌گیری شانزده صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعات آن‌ها نشان داد که بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۴۳ و ۴۴ و رد آورد تویسرکان و ژنوتیپ ۷۸ و ۸۴ مشهد وجود دارد. ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۲) دوازده ژنوتیپ برتر و امیدبخش گردو را در استان فارس شناسایی کردند. ارزانی و همکاران (Arzani et al., 2008) حداقل ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های برتر معرفی شده را ۰/۴ میلی‌متر گزارش کردند. ابراهیمی و همکاران (Ebrahimi et al., 2011) در بررسی ژنوتیپ‌های گردوی جمع‌آوری شده از چهار استان کشور میانگین وزن میوه را ۱۷/۷-۷/۵۲ گرم و بیشترین وزن مغز را ۹/۸ گرم گزارش کردند. احتشام‌نیا و همکاران (Ehteshamnia et al., 2009) به بررسی تنوع مورفولوژیک توده‌های گردوی بومی مناطق مختلف استان گلستان پرداختند. آن‌ها وزن مغز را بین ۷/۵۱ تا ۲/۱۴ گرم، درصد مغز را بین ۵۰/۱۹ تا ۱۹/۹۵ درصد و ضخامت پوست چوبی را بین ۱/۳۲ تا ۱/۷۸ میلی‌متر گزارش کردند. در پژوهشی قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2011) دوازده ژنوتیپ گردو را در چهار منطقه از استان مرکزی به دلیل

مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو در مناطق مختلف استان و نیز ارزیابی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر گردو براساس برخی صفات فنولوژیک و پومولوژیک در این استان انجام شد.

مواد و روش‌ها

مکان مورد ارزیابی

در این پژوهش، ژنوتیپ‌های برتر مناطق مختلف استان چهارمحال و بختیاری انتخاب و ارزیابی شدند. به این منظور بازدیدهایی طی سه سال و هر سال در سه مرحله زمانی شامل زمان برگ‌دهی و گل‌دهی، زمان باردهی و نیز در زمان برداشت از مناطق مختلف استان انجام شد. ژنوتیپ‌های انتخابی با سن، قطر و شرایط پرورش متفاوت در باغ‌های مختلف ایتکت‌گذاری شده و نشانی و کروکی دقیقی از آنها ترسیم شد.

صفات مورد ارزیابی

برای ۵۸ ژنوتیپ انتخابی، بیست و یک صفت مطابق راهنمای ارزیابی درختان گردو (Anonymous, 1994) ثبت گردید. به منظور ثبت خصوصیات پومولوژیک از هر ژنوتیپ حداقل یک صد نمونه میوه انتخاب شد. ژنوتیپ‌های برتر ژنوتیپ‌هایی بودند که حداقل از نظر یکی از صفات تجاری نسبت به توده‌های مورد مطالعه برتری داشتند. این صفات شامل دیربرگ‌دهی، میزان عملکرد، وزن و اندازه

(Solar and Stampar, 2004) به بررسی برخی ژنوتیپ‌های گردو در اسلوانی پرداختند و ژنوتیپ‌ها را بر اساس صفات مورد نظر شناسایی کردند. شارما و شارما (Sharma and Sharma, 2001) در تحقیق انجام شده روی ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو در هندوستان گزارش کردند که وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵ تا ۶/۴ گرم، ۷/۱ تا ۱/۵ گرم و ۶۲/۵ تا ۱۲ درصد متغیر بود. شارما و همکاران (Sharma et al., 2014) ۶۳ دانهال گردو را بررسی کرده و ژنوتیپ GL0109 را با خصوصیات مناسب مغز برای حضور در بازارهای بین‌المللی معرفی کردند. این ژنوتیپ دارای وزن مغز ۲۰/۱۰ گرم و درصد مغز برابر با ۶۱/۴۰ درصد بود. طول و عرض این ژنوتیپ به ترتیب ۴۵/۴۵ و ۴۲/۰۷ میلی‌متر بود.

استان چهارمحال و بختیاری با داشتن آب و هوای مناسب، زمین‌های مستعد و منابع آب کافی شرایط مناسبی را برای کشت و پرورش گردو فراهم آورده است. سطح زیر کشت گردو در استان چهارمحال و بختیاری حدود ۹۰۰۰ هکتار است (Anonymous, 2011). وجود توده‌های عظیم درختان بذری گردو با قدمت زیاد در مناطق مختلف استان نه تنها بیانگر سازگاری این درخت با شرایط اقلیمی منطقه است، بلکه بیانگر وجود منابع غنی ژنتیکی در توده‌های بومی گردو در استان است. این پژوهش با اهداف بررسی تنوع

تفکیک کامل عامل‌ها از روش چرخش عامل‌ها (Factor rotation) و روش حداکثر واریانس (Varimax) استفاده شد. در هر عامل اصلی و مستقل، ضرایب عاملی $0/6$ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. تجزیه خوشه‌ای و گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش وارد (Ward) یا حداقل واریانس و بر مبنای مربع فاصله اقلیدسی، به عنوان معیار فاصله استفاده شد و محاسبه فواصل بعد از استاندارد کردن داده‌ها انجام شد (Mousavi *et al.*, 2011).

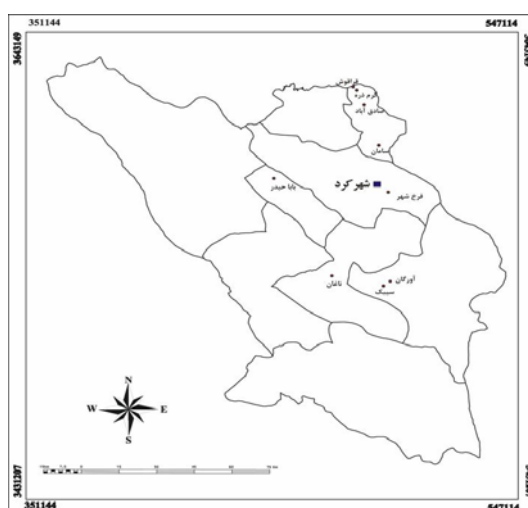
نتایج و بحث

در شکل ۱ نقشه استان چهارمحال و بختیاری و محل‌های جمع‌آوری ژنوتیپ‌های گردو نشان داده شده است. شماره ژنوتیپ‌های گردو و مشخصات محل جمع‌آوری آن‌ها در جدول ۱ و صفات و نحوه اندازه‌گیری آن‌ها در جدول ۲ درج شده است.

میوه، رنگ مغز و درصد مغز بود. در ارتباط با صفت عادت گل‌دهی، عدم تشکیل گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی، تشکیل کمتر از ۲۵ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی، تشکیل بین ۲۵ تا ۵۰ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی و تشکیل بیش از ۵۰ درصد گل‌های ماده روی جوانه‌های جانبی به ترتیب به صورت عادت گل‌دهی انتهایی، انتهایی جانبی، جانبی انتهایی و عادت گل‌دهی جانبی نام‌گذاری شدند (Anonymous, 1994).

تجزیه داده‌ها

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای صفات کمی با استفاده از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۱) انجام شد. آمار توصیفی، همبستگی ساده بین صفات (با استفاده از روش پیرسون)، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۵) انجام شد. برای



شکل ۱- نقشه استان و محل‌های جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها
Fig 2. Province map and collection sites of genotypes

جدول ۱- شماره ژنوتیپ‌های گردو و مشخصات محل جمع‌آوری آنها

Table 1. Number of walnut genotypes and specification of their collection sites

شماره ژنوتیپ Genotype No.	محل جمع‌آوری Collection site	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	ارتفاع از سطح دریا Altitude
1	Avargan	31 54' 13.22" N	50 57' 25.72" E	2419
2	Avargan	31 54' 17.15" N	50 57' 16.69" E	2410
3	Avargan	31 54' 22.99" N	50 57' 34.32" E	2436
4	Avargan	31 54' 44.45" N	50 58' 07.65" E	2435
5	Avargan	31 54' 24.19" N	50 58' 04.81" E	2479
6	Sibak	31 53' 20.98" N	50 56' 04.58" E	2372
7	Sibak	31 53' 14.16" N	50 55' 51.73" E	2388
8	Sibak	31 53' 45.82" N	50 56' 51.76" E	2362
9	Sibak	31 53' 53.49" N	50 56' 59.49" E	2377
10	Baba Heidar	32 19' 28.57" N	50 28' 19.16" E	2179
11	Baba Heidar	32 19' 31.54" N	50 28' 03.21" E	2180
12	Baba Heidar	32 19' 25.94" N	50 28' 31.81" E	2158
13	Baba Heidar	32 19' 22.25" N	50 28' 38.56" E	2151
14	Baba Heidar	32 19' 36.29" N	50 28' 05.50" E	2200
15	Saman	32 27' 37.89" N	50 54' 34.44" E	1952
16	Saman	32 27' 44.53" N	50 54' 39.75" E	1942
17	Saman	32 26' 55.53" N	50 53' 59.98" E	1994
18	Sadegh Abad	32 37' 49.36" N	50 50' 58.20" E	2005
19	Naghan	31 55' 42.22" N	50 42' 50.93" E	1893
20	Naghan	31 55' 49.69" N	50 42' 33.04" E	1852
21	Naghan	31 56' 18.94" N	50 44' 33.40" E	2123
22	Naghan	31 55' 21.64" N	50 43' 04.25" E	1885
23	Naghan	31 56' 36.67" N	50 44' 19.09" E	2138
24	Avargan	31 54' 15.99" N	50 58' 08.78" E	2475
25	Avargan	31 54' 20.83" N	50 58' 04.84" E	2475
26	Avargan	31 54' 09.93" N	50 57' 22.98" E	2413
27	Avargan	31 54' 17.07" N	50 57' 16.34" E	2415
28	Avargan	31 54' 16.86" N	50 57' 11.05" E	2411
29	Avargan	31 54' 34.54" N	50 57' 11.45" E	2436
30	Avargan	31 54' 16.86" N	50 56' 58.44" E	2404
31	Avargan	31 54' 07.41" N	50 57' 07.14" E	2402
32	Avargan	31 53' 50.34" N	50 57' 14.77" E	2428
33	Avargan	31 53' 58.86" N	50 57' 01.32" E	2384
34	Avargan	31 53' 57.16" N	50 57' 39.48" E	2467
35	Avargan	31 54' 38.26" N	50 57' 33.02" E	2443
36	Avargan	31 53' 35.54" N	50 56' 59.84" E	2419
37	Avargan	31 53' 33.75" N	50 56' 44.28" E	2384
38	Avargan	31 53' 48.45" N	50 56' 49.07" E	2365
39	Avargan	31 53' 54.40" N	50 57' 18.31" E	2398
40	Sibak	31 53' 44.77" N	50 56' 23.07" E	2348
41	Farokh Shahr	32 16' 16.02" N	50 58' 44.55" E	2109
42	Farokh Shahr	32 17' 12.04" N	50 57' 02.33" E	2058
43	Farokh Shahr	32 17' 35.60" N	50 56' 29.58" E	2086
44	Naghan	31 56' 36.52" N	50 44' 19.64" E	2139
45	Sadegh Abad	32 37' 37.74" N	50 50' 39.06" E	1926
46	Sadegh Abad	32 37' 40.76" N	50 50' 47.12" E	1924
47	Sadegh Abad	32 37' 43.43" N	50 50' 53.31" E	1942
48	Sadegh Abad	32 37' 43.76" N	50 50' 53.12" E	1945
49	Ghareh Ghoush	32 41' 58.83" N	50 48' 09.91" E	1966
50	Ghareh Ghoush	32 42' 00.42" N	50 48' 06.46" E	1965
51	Ghareh Ghoush	32 42' 02.99" N	50 48' 14.20" E	1958
52	Ghareh Ghoush	32 41' 48.74" N	50 48' 06.89" E	1962
53	Garm Dareh	32 41' 17.40" N	50 49' 00.20" E	1988
54	Garm Dareh	32 41' 11.92" N	50 49' 01.41" E	1983
55	Garm Dareh	32 41' 10.72" N	50 48' 46.21" E	1949
56	Garm Dareh	32 41' 31.66" N	50 49' 02.21" E	2019
57	Garm Dareh	32 41' 36.62" N	50 48' 56.37" E	1989
58	Garm Dareh	32 41' 19.21" N	50 49' 10.60" E	2083

ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات

تجزیه واریانس صفات

مورد مطالعه با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که

جدول ۲- علامت اختصاری و نحوه اندازه‌گیری صفات ثبت شده در ژنوتیپ‌های گردو
Table 2. Symbol and measurement method for recorded traits of walnut genotypes

Characteristics	صفت	علامت اختصاری Symbol	نحوه اندازه‌گیری Measurement method
Nut weight	وزن میوه	NW (g)	ترازوی دیجیتال
Kernel weight	وزن مغز	KW (g)	ترازوی دیجیتال
Shell weight	وزن پوست چوبی	SHW (g)	ترازوی دیجیتال
Kernel %	درصد مغز	K (%)	وزن مغز به وزن میوه
Shell %	درصد پوست چوبی	SH (%)	وزن پوست چوبی به وزن میوه
Nut length	طول میوه	NL (mm)	کولیس
Nut width	عرض میوه	NWI (mm)	کولیس
Nut diameter	قطر میوه	ND (mm)	کولیس
Shell thickness	ضخامت پوست چوبی	SHTH (Code)	خیلی نازک (۱)، نازک (۳)، متوسط (۵)، ضخیم (۷)، خیلی ضخیم (۹)
Shell texture	وضعیت سطح پوست چوبی	SHTE (Code)	خیلی صاف (۱)، صاف (۳)، متوسط (۵)، ناهموار (۷)
Nut shape	شکل میوه	NSH (Code)	گرد (۱)، مثلثی (۲)، تخم مرغی پهن (۳)، تخم مرغی (۴)، دوزنقه‌ای کوتاه (۵)، دوزنقه‌ای کشیده (۶)، بیضوی پهن (۷)، بیضوی (۸)، قلبی (۹)
Plumpness	درشتی مغز	PL (Code)	چروک خورده (۳)، متوسط (۵)، برجسته و درشت (۷)، خیلی برجسته و صاف (۹)
Shell seal	چسبندگی پوست چوبی به مغز	SHS (Code)	خیلی ضعیف (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، قوی (۷)، خیلی قوی (۹)
Kernel color	رنگ مغز	KC (Code)	قهوه‌ای (۱)، قهوه‌ای روشن (۳)، کهربایی روشن (۵)، روشن (۷)، خیلی روشن (۹)، سفید (۱۱)
Tree shape	شکل درخت	TSH (Code)	راست (۱)، نیمه راست (۳)، نیمه گسترده (۵)، گسترده (۷)، مجنون (۹)
Tree vigor	قدرت رویشی درخت	TV (Code)	خیلی ضعیف (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، قوی (۷)، خیلی قوی (۹)
Flowering habit	عادت گل‌دهی	FH (Code)	انتهایی (۱)، انتهایی جانبی (۳)، جانبی انتهایی (۵)، جانبی (۷)
Time of leafing	زمان برگ‌دهی	TL (Code)	خیلی زود (۱)، زود (۲)، تقریباً زود (۳)، متوسط (۴)، تقریباً دیر (۵)، دیر (۶)، خیلی دیر (۷)
Dicogamy	ناهمرسی	D (Code)	زودتر باز شدن گل نر (۱)، هم‌زمان باز شدن گل نر و ماده (۲)، زودتر باز شدن گل ماده (۳)
Time of ripening	زمان رسیدن میوه	TR (Code)	خیلی زود (۱)، زود (۲)، تقریباً زود (۳)، متوسط (۴)، تقریباً دیر (۵)، دیر (۶)، خیلی دیر (۷)
Productivity	میزان محصول	PR (Code)	بدون محصول (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، زیاد (۷)، خیلی زیاد (۹)

(Mosivand *et al.*, 2013) بیشترین و کمترین عرض میوه را به ترتیب در گردوی ایران (۳۰/۲ میلی‌متر) و دورگ بین گونه‌ای رویال (۱۴/۸ میلی‌متر) گزارش کردند. همچنین دامنه طول میوه از ۳۵/۶ سانتی‌متر در گردوی ایرانی تا ۲۱/۳ سانتی‌متر در پارادوکس متغیر بود. براساس نتایج، بیشترین درصد مغز (۶۲/۸۸) و کمترین وزن پوست (۴/۲۷ گرم) متعلق به ژنوتیپ شماره ۲۰ بود (جدول ۴). درصد مغز و مقدار محصول در هر درخت از مهم‌ترین صفات برای به‌نژادگران هستند و درصد مغز به عنوان شاخص عملکرد اقتصادی درختان گردو مد نظر است (Bayazit *et al.*, 2012). در این ژنوتیپ از بیشترین درصد مغز گزارش شده توسط احتشام‌نیا و همکاران (Ehteshamnia *et al.*, 2009) بیشتر بود (۵۰/۱۹) و از درصد مغز گزارش شده توسط ابراهیمی (Ebrahimi *et al.*, 2011) و ساریخانی خرمی و همکاران (Sarikhani Khorami *et al.*, 2012) کمتر بود (به ترتیب ۶۷ و ۷۰/۶۳ درصد). ژنوتیپ شماره ۲۰ دارای پوست سخت چوبی با نازک‌ترین ضخامت بود و چسبندگی پوست چوبی به مغز نیز خیلی ضعیف بود. این ژنوتیپ بیشترین طول میوه را با مغز خیلی برجسته و صاف داشت (جدول ۴). بیشترین میزان محصول نیز متعلق به ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۴۲ بود. در تحقیق انجام شده توسط حق جویان و همکاران (Haghjouyan *et al.*, 2005) جزیه

بودند که دلیل بر وجود تنوع در صفات مورد بررسی است، لذا امکان انتخاب ژنوتیپ‌ها برای مقادیر مختلف یک صفت وجود دارد. میانگین عددی صفات در ژنوتیپ‌های مختلف و نیز دامنه تغییرات و ضریب تنوع (Coefficient of Variability) هر صفت در ژنوتیپ‌های گردوی مورد بررسی در جدول ۳ آورده شده است. صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند، محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا هستند و دامنه انتخاب بیشتری را برای آن صفت فراهم نموده می‌کند. مقایسه میانگین برخی صفات مورد بررسی در جدول ۴ آمده است. مهم‌ترین صفات در برنامه‌های به‌نژادی گردو صفات پومولوژیک هستند، زیرا کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی و سن درخت قرار می‌گیرند (Sharma and Sharma, 1998). ژنوتیپ شماره ۲۱ که دارای عادت گل‌دهی جانبی انتهایی بود، بیشترین وزن میوه (۱۷/۲۸) و وزن مغز (۱۰/۱۱) را به خود اختصاص داد. این مقادیر از بیشترین وزن میوه (۱۶ گرم) و وزن مغز (۷/۲ گرم) توده‌های بذری گردو در ارومیه (Rezaei *et al.*, 2008) و بیشترین وزن میوه (۱۶/۳۲ گرم) و وزن مغز (۷/۷۷ گرم) در ژنوتیپ‌های برتر و امیدبخش گردوی منطقه بوانات (Sarikhani Khorami *et al.*, 2012) بیشتر بود. دامنه طول و عرض میوه به ترتیب ۵۰/۸-۲۹/۵۶ و ۲۹/۲-۳۹/۴ میلی‌متر بود. موسیوند و همکاران

جدول ۳- میانگین، دامنه تغییرات و ضرایب تنوع صفات ژنوتیپ‌های گردو
Table 3. Mean, range and coefficient of variability in traits of walnut genotypes

Trait	صفت	ضریب تنوع C.V. (%)	انحراف استاندارد Standard deviation	حداقل Minimum	میانگین Mean	حداکثر Maximum
NW	وزن میوه	17.51	2.37	7.90	13.53	17.30
KW	وزن مغز	23.85	1.56	3.69	6.54	10.11
SHW	وزن پوست چوبی	64.72	19.009	4.27	29.37	52.75
K (%)	درصد مغز	14.91	7.14	35.10	47.88	62.88
SH (%)	درصد پوست چوبی	13.71	6.47	32.26	47.19	62.26
NL (mm)	طول میوه	11.03	4.39	29.56	39.78	50.80
NW (mm)	عرض میوه	8.15	2.85	29.20	34.96	39.40
ND (mm)	قطر میوه	6.32	2.21	30.3	34.94	39.50
SHTH	ضخامت پوست چوبی	33.26	1.71	1	5.14	9
SHTE	وضعیت سطح پوست چوبی	29.73	1.24	1	4.17	7
NSH	شکل میوه	60.27	2.61	1	4.33	8
PL	درشتی مغز	18.40	1.18	5	6.41	9
SHS	چسبندگی پوست چوبی به مغز	38.79	1.42	1	3.66	7
KC	رنگ مغز	29.16	1.61	3	5.52	9
TSH	شکل درخت	19.76	1.03	3	5.21	7
TV	قدرت رویشی درخت	19.08	0.98	3	5.14	7
FH	عادت گل دهی	24.71	0.86	3	3.48	5
TL	زمان برگ دهی	14.87	0.58	3	3.90	6
D	ناهمرسی	54.09	0.99	1	1.83	3
TR	زمان رسیدن میوه	12.25	0.49	3	4.00	5
PR	میزان محصول	18.96	1.06	6	5.59	9

For abbreviation of traits see Table 2.

۵۸ ژنوتیپ در منطقه تفت استان یزد، دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را به ترتیب ۶-۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم، ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد و ۱/۴-۰/۴ میلی متر گزارش کردند.

دامنه زمانی برگ دهی ژنوتیپ‌ها از ۲۰ روز قبل از برگ دهی درختان منطقه شروع شد و تا

واریانس داده‌ها، اختلاف معنی داری را بین ژنوتیپ‌های مناطق مختلف برای کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت متوسط وزن ۱۰ مغز نشان داد. آن‌ها درصد مغز و متوسط وزن مغز را در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب بین ۶۴ تا ۲۴ درصد و ۱۴/۱ تا ۱/۴۲ گرم گزارش کردند. ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) پس از بررسی

جدول ۴- میانگین برخی صفات برای ۵۸ ژنوتیپ گردو (±SD)
 Table 4. Mean of some TRAITS for 58 genotypes of walnut (±SD)

ژنوتیپ	وزن میوه	وزن مغز	وزن پوست	درصد مغز	درصد پوست	طول میوه	عرض میوه	قطر میوه	ضخامت پوست	درشتی مغز	چسبندگی پوست به مغز	رنگ مغز	قدرت درخت	عادت گل دهی	زمان برگ دهی	ناهرسی	محصول دهی
Genotype No.	EW (g)	KW (g)	SHW (g)	K (%)	SH (%)	FL (mm)	FWI (mm)	FD (mm)	SHTH (mm)	PL	SHS	KC	TV	FH	TL	D	PR
1	14.3±0.1	7.22±0.02	6.91±0.02	50.48±0.02	48.32±0.02	40.04±0.02	37.76±0.02	35.7±0.02	5	7	3	5	5	3	4	1	5
2	14.7±0.1	5.82±0.02	7.82±0.02	42.48±0.02	57.08±0.02	38.9±0.02	30.18±0.02	35.96±0.02	5	5	5	3	7	3	4	1	7
3	14.55±0.05	7.31±0.02	7.21±0.02	50.24±0.02	49.55±0.02	40.52±0.02	39.12±0.02	36.42±0.02	3	7	3	5	5	3	6	1	5
4	16.82±0.6	8.81±0.02	8±0.02	52.37±0.02	44.56±0.02	46.52±0.02	36.5±0.02	35.6±0.02	5	7	3	5	5	3	4	1	5
5	13.46±0.05	8.19±0.02	5.28±0.02	60.84±0.02	39.22±0.02	50.8±0.02	36.96±0.02	33.34±0.02	7	9	1	7	5	3	3	1	5
6	15.39±0.05	6.88±0.02	8.47±0.02	44.7±0.02	55.03±0.02	44.5±0.02	35.4±0.02	34.38±0.02	5	5	3	5	5	5	4	1	7
7	17.16±0.05	8.65±0.02	8.45±0.02	50.4±0.02	49.24±0.02	44.8±0.02	39.06±0.02	38.24±0.02	3	7	3	5	5	5	4	1	5
8	13.98±0.05	8.26±0.02	5.57±0.02	59.08±0.02	39.84±0.02	41.32±0.02	38.3±0.02	37±0.02	5	7	3	7	5	3	4	1	5
9	15.63±0.05	8.84±0.02	6.57±0.02	56.55±0.02	42.03±0.02	41.82±0.02	35.14±0.02	35.8±0.02	7	7	3	7	7	5	5	1	7
10	15.85±0.05	7.92±0.02	7.86±0.02	49.96±0.02	49.58±0.02	40.44±0.02	39.32±0.02	35.26±0.02	9	9	5	5	5	5	5	3	7
11	14.85±0.05	8.11±0.02	6.58±0.02	54.61±0.02	44.3±0.02	35.1±0.02	35.58±0.02	35.9±0.02	3	7	5	7	3	3	4	3	5
12	12.17±0.05	7.12±0.02	4.96±0.02	58.5±0.02	40.75±0.02	35.12±0.02	34.94±0.02	36.86±0.02	7	7	3	7	3	3	4	3	5
13	15.59±0.05	8.75±0.02	6.65±0.02	56.12±0.02	42.65±0.02	36.3±0.02	35.6±0.02	37.04±0.02	5	7	5	7	5	3	4	3	5
14	11.63±0.05	6.19±0.02	5.32±0.02	53.22±0.02	45.74±0.02	31.92±0.02	29.44±0.02	33.56±0.02	5	7	5	3	5	3	4	3	5
15	12.11±0.05	7.31±0.02	4.68±0.02	60.36±0.02	38.64±0.02	36.58±0.02	32.06±0.02	32.82±0.02	7	7	3	3	5	3	3	1	5
16	15.94±0.05	8.37±0.02	7.46±0.02	52.5±0.02	46.8±0.02	42.78±0.02	33.82±0.02	34.82±0.02	5	9	5	5	5	3	3	1	5
17	13.26±0.05	7.31±0.02	5.92±0.02	55.12±0.02	44.64±0.02	38.28±0.02	34.12±0.02	35.8±0.02	5	7	3	7	5	3	3	1	5
18	15.23±0.05	8.41±0.02	6.68±0.02	55.21±0.02	43.86±0.02	40.7±0.02	36.64±0.02	38.06±0.02	5	7	3	9	7	5	3	3	9
19	14.58±0.05	7.35±0.02	7.21±0.02	50.41±0.02	49.45±0.02	40±0.02	37.2±0.02	35.3±0.02	5	9	5	5	5	3	4	1	5
20	11.72±0.05	7.37±0.02	4.27±0.02	62.88±0.02	36.43±0.02	37.2±0.02	36.7±0.02	33.5±0.02	1	7	1	7	5	3	4	1	5
21	17.28±0.05	10.11±0.02	6.98±0.02	58.5±0.02	40.39±0.02	44.3±0.02	36.5±0.02	36.9±0.02	5	7	3	5	5	5	4	3	7
22	15.82±0.05	9.61±0.02	6.12±0.02	60.74±0.02	38.68±0.02	44±0.02	39.4±0.02	39±0.02	5	7	3	5	5	3	4	3	5
23	14.16±0.05	7.1±0.02	6.93±0.02	50.14±0.02	48.94±0.02	36±0.02	34.2±0.02	35±0.02	5	7	3	7	5	3	4	3	5
24	16.29±0.05	6.82±0.02	41.88±0.02	41.88±0.02	48.56±0.02	42.43±0.02	37.97±0.02	39.47±0.02	5	5	3	5	5	3	4	1	5
25	15.6±0.1	7.99±0.02	51.23±0.02	51.23±0.02	47.84±0.02	48.64±0.02	37.52±0.02	35.47±0.02	5	7	3	5	7	3	4	1	7
26	13.65±0.05	5.35±0.02	39.2±0.02	39.2±0.02	46.27±0.02	39.61±0.02	36.94±0.02	34.16±0.02	5	5	3	7	5	3	4	1	5
27	14.61±0.05	7.19±0.02	49.2±0.02	49.2±0.02	45.87±0.02	40.4±0.02	35.27±0.02	34.81±0.02	5	5	3	7	5	3	4	1	5
28	13.68±0.05	5.36±0.02	39.18±0.02	39.18±0.02	53.89±0.02	46.3±0.02	36.36±0.02	34.38±0.02	5	5	3	5	5	3	3	1	5
29	15.44±0.05	6.71±0.02	43.45±0.02	43.45±0.02	51.06±0.02	43.26±0.02	38.28±0.02	36.95±0.02	7	7	3	7	5	5	4	1	7
30	13.39±0.05	5.58±0.02	41.69±0.02	41.69±0.02	52.72±0.02	39.5±0.02	36.85±0.02	37.05±0.02	7	5	5	7	5	5	4	1	5
31	14.11±0.05	6.14±0.02	43.54±0.02	43.54±0.02	41.91±0.02	37.82±0.02	37.54±0.02	37.72±0.02	3	7	3	7	5	3	4	1	5
32	13.57±0.05	5.96±0.02	43.96±0.02	43.96±0.02	55.63±0.02	38.54±0.02	36.52±0.02	36.27±0.02	5	5	5	3	7	5	5	1	7
33	10.29±0.05	3.97±0.02	38.61±0.02	38.61±0.02	62.26±0.02	38.07±0.02	31.87±0.02	31.4±0.02	7	5	5	3	5	5	5	3	7
34	13.61±0.05	6.1±0.025	44.85±0.02	44.85±0.02	57.4±0.02	34.02±0.02	33.3±0.02	33.4±0.02	7	5	7	3	3	3	4	3	5
35	14.81±0.05	5.64±0.02	38.08±0.02	38.08±0.02	55.39±0.02	45±0.02	37.4±0.02	36.45±0.02	7	5	7	3	3	3	4	3	5
36	14.18±0.05	5.77±0.02	40.73±0.02	40.73±0.02	58.49±0.02	38.95±0.02	34.8±0.02	33.32±0.02	7	5	7	3	5	3	4	3	5
37	15.39±0.05	7.53±0.02	48.9±0.02	48.9±0.02	46.28±0.02	41.03±0.02	37.54±0.02	38.27±0.02	5	7	5	5	5	3	4	3	5
38	12.5±0.1	6.59±0.02	52.75±0.02	52.75±0.02	39.41±0.02	41.73±0.02	36.55±0.02	34.71±0.02	3	7	1	7	5	3	3	1	5
39	12.91±0.05	5.6±0.02	43.42±0.02	43.42±0.02	46.19±0.02	44.16±0.02	34.63±0.02	34.14±0.02	5	7	3	9	5	3	3	1	5

For abbreviation of traits see Table 2.

Table 4. Continued

ادامه جدول ۴

ژنوتیپ	وزن میوه	وزن مغز	وزن پوست	درصد مغز	درصد پوست	طول میوه	عرض میوه	قطر میوه	ضخامت پوست	درشتی مغز	چسبندگی پوست به مغز	رنگ مغز	قدرت درخت	عادت گل‌دهی	زمان برگ‌دهی	ناهمرسی	محصول‌دهی
Genotype No.	EW (g)	KW (g)	SHW (g)	K (%)	SH (%)	FL (mm)	FWI (mm)	FD (mm)	SHTH (mm)	PL	SHS	KC	TV	FH	TL	D	PR
40	12.36±0.05	5.05±0.02	40.84±0.02	40.84±0.02	52.65±0.02	40.81±0.02	38.32±0.02	36.47±0.02	5	5	3	5	5	3	3	1	5
41	15.71±0.05	5.95±0.02	37.9±0.02	37.9±0.02	55.94±0.02	41.78±0.02	34.72±0.02	35.46±0.02	7	7	5	5	7	5	3	3	5
42	12.92±0.05	6.75±0.02	52.28±0.02	52.28±0.02	32.26±0.02	49.55±0.02	36.71±0.02	36.57±0.02	1	7	1	5	5	3	4	1	9
43	7.91±0.05	4.14±0.02	52.36±0.02	52.36±0.02	40.02±0.02	36.05±0.02	29.2±0.02	31.18±0.02	1	7	3	5	5	3	4	1	7
44	16.95±0.05	7.65±0.02	45.13±0.02	45.13±0.02	46.97±0.02	43.12±0.02	35.82±0.02	36.45±0.02	7	7	3	5	5	5	4	3	5
45	11.49±0.05	4.6±0.02	40.07±0.02	40.07±0.02	50.35±0.02	35.1±0.02	31.88±0.02	31.9±0.02	5	7	3	7	5	3	4	3	5
46	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.02	46.93±0.02	45.8±0.02	37.61±0.02	29.62±0.02	31.26±0.02	5	7	3	5	5	3	4	3	5
47	8.61±0.05	3.69±0.02	42.89±0.02	42.89±0.02	42.2±0.02	34.2±0.02	30.35±0.02	30.32±0.02	5	7	3	7	7	3	4	1	5
48	13.73±0.05	6.08±0.02	44.27±0.02	44.28±0.02	43.87±0.02	39.4±0.02	36.07±0.02	35.14±0.02	3	5	3	5	5	3	4	1	7
49	12.64±0.05	4.64±0.02	36.7±0.05	36.7±0.05	58.2±0.05	35.44±0.1	33.14±0.05	35.93±0.05	7	7	3	5	7	3	4	1	5
50	12.04±0.05	5.65±0.02	46.98±0.05	46.98±0.05	43.3±0.05	39.43±0.05	34.94±0.05	34.64±0.05	5	5	3	7	5	3	4	1	5
51	12.92±0.05	6.75±0.02	52.28±0.05	35.1±0.05	52.58±0.05	43.56±0.05	33.9±0.05	36.25±0.05	5	5	3	7	5	3	3	1	5
52	7.91±0.05	4.14±0.02	52.36±0.05	38.09±0.05	57.29±0.05	35.47±0.05	32±0.05	34.64±0.05	9	5	3	5	5	5	4	1	7
53	16.95±0.05	7.65±0.02	45.13±0.05	51.03±0.05	40.28±0.05	33.34±0.05	30.32±0.05	31.8±0.05	5	7	3	7	5	3	3	3	5
54	11.49±0.05	4.6±0.02	40.07±0.05	50.16±0.05	37.57±0.05	36.66±0.05	30.72±0.05	30.8±0.05	3	5	5	7	5	3	4	3	5
55	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.05	41.4±0.05	49.98±0.05	34.6±0.05	31.23±0.05	31.71±0.05	7	7	3	7	5	5	4	3	5
56	8.66±0.05	4.06±0.02	46.93±0.05	41.4±0.05	49.98±0.05	34.6±0.05	31.23±0.05	31.71±0.05	5	5	5	3	7	3	4	3	5
57	13.73±0.05	6.08±0.02	44.27±0.05	46.3±0.05	49.49±0.05	40.13±0.5	34.77±0.05	33.95±0.05	3	5	5	3	5	3	4	3	7
58	12.64±0.05	4.64±0.02	36.7±0.05	41.43±0.05	43.41±0.05	29.56±0.05	29.92±0.05	30.57±0.05	5	5	7	3	3	3	4	3	5

For abbreviation of traits see Table 2.

۲۲/۶ درصد ژنوتیپ‌ها باردهی جانبی کمتر از ۵۰ درصد و ۱۶/۱ درصد آن‌ها باردهی جانبی بیش از ۵۰ درصد داشتند. در بین آن‌ها ۱۶ درصد نیز باردهی انتهایی را نشان دادند (Norouzi *et al.*, 2013). در این پژوهش باردهی انتهایی دیده نشد. کاراداغ و آکجا (Karadag and Akca, 2011) بیان کردند که میوه‌دهی جانبی تعیین کننده پتانسیل محصول دهی است. از طرف دیگر نوروزی و همکاران (Norouzi *et al.*, 2013) گزارش کردند که درختان با میوه‌دهی جانبی به بلایت باکتریایی حساس‌ترند.

عادت گل‌دهی درختان گردو به دلیل هم‌پوشانی گرده‌افشانی گل‌های نر با دوره پذیرش گل‌های ماده از اهمیت ویژه‌ای در مدیریت باغ‌های گردو برخوردار است (Rezaei *et al.*, 2008). در ژنوتیپ‌های مورد بررسی، پدیده پیش‌نر گل (پروتاندری) در ۵۸/۶۲ درصد درختان و پیش‌ماده گل (پروتوژینی) در ۴۱/۳۷ درصد ژنوتیپ‌ها دیده شد که پدیده پروتاندری غالب بود (جدول ۴). غالب بودن ژنوتیپ‌های پروتاندری در نتایج رضایی و همکاران (Rezaei *et al.*, 2008) نیز مشاهده شد. در برخی مناطق پدیده پروتوژینی بر پروتاندری غالب است (MansouriArdakan *et al.*, 2003). این امر علاوه بر اختلافات ژنتیکی، به دلیل اختلافات آب و هوایی و اثر آن بر زمان رسیدن گل‌های نر و ماده در گردو است. زمان برداشت محصول

۱۵ روز پس از شروع رشد و شکوفایی برگ‌ها در منطقه ادامه یافت که با نتایج زنلی و همکاران (Zeneli *et al.*, 2005) و سولار و همکاران (Solar *et al.*, 2002) مبنی بر تنوع زمان باز شدن جوانه در گردو تطابق دارد. این امر گزینش درختان را برای مناطق با خطر بروز یخبندان و یا بلایت باکتریایی امکان‌پذیر می‌سازد. حدود ۲۰/۶۷ درصد درختان زود برگ‌ده، ۷۰/۶۸ درصد آن‌ها برگ‌دهی هم‌زمان با درختان منطقه و ۸/۶۲ درصد آن‌ها دیربرگ‌ده بودند. ژنوتیپ شماره سه دیربرگ‌ده‌ترین ژنوتیپ در سال اول و دوم بود. این ژنوتیپ حدود ۱۵ روز پس از برگ‌دهی سایر درختان منطقه تولید برگ کرد. زمان رسیدن محصول این ژنوتیپ کمی زودتر از سایر درختان منطقه بود. در حال حاضر دیربرگ‌دهی، زودرسی، عملکرد بالا و کیفیت محصول از اهداف مهم در به‌نژادی گردو به شمار می‌آید (Ebrahimi *et al.*, 2009). ظهور دیرتر برگ‌ها در فصل بهار حتی برای چند روز می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش احتمال خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره و کاهش خسارت بیماری باکتریایی بلایت داشته باشد.

بر اساس نتایج، تعداد ۷۵/۸۶ درصد ژنوتیپ‌ها دارای گل‌دهی جانبی کمتر از ۲۵ درصد (انتهایی جانبی) و ۲۴/۱۳ درصد ژنوتیپ‌ها گل‌دهی جانبی بین ۲۵ تا ۵۰ درصد (جانبی انتهایی) بودند (جدول ۴). در ۳۱ ژنوتیپ گردوی مورد بررسی در کرج،

است.

میوه‌های با درصد پوست چوبی بیشتر دارای پوست چوبی ضخیم‌تر و درشتی مغز کمتری بودند. همچنین درصد و ضخامت پوست چوبی با عادت گلدهی ارتباط مثبت معنی‌داری داشت. به طوری که عادت گل‌دهی جانبی انتهایی، درصد و ضخامت پوست چوبی بیشتری را به همراه داشت. طول میوه با عرض و قطر میوه همبستگی مثبت معنی‌داری را نشان داد. ارتباط مثبت معنی‌دار بین طول و قطر میوه توسط کارادانگ و آکک‌جا (۲۰۱۱) روی تعدادی از ژنوتیپ‌های ترکیه نیز گزارش شده است. قدرت رویشی درخت و عادت گل‌دهی ارتباط مثبت معنی‌داری با میزان محصول داشت. عادت گل‌دهی جانبی انتهایی میزان محصول بیشتری را به همراه داشت که با نتایج امیری و همکاران (۲۰۱۰) و ارزانی و همکاران (۲۰۰۸) همخوانی داشت. دیاز و همکاران (Diaz et al., 2004) تفاوت معنی‌دار بالایی را بین بیست صفت مورد بررسی شامل صفات مربوط به اندازه، وزن، حجم، شکل، بافت و رنگ بذر به جز صفت شکل مقطع طولی دانه در توده‌های گردوی اهلی غرب اسپانیا گزارش کردند. موسیوند و همکاران (۲۰۱۳) ارتباط معنی‌دار بالایی را بین وزن مغز و زمان بلوغ میوه گزارش کردند. امیری و همکاران (۲۰۱۰) نیز ارتباط مثبت معنی‌دار تاریخ برگ‌دهی را با تاریخ برداشت و تاریخ ریزش برگ نشان دادند. این همبستگی‌ها در تحقیق حاضر دیده نشد. علایمی از بلایت و

از تقریباً زود تا تقریباً دیر متغیر بود. این امر امکان‌پذیر است درختان برای مناطقی که دارای فصل رشد کوتاه هستند را فراهم می‌سازد. ژنوتیپ‌های شماره ۱۸ و ۳۹ نیز میانگین روشن‌ترین رنگ مغز را نشان دادند (جدول ۴).

همبستگی صفات

نتایج همبستگی بین صفات نشان داد که بین برخی از صفات اندازه‌گیری شده، همبستگی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۵). ارتباط معنی‌دار بالا می‌تواند برای تخمین سایر صفات مورد استفاده قرار گیرد. وزن میوه با وزن مغز، وزن پوست چوبی، طول، عرض و قطر میوه رابطه مثبت معنی‌داری داشت. امیری و همکاران (۲۰۱۰)، قاسمی و همکاران (Ghasemi et al., 2012) و ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۴) نیز به ارتباط مثبت بین وزن مغز و وزن میوه اشاره کردند. میوه‌های با وزن مغز بیشتر، مغز درشت‌تری داشته و دارای درصد مغز، طول، عرض و قطر میوه بیشتری بودند، اما وزن و درصد پوست چوبی کمتری داشتند. وزن پوست چوبی با درصد مغز، درشتی مغز و قطر میوه رابطه منفی معنی‌داری را نشان داد. درصد مغز با درصد پوست چوبی و ضخامت پوست چوبی رابطه منفی معنی‌دار و با درشتی مغز رابطه مثبت معنی‌داری را نشان داد. ارتباط منفی درصد مغز و وزن مغز با ضخامت پوست چوبی توسط نوروژی و همکاران (۲۰۱۳) و ساریخانی خرمی و همکاران (۲۰۱۴) نیز گزارش شده

جدول ۵- ضرایب همبستگی ساده بین صفات مختلف ژنوتیپ‌های گردو

Table 5. Correlation coefficients between different traits of walnut genotypes

Traits	صفات	وزن میوه EW	وزن مغز KW	وزن پوست SHW	درصد مغز K	درصد پوست SH	طول میوه FL	عرض میوه FWI	قطر میوه FD	ضخامت پوست جوئی SHTH	درشتی مغز PL	قدرت رویشی درخت TV	عادت گل‌دهی FH
KW	وزن مغز	0.799**											
SHW	وزن پوست جوئی	0.371**	-0.641**										
K (%)	درصد مغز	0.242	0.708**	-0.658**									
SH (%)	درصد پوست جوئی	-0.032	-0.389**	0.219	-0.744**								
NL	طول میوه	0.497**	0.469**	-0.058	0.130	-0.064							
NW	عرض میوه	0.636**	0.594**	-0.238	0.213	-0.053	0.650*						
ND	قطر میوه	0.649**	0.619**	-0.270*	0.166	0.014	0.485**	0.773**					
SHTH	ضخامت پوست جوئی	0.045	-0.060	-0.029	-0.281*	0.511**	-0.052	-0.038	0.015				
PL	درشتی مغز	0.216	0.483**	-0.485**	0.575**	-0.418**	0.166	0.176	0.102	0.006			
TV	قدرت رویشی درخت	-0.043	-0.055	0.060	-0.104	0.126	0.136	-0.070	0.032	0.030	0.071		
FH	عادت گل‌دهی	0.153	0.083	-0.035	-0.141	0.322*	0.128	0.139	0.171	0.429*	0.007	0.251	
PR	میزان محصول	0.031	0.078	0.047	0.053	0.008	0.253	0.058	0.126	0.084	-0.57	0.326*	0.452**

* و **: به ترتیب وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد و پنج درصد

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

For abbreviation of traits see Table 2.

پوست چوبی به مغز و ناهم‌رسی با توجه ۱۰/۴۲ درصد واریانس قرار گرفتند و در عامل چهارم عادت گل‌دهی، زمان رسیدن میوه و میزان محصول بود که ۹/۱۱ درصد واریانس را توجیه کردند. در عامل پنجم صفات ضخامت پوست چوبی و شکل درخت با توجه ۷/۴۹ درصد واریانس قرار گرفتند و در عامل ششم، شکل میوه بود که ۶/۷۵ درصد واریانس را توجیه کرد. در عامل هفتم نیز صفت زمان برگ‌دهی ۳/۳۵ درصد از واریانس را توجیه کرد (جدول ۷). این عوامل بیشترین نقش را در تمایز ژنوتیپ‌های مورد بررسی بر عهده داشتند. حق جویان و همکاران (۲۰۰۵) نشان دادند که دو مولفه اصلی اول، به طور تجمعی ۹۹/۸۷ درصد تغییرات داده‌های اولیه را توجیه کردند که این دو مولفه برای نمایش گرافیکی پراکنش ژنوتیپ‌ها استفاده شدند. این دو مولفه صفات درصد مغز، طول و قطر میوه، وزن میوه و درصد پوست چوبی را در بر گرفت که با نتایج آزمایش حاضر تطابق دارد. در پژوهش پاپ و همکاران (Pop et al., 2013) عامل اول ۲۹/۲ درصد و عامل دوم ۱۷/۵۳ درصد کل واریانس را توجیه کردند. در تحقیق ایشان نیز صفات مربوط به میوه و مغز از صفات اثرگذار در عامل اول بودند.

تجزیه دی‌پلات

در این پژوهش تجزیه دی‌پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که در مجموع

سرمازدگی در ژنوتیپ‌های تحقیق حاضر دیده نشد که البته این موضوع مقاومت این ژنوتیپ‌ها به سرما یا بلایت را تایید نمی‌کند.

تجزیه به عامل‌ها

با استفاده از تجزیه به عامل‌ها، صفات مختلف می‌توانند در قالب عامل‌ها یا مولفه‌هایی مورد بحث قرار گیرد که هر کدام چند صفت را شامل می‌شوند. این تجزیه می‌تواند عامل فرق‌گذار اصلی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد. در این بررسی، تجزیه عامل توانست ۲۱ صفت مورد ارزیابی را به صورت هفت عامل اصلی بیان کند که در بین آن‌ها عامل‌های اول، دوم و سوم بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده می‌شود. در مجموع هفت عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از یک بود توانستند ۷۵/۳۵ درصد واریانس کل را توجیه کنند (جدول ۶). در عامل اول صفات مربوط به میوه شامل وزن میوه، طول، عرض و قطر میوه دارای ضرایب عاملی بالاتری بودند و ۲۲/۰۴ درصد واریانس را توجیه کردند. در عامل دوم صفات مربوط به مغز و پوست چوبی شامل وزن، درصد و درشتی مغز و نیز وزن و درصد پوست چوبی قرار داشتند که مقدار ۱۴/۱۷ درصد واریانس کل را در بر گرفتند. در عامل سوم صفات چسبندگی

جدول ۶- مقادیر ویژه، واریانس و درصد تجمعی واریانس‌ها برای هفت عامل اصلی

Table 6. Eigen values, variance and cumulative percent of variances for seven main components

عامل‌ها Components	مقادیر ویژه Eigen values	درصد واریانس Variance (%)	درصد تجمعی Cumulative (%)
1	4.62	22.04	22.04
2	2.97	14.17	36.21
3	2.18	10.42	46.64
4	1.91	9.11	55.75
5	1.57	7.49	63.24
6	1.41	6.75	70.005
7	1.12	5.35	75.35

جدول ۷- ضریب عاملی پس از چرخش وریماکس برای هفت عامل اصلی

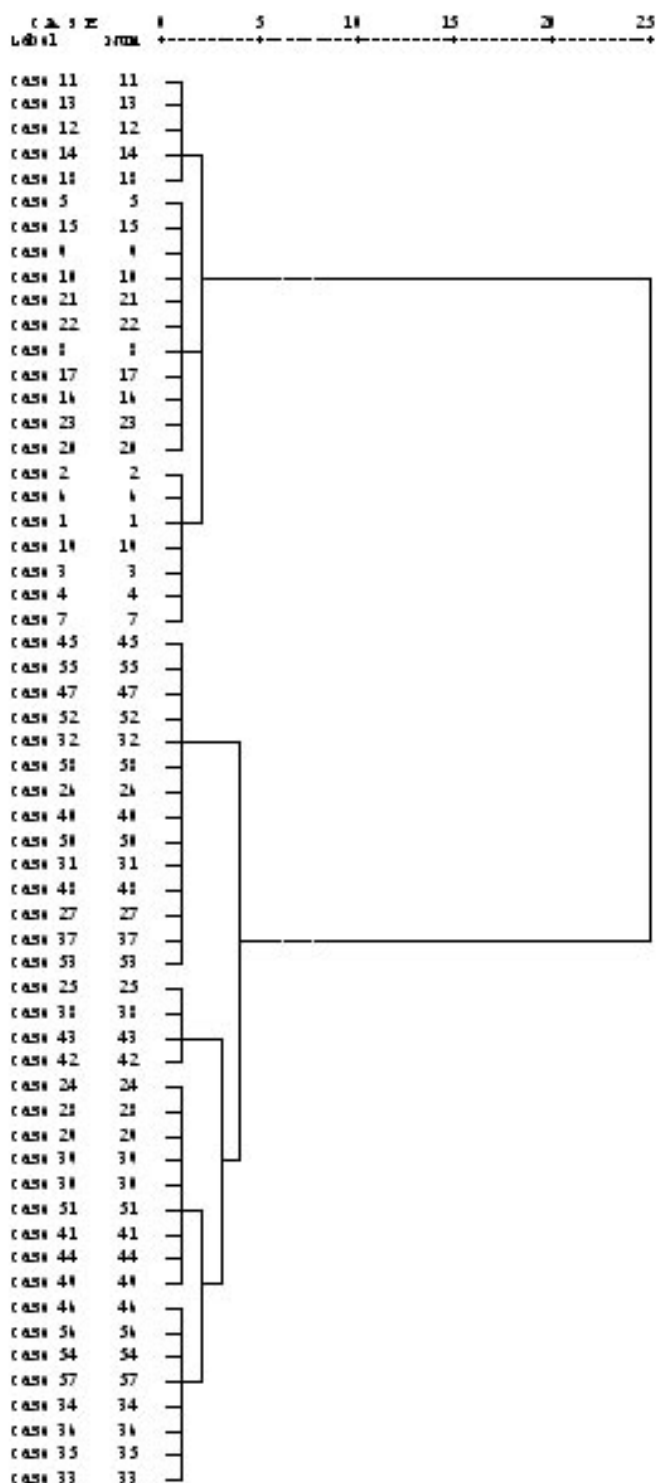
Table 7. Component coefficient after Varimax rotation for seven principal components

Trait	صفت	Components عامل‌ها						
		1	2	3	4	5	6	7
NW	وزن میوه	0.813	0.269	0.209	0.051	-0.014	0.049	0.017
KW	وزن مغز	0.668	0.684	0.049	0.045	-0.047	-0.014	0.008
SHW	وزن پوست چوبی	-0.233	-0.768	-0.105	0.095	-0.189	-0.081	-0.179
K (%)	درصد مغز	0.120	0.896	-0.075	-0.022	-0.217	-0.066	0.008
SH (%)	درصد پوست چوبی	0.062	-0.628	0.252	0.088	0.453	0.308	0.205
NL	طول میوه	0.663	0.069	-0.412	0.138	-0.047	0.392	-0.138
NW	عرض میوه	0.879	0.09	-0.222	-0.069	0.090	-0.089	0.087
ND	قطر میوه	0.884	0.055	-0.054	0.108	0.020	-0.141	0.009
SHTH	ضخامت پوست چوبی	0.006	-0.094	0.357	0.141	0.739	0.182	-0.118
SHTE	وضعیت سطح پوست چوبی	0.440	-0.188	-0.130	-0.016	0.317	0.212	-0.259
NSH	شکل میوه	-0.017	0.027	-0.074	0.061	0.008	0.894	-0.142
PL	درشتی مغز	0.032	0.778	-0.66	0.071	0.055	0.023	-0.168
SHS	چسبندگی پوست چوبی به مغز	-0.040	-0.292	0.753	-0.109	0.133	0.181	0.295
KC	رنگ مغز	0.058	0.263	-0.375	0.001	0.111	-0.517	-0.533
TSH	شکل درخت	0.034	0.062	-0.202	-0.237	0.701	-0.232	0.132
TV	قدرت رویشی درخت	-0.138	-0.002	-0.473	0.479	0.189	0.184	0.115
FH	عادت گل‌دهی	0.146	-0.036	0.034	0.640	0.542	-0.069	0.143
TL	زمان برگ‌دهی	0.013	-0.017	0.040	0.104	0.083	-0.159	0.864
D	ناهمرسی	-0.195	0.101	0.796	0.104	0.050	-0.097	-0.012
TR	زمان رسیدن میوه	0.025	0.031	0.200	0.798	-0.081	0.049	-0.204
PR	میزان محصول	0.105	-0.039	-0.191	0.787	-0.122	0.023	0.247

مقادیر بالای ۰/۶ به عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شده است.

Values higher than 0.6 have been considered as significant component coefficient.
For abbreviation of traits see Table 2.

ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو بر اساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال و بختیاری



شکل ۲- گروه‌بندی ۵۸ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات اندازه‌گیری شده به روش Ward
 Fig. 2. Grouping of 58 walnut genotypes based on measured traits by Ward's method

برای مشخصات ژنوتیپ‌ها به جدول ۱ مراجعه شود.

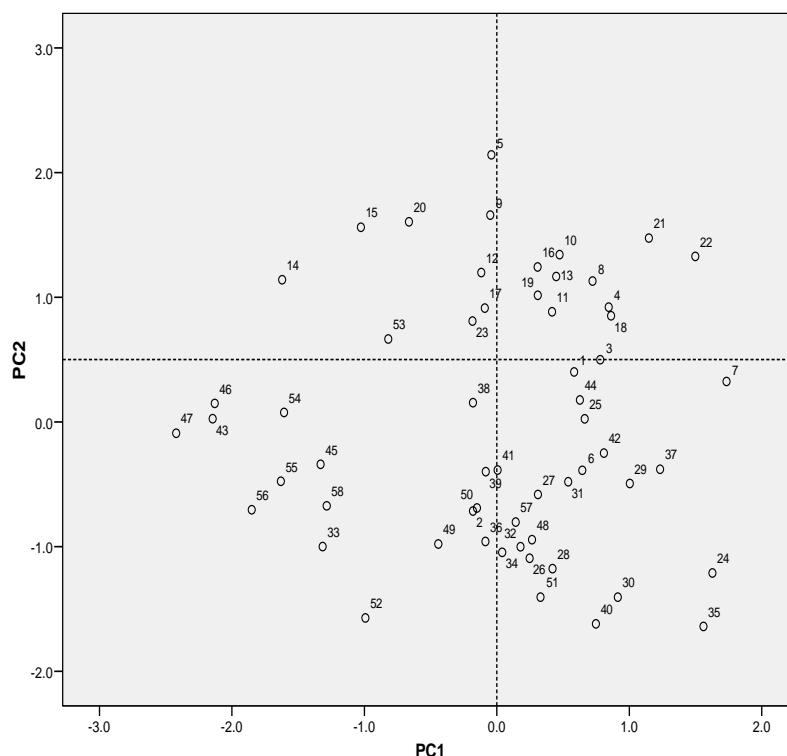
For details about genotypes, see Table 1.

نتایج تجزیه دی‌پلات نتایج تجزیه خوشه‌ای را تایید کرد.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌ها را در فاصله ۲۵ به دو گروه اصلی تقسیم کرد (شکل ۳). در گروه اول ژنوتیپ‌های دارای وزن و ابعاد بیشتر میوه و نیز مغز درشت‌تر با درصد مغز بیشتر قرار گرفتند. قدرت رویشی زیاد درخت، چسبندگی کم مغز به پوست چوبی و وزن کمتر پوست چوبی از خصوصیات ژنوتیپ‌های قرار گرفته در این گروه بود. گروه دوم ژنوتیپ‌های با وزن، طول و قطر میوه کمتر و نیز وزن مغز کمتر را در خود جای داد. در گروه اول چهار ژنوتیپ با شماره‌های ۱۹، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ قرار دارند که در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها خصوصیات مطلوب‌تر میوه و مغز را داشتند که می‌تواند مربوط به منشا مشترک آن‌ها باشد (منطقه ناقان). ژنوتیپ‌های شماره ۱۶ (سامان)، ۱۰ (بابا حیدر) و ژنوتیپ شماره ۵ (آورگان) نیز از جمله ژنوتیپ‌های مطلوب‌تر با منشاهای جغرافیایی مختلف در گروه اول بودند. بیشترین شاخه‌بندی در فاصله اقلیدسی یک با هفت شاخه مشاهده شد. در این فاصله، ژنوتیپ‌های مطلوب از نظر خصوصیات میوه و مغز در شاخه دوم قرار گرفتند. درختان با قدرت رویشی بیشتر و وزن میوه و مغز کمتر در گروه‌های بعدی قرار گرفتند. در شاخه چهارم ژنوتیپ شماره ۴۷ کمترین وزن مغز و قطر میوه را داشت. در همین شاخه ژنوتیپ شماره ۵۲ کمترین وزن میوه و ژنوتیپ شماره

۳۶/۲۱ درصد از سهم کل واریانس را توجیه کردند انجام شد (شکل ۲). همان‌گونه که قبلاً ذکر شد در عامل اول صفات مربوط به میوه شامل وزن میوه، طول، عرض و قطر میوه و در عامل دوم صفات مربوط به مغز و پوست چوبی شامل وزن، درصد و درشتی مغز و نیز وزن و درصد پوست چوبی دارای ضرایب عاملی بالاتری بودند. بر اساس تجزیه دی‌پلات ژنوتیپ‌هایی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند از نظر صفات موثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. در این تحقیق ژنوتیپ‌های شماره ۲۲، ۲۱، ۱۰، ۱۶، ۸، ۱۳، ۱۹، ۱۱، ۴، ۱۸ و ۳ در عامل‌های اول و دوم (قسمت مثبت) شباهت بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. این ژنوتیپ‌ها در تجزیه خوشه‌ای نیز در گروه اول با خصوصیات مطلوب میوه و مغز قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های شماره ۵، ۹، ۲۰، ۱۵، ۱۲، ۱۷، ۲۳، ۵۳ و ۱۴ از نظر صفات موثر در عامل اول بیشترین شباهت را داشتند و ژنوتیپ‌های شماره ۱، ۳، ۷، ۴۴، ۲۵، ۴۲، ۴۱، ۳۷، ۲۹، ۶، ۳۱، ۲۷، ۵۷، ۴۸، ۳۲، ۳۴، ۲۶، ۲۸، ۵۱، ۲۴، ۳۰، ۴۰ و ۳۵ از نظر صفات اثرگذار در عامل دوم شباهت بیشتری با یک دیگر نشان دادند. در تجزیه دی‌پلات انجام شده توسط نوروزی و همکاران (۲۰۱۳) عامل اول مربوط به صفات میوه، مغز و پوست چوبی و فاکتور دوم مربوط به طول برگ و برگچه‌ها بود. مشابه تحقیق ایشان، در تحقیق حاضر نیز



شکل ۲- تجزیه دی پلات (تصویر دو بعدی) پراکنش ۵۸ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات موثر در عامل اول (PC1=۲۲/۰۴) و عامل دوم (PC2=۱۴/۱۷)

Fig. 3. Diplot analysis of 58 walnut genotypes based on effective traits in first factor (PC1=22.04%) and second factor (PC2=14.17%)

۳۵ ژنوتیپ گردوی مورد بررسی به سه خوشه طبقه‌بندی شدند که گروه دوم دارای صفات مطلوب پومولوژیکی بودند. در خوشه‌بندی انجام شده توسط موسیوند و همکاران (۲۰۱۳) ژنوتیپ‌های گردو از هم تفکیک شدند. دورگ روئال ارتباط نزدیکی با ژنوتیپ‌های گردوی سیاه داشت. ۷۱ ژنوتیپ مورد بررسی استان مرکزی به شش گروه طبقه‌بندی شدند و ژنوتیپ‌های قرار گرفته در یک گروه بیشترین تشابه را داشتند (Ghasemi *et al.*, 2012). در بررسی ۵۸ ژنوتیپ گردوی نواحی مختلف

۵۸ کمترین طول میوه را داشت. در شاخه پنجم ژنوتیپ شماره ۴۳ با کمترین عرض میوه قرار گرفت. ژنوتیپ شماره ۵۱ با کمترین درصد مغز در گروه ششم جا گرفت. در آخرین شاخه ژنوتیپ‌های شماره ۳۴، ۳۵ و ۳۶ (با منشأ مشترک اورگان) قرار داشتند که چسبندگی پوست چوبی به مغز در آن‌ها زیاد بود و قدرت رویشی ضعیفی داشتند. در همین گروه ژنوتیپ شماره ۳۳ (آورگان) بیشترین درصد پوست چوبی را به خود اختصاص داد. بر اساس نتایج پژوهش ابراهیمی و همکاران (۲۰۱۱)

شماره ۳ (درصد مغز بالای ۵۰ درصد، دیربرگ‌ده و زودرس)، ۵ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز)، ۱۵ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز)، ۱۸ (پرمحصول با مغز روشن)، ۲۰ (درصد مغز بالای ۶۰ درصد، چسبندگی کم پوست چوبی به مغز و وزن پوست چوبی کم)، ۲۱ (وزن میوه، وزن مغز بالا و میزان محصول زیاد)، ۲۲ (وزن مغز و درصد مغز بالا) و ۴۲ (پرمحصول با درصد کم پوست چوبی و چسبندگی کم پوست چوبی به مغز) از جمله ژنوتیپ‌های مطلوب و قابل توصیه در این تحقیق بودند. با توجه به تنوع موجود، استفاده از این ژنوتیپ‌ها به منظور استفاده در برنامه‌های به‌نژادی و احیای باغ‌های سنتی گردو در جهت تجاری‌سازی آن‌ها قابل توصیه است. همچنین لازم است که این ژنوتیپ‌های برتر و پرمحصول که از توان بالاتری برخوردار هستند را به کشاورزان معرفی کرد و در آینده از آن‌ها برای بهره‌گیری در برنامه‌های به‌نژادی در استان استفاده کرد.

تفت، صفات با وراثت‌پذیری بالا همچون ویژگی‌های مغز و تاریخ برگ‌دهی از صفات موثر در گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بودند (Arzani et al., 2008).

در مجموع، با توجه به نتایج ارزیابی‌های انجام شده و با در نظر گرفتن مجموعه صفات، هشت ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر در استان چهارمحال و بختیاری انتخاب شدند که مشخصات کامل آن‌ها در جدول ۸ نشان داده شده است.

در این بررسی تنوع قابل ملاحظه‌ای بین ژنوتیپ‌های گردو استان چهارمحال و بختیاری به ویژه در صفات وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز و درصد پوست چوبی دیده شد. حدود نیمی از ژنوتیپ‌های بررسی شده دارای درصد مغز بالای ۵۰ درصد و چهار ژنوتیپ نیز دارای درصد مغز بالای ۶۰ درصد بودند. به طور کلی ژنوتیپ‌های مورد بررسی درصد مغز بالایی نسبت به بیشتر گزارش‌های موجود داشتند. به علاوه چندین همبستگی مطلوب بین خصوصیات میوه و مغز وجود داشت که در برنامه‌های به‌نژادی مفید خواهد بود. ژنوتیپ‌های

جدول ۸- خصوصیات کامل ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شده گردو
Table 8. Characteristics of superior selected genotypes of walnut

شماره ژنوتیپ Genotype No.	وزن میوه KW (g)	وزن مغز KW (g)	وزن پوست SHW (g)	درصد مغز K (%)	درصد پوست SH (%)	طول میوه FL (mm)	عرض میوه FWI (mm)	قطر میوه FD (mm)	ضخامت پوست SHTH	درشتی مغز PL	چسبندگی پوست به مغز SHS	رنگ مغز KC
3	14.55	7.31	7.21	50.24	49.55	40.52	39.12	36.42	نازک	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
5	13.46	8.19	5.28	60.84	39.22	50.80	36.96	33.34	ضخیم	خیلی برجسته و صاف	خیلی ضعیف	روشن
15	12.11	7.31	4.68	60.36	38.64	36.58	32.06	32.82	ضخیم	برجسته و درشت	ضعیف	قهوه‌ای روشن
18	15.23	8.41	6.68	55.21	43.86	40.70	36.64	38.06	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	خیلی روشن
20	11.72	7.37	4.27	62.88	36.43	37.20	36.70	33.50	خیلی نازک	برجسته و درشت	خیلی ضعیف	روشن
21	17.28	10.11	6.98	58.50	40.39	44.30	36.50	36.90	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
22	15.82	9.61	6.12	60.74	38.68	44.00	39.40	39.00	متوسط	برجسته و درشت	ضعیف	کهربای روشن
42	12.92	6.75	52.28	52.28	32.26	49.55	36.71	36.57	خیلی نازک	برجسته و درشت	خیلی ضعیف	کهربای روشن

Table 8. Continued

ادامه جدول ۸

شماره ژنوتیپ Genotype No.	قدرت درخت TV	عادت گل‌دهی FH	زمان برگ‌دهی TL	ناهرسی D	محصول‌دهی PR	وضعیت سطح پوست چوبی SHTE	شکل میوه NSH	شکل درخت TSH	زمان رسیدن میوه TR
3	متوسط	انتهایی جانبی	دیر	پیش نر گل	متوسط	متوسط	تخم مرغی پهن	گسترده	تقریباً زود
5	متوسط	انتهایی جانبی	تقریباً زود	پیش نر گل	متوسط	متوسط	بیضوی	گسترده	متوسط
15	متوسط	انتهایی جانبی	تقریباً زود	پیش نر گل	متوسط	متوسط	بیضوی	نیمه گسترده	متوسط
18	قوی	جانبی انتهایی	تقریباً زود	پیش ماده گل	خیلی زیاد	ناهموار	گرد	گسترده	تقریباً دیر
20	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش نر گل	متوسط	صاف	تخم مرغی	نیمه گسترده	تقریباً زود
21	متوسط	جانبی انتهایی	متوسط	پیش ماده گل	زیاد	متوسط	دوزنقه‌ای کشیده	نیمه گسترده	متوسط
22	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش ماده گل	متوسط	متوسط	تخم مرغی	نیمه گسترده	متوسط
42	متوسط	انتهایی جانبی	متوسط	پیش نر گل	خیلی زیاد	متوسط	تخم مرغی	نیمه راست	تقریباً دیر

For abbreviation of traits see Table 2.

References

- Amini, A., Ghanadha, M., and Abdemishani, C. 2000.** Genetic diversity and correlation between different traits in common Bean (*Phaseolus vulgaris* Z.). Iranian Journal of Agriculture Sciences 33: 605-615 (in Persian).
- Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M. R., and Leslie, C. 2010.** Correlations between some horticultural traits in walnut. Horticultural Science 45: 1690-1694.
- Anonymous 1994.** Descriptors for Walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.
- Anonymous 2011.** Survey Results Example of Horticultural Crops. Ministry of Agriculture, Tehran, Iran (in Persian).
- Arzani, K. 2003.** Approach on importance, protect, maintenance, breeding and management of Iranian traditional orchards. The First Conference of the Iranian Traditional Orchards, Karaj, Iran. pp. 1-5 (in Persian).
- Arzani, K., Mansouri Ardakan, H., Vezvaei, A., and Roozban, M. R. 2008.** Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciences 36: 159-168.
- Aslantas, R. 2006.** Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sciences 34: 231-237.
- Atefi, J. 1993.** Evaluation of walnut genotypes in Iran. Acta Horticulturae 311: 24-33.
- Bayazit, S. 2012.** Determination of relationships among kernel percentage and yield characteristics in some Turkish walnut genotypes by correlation and path analysis. The Journal of Animal and Plant Sciences 22: 513-517.
- Cosmulescu, S., and Botu, M. 2012.** Walnut biodiversity in south-western Romania resource for perspective cultivars. Pakistan Journal of Botany 44: 307-311.
- Diaz, R., Alonso, E., and Fernandez Lopez, J. 2004.** Genetic and geographic variation in seed traits of common walnut among twenty populations from the west of Spain. Acta Horticulturae 705: 137-141.
- Ebrahimi, A., Fattahi Moghaddam, M. R., and Zamani, Z. 2011.** Analysis of genetic diversity among some Persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. Scientia Horticulturae 130: 146-151.

- Ebrahimi, A., Fattahi Moghadam, M. R., Zamani, Z., and Vahdati, K. 2009.** An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. *Iranian Journal of Horticultural Science* 40: 83-94 (in Persian).
- Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., and Erfani Moghadam, V. 2009.** Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia*) in Golestan province, Iran. *Journal of Plant Production* 16: 29-48 (in Persian).
- Ghasemi, M., Arzani, K., and Hassani, D. 2012.** Evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province of Iran. *Crop Breeding Journal* 2(2): 119-124.
- Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D., and Ghasemi, S. H. 2011.** Variability in nuts of twelve walnut (*Juglance regia* L.) genotypes in Markazi province. *Journal of Science and Food Industry* 8: 63-68 (in Persian).
- Haghjouyan, R., Ghareyazi, B., Sanei Shariat-Panahi, M., and Khalighi, A. 2005.** Investigation of genetic variation in walnut of some regions of Iran using quantitative and morphological characters. *Pajouhesh va Sazandegi* 69: 22-30 (in Persian).
- Karadag, H., and Akca, Y. 2011.** Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from selected native population in Amasya Province. *African Journal of Biotechnology* 10: 16763-16768.
- Mansouri Ardakan, H., Arzani, K., and Vezvaei, A. 2003.** Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in some regions of Yazd. *The First Conference of Walnut, Hamedan, Iran*. Page 14 (in Persian).
- McGranahan, G. H., Charles, A., Leslie, C. A., Philips, H. A., and Dandaker, A. 1998.** Walnut propagation. pp. 71-83. In: Ramos, D. (ed.) *Walnut Production Manual*. University of California, DANR Publication, Davis, USA.
- Mosivand, M., Hassani, D., Payamnour, V., and Jafar Aghaei, M. 2013.** Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. *Crop Breeding Journal* 3(1): 25-30.
- Mousavi, S. A., Fatahi Moghadam, M. R., Zamani, Z., and Imani, A. 2011.** Investigation of qualitative and quantitative characteristics for some almond cultivars and genotypes. *Journal of Horticultural Science of Iran* 2: 119-131 (in Persian).

- Norouzi, R., Heidari, S., Mohammadi, A. A. S., and Shahi-Garahlar, A. 2013.** Estimation of phenotypical and morphological differentiation among some selected Persian walnut (*Juglans regia* L.) accessions. International Journal of Agronomy and Plant Production 4: 2438-2445.
- Pop, F. I., Cristina Vicol, A., Botu, M., Andrei Raica, P., Vahdati, K., and Pamfila, D. 2013.** Relationships of walnut cultivars in a germplasm collection: Comparative analysis of phenotypic and molecular data. Scientia Horticulturae 153: 124- 135.
- Rezaei, R., Hasani, G., Hassani, D., and Vahdati, K. 2008.** Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz-Orumia. Journal of Horticultural Science and Technology 9: 205-214 (in Persian).
- Sarikhani Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2012.** Identification and selection of twelve walnut superior and promising genotypes in Fars province, Iran. Seed and Plant Improvement Journal 28-1: 277-296 (in Persian).
- Sarikhani Khorami, S., Arzani, K., and Roozban, M. R. 2014.** Correlation of certain high- heritability horticultural traits in Persian walnut (*Juglans regia* L.). Acta Horticulturae 1050: 61-68.
- Sharma, A. K., and Das, B. 2003.** Genetic variation study on nut and kernel characters of walnut seedlings. Progressive Horticulture 35: 11-13.
- Sharma, O. C., and Sharma, S. D. 2001.** Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. Scientia Horticulturae 88: 163-171.
- Sharma, R. M., Kour, K., Singh, B., Yadav, S., Kotwal, N., Rana, J. C., and Anand, R. 2014.** Selection and characterization of elite walnut (*Juglans regia* L.) clone from seedling origin trees in North Western Himalayan region of India. Australian Journal of Crop Science 8: 257-262.
- Sharma, S. D., and Sharma, O. C. 1998.** Studies on the variability in nuts of seedlings walnut (*Juglans regia* L.) in relation to the tree age. Fruit Varieties Journal 52: 20-23.
- Solar, A., Ivancic, A., Stampar, F., and Hudina, M. 2002.** Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Solvenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. Genetic Resources and Crop Evolution 49(5): 191-501.

- Solar, A., and Stampar, F. 2004.** Evaluation of some perspective walnut genotype in Slovenia. *Acta Horticulturae* 705: 131-136.
- Wunsch, A., and Hormaza, J. I. 2002.** Cultivar identification and genetic fingerprinting of temperate fruit tree species using DNA markers. *Euphytica* 125: 59-67.
- Yazdi Samadi, B., Peyghambari, S. A., and Majnoon Hosseyni, N. 2004.** Evaluation of genetic variation in 90 lentil (*Lens culinaris* M.) genotypes in Karaj region. *Iranian Journal of Agricultural Science* 35: 595-601 (in Persian).
- Zeneli, G., Kola, H., and Dida, M. 2005.** Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia Horticulturae* 105: 91-100.