

مقایسه خصوصیات و عملکرد میوه برخی ژنوتیپ‌های انتخابی گردوی ایرانی (*Juglans regia L.*) با ارقام خارجی

Comparison of Nut Characteristics and Yield of some Selected Persian Walnut (*Juglans regia L.*) Genotypes with Foreign Cultivars

راضیه محمودی^۱، داراب حسنی^۲، محمد اسماعیل امیری^۳ و محمد جعفر آقایی^۴

۱ و ۳- به ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه زنجان
۲ و ۴- به ترتیب دانشیار و استادیار، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۶/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۱۲/۱

چکیده

محمودی، ر.، حسنی، د.، امیری، م.ا. و جعفر آقایی، م. ۱۳۹۳. مقایسه خصوصیات و عملکرد میوه برخی ژنوتیپ‌های انتخابی گردوی ایرانی (*Juglans regia L.*) با ارقام خارجی. مجله به‌نژادی نهال و بذر ۱-۳۰: ۴۵۶-۴۴۱.

توسعه سطح زیر کشت گردو در سال‌های اخیر با استفاده از نهال‌های بذری انجام شده و این مسئله غیر یکنواختی زیادی در عملکرد و کیفیت میوه در باغ‌های احداث شده به وجود آورده است. با توجه به اهمیت معرفی ارقام جدید در گردو، در این بررسی ۲۱ ژنوتیپ انتخابی داخلی به دلیل باردهی منظم و عملکرد بالا و تحمل به سرمای بهار انتخاب و با سه رقم خارجی هارتلی، چندلر و پدرو و دو رقم گرده‌دهنده فرانکت و روند د مونتیگانک به عنوان شاهد در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ مورد ارزیابی و مقایسه قرار گرفتند. وزن میوه در ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی از حداقل ۷ گرم در رقم روند د مونتیگانک تا ۱۳/۶ گرم در ژنوتیپ H2/11 متغیر بود. از نظر وزن مغز نیز تغییرات از ۳/۱۷ گرم در روند د مونتیگانک تا ۷/۲۲ گرم در ژنوتیپ H2/11 بود. درصد مغز بین ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی بسیار متفاوت و از حداقل ۴۱/۵ درصد در رقم پدرو تا ۵۸/۴۵ درصد در H2/12 متغیر بود. بیشترین عملکرد مغز مربوط به ژنوتیپ H2/12 با ۳۱۳۳ کیلوگرم در هکتار و بیشترین عملکرد میوه هم مربوط به همین ژنوتیپ با ۵۳۶۹ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به ارقام خارجی از عملکرد بیشتری برخوردار بود. بر اساس نتایج به دست آمده پنج ژنوتیپ H2/12، H2/1، B10، H1/7 و H1/1 که وزن میوه بالاتر از ۱۰ گرم، درصد مغز بالاتر از ۴۵ درصد و ضخامت پوست چوبی کمتر از ۱/۵ میلی‌متر داشتند، به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش گردو انتخاب و برای بررسی سازگاری در مناطق مختلف کشور در نظر گرفته شدند.

واژه‌های کلیدی: گردو، مقاومت به سرما، زمان برگ‌دهی، وزن میوه، وزن مغز.

مقدمه

در جنس گردو (*Juglans*) حدود ۲۱ گونه شناسایی شده است که در آسیای مرکزی، شرقی، خاورمیانه، دامنه کوه‌های کارپاتیان لهستان در جنوب شرقی اروپا، دامنه کوه‌های همیالیا، شمال آفریقا، یونان و برخی ایالت‌های آمریکا پراکنده اند (Ramos, 1998). در بین گونه‌های مختلف این درخت، گونه گردوی ایرانی دارای بیشترین ارزش تجاری و اقتصادی است. گردو در باغبانی به خاطر میوه، در جنگل کاری برای چوب با ارزش آن، در دارو سازی به عنوان یک گیاه دارویی و در احداث پارک‌ها به عنوان یک گیاه زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس آمار سازمان خواربار جهانی (FAO) در سال ۲۰۱۱، سطح زیر کشت گردو در ایران ۶۴ هزار هکتار و سطح زیر کشت جهانی حدود ۹۶۵ هزار هکتار گزارش شده است. بر اساس این آمار ایران حدود ۷ درصد سطح زیر کشت جهانی را داشته و پس از کشورهای چین، و آمریکا و ترکیه، چهارمین کشور به شمار می‌رود. با وجود این، سهم ایران از صادرات جهانی گردو، بسیار ناچیز و کمتر از ۱ درصد است (Anonymous, 2011). با توجه به این که در گذشته باغ‌های گردو در ایران با استفاده بذر تکثیر شده‌اند، بنابراین میوه‌هائی با ویژگی‌های ناهمگن تولید شده است که این امر باعث شده کشور ما علی‌رغم این که سومین تولید کننده بزرگ دنیا است اما جایگاهی از نظر صادرات نداشته باشد، بنابراین افزایش کمیت و

کیفیت محصول به منظور دست یابی به بازارهای جهانی جزو اهداف اصلاح درختان گردو در ایران است. در میان ژنوتیپ‌های پراکنده در سطح کشور، گاه نمونه‌های کم نظیر و دارای صفات بسیار با ارزش به چشم می‌خورد که شناسایی این ژنوتیپ‌ها و مطالعه خصوصیات فیزیولوژیکی و پومولوژیکی آن‌ها می‌تواند به معرفی ژنوتیپ‌های برتر و جدید و تولید ارقامی با صفات عملکردی بالا و دارای مقاومت خوب نسبت به تنش‌های محیطی کمک کند (Hassani, 2011). تنوع زیادی در خصوصیات فولوژیکی و میوه درختان گردو در مناطق مختلف کشور گزارش شده است. در یک بررسی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک، ۱۳۸ ژنوتیپ گردو از تویسرکان و چهار کلکسیون کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد از نظر شانزده صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۴۳ و ۴۴ تویسرکان و دو ژنوتیپ مشهد به ترتیب با نام‌های $K_{21/1}$ و $K_{21/2}$ وجود داشت. درصد مغز و متوسط وزن مغز تک میوه در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب، ۶۴-۲۴ درصد و $۱۴/۱ - ۱/۴۲$ گرم گزارش شد (Haghjooyan *et al.*, 2005). ارزانی و همکاران (Arzani *et al.*, 2008) نیز به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت استان یزد، ۵۸ ژنوتیپ را پس از غربال‌گری بر اساس وزن مغز و عدم تظاهر علائم بلایت، مورد مطالعه قرار دادند. دامنه

اصلاح گردو با هدف معرفی ارقام جدید، در موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر از سال ۱۳۶۲ آغاز شد (Atefi, 2001). گزینش و ارزیابی ژنوتیپ‌های مطلوب با انتخاب حدود ۵۰ ژنوتیپ برتر در سه فاز مختلف در طی دهه ۱۳۸۰ ادامه یافت و از میان ژنوتیپ هفت ژنوتیپ برتر فاز اول، ارقام جمال و دماوند در سال ۱۳۸۸ به عنوان اولین ارقام گردوی کشور معرفی شدند (Hassani et al., 2013)؛ ارزیابی ژنوتیپ‌های امید بخش فازهای دوم و سوم نیز در سال‌های اخیر ادامه یافت. در این تحقیق خصوصیات ۲۱ ژنوتیپ نسبتاً دیربرگه انتخابی فاز دوم طی دو سال مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر، بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر واقع در کرج انجام شد. این ایستگاه در عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۰ درجه و ۵۱ دقیقه شرقی قرار دارد و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۶۱ متر است. در اثر سرمازدگی که در ۲۹ اسفند ۱۳۸۸ و اول و دوم فروردین ۱۳۸۹ اتفاق افتاد، دما تا حدود ۴- درجه سانتی‌گراد کاهش یافت و خسارت زیادی به ژنوتیپ‌های گردو وارد کرد. در این بررسی از بین ۳۰۰ ژنوتیپ که در کرت‌های گزینش (Selection Plots) در مرحله ارزیابی

تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم، ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد و ۱/۴-۰/۴ میلی‌متر بود و ژنوتیپ‌های AA₃₃، AA₃₅، AA₁₁₅، AA₁₁₀ و AA₁₅₀ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت شناسایی شدند.

تحقیقات متعددی نیز در نقاط مختلف دنیا، به منظور ارزیابی مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو انجام شده است. مطالعات انجام شده روی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه آنتالیای ترکیه نشان داد که در ژنوتیپ‌های برتر وزن میوه ضخامت پوست سخت ۱۷/۰۴-۱۰/۳۸ گرم، وزن مغز ۷/۸۸-۵/۸۵ گرم، ضخامت پوست سخت ۱/۷۵-۰/۸۶ میلی‌متر و درصد مغز ۸۹/۲۷-۴۵/۰۹ درصد بود (Yarilgac et al., 2001). نتایج تحقیقات انجام شده روی ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو در منطقه هیمالچال پرادش هندوستان نیز نشان داد که وزن میوه و مغز به ترتیب ۲۰/۵۵-۶/۴ و ۷/۱-۱/۵ گرم و درصد مغز ۶۲/۵-۱۲ درصد بود (Sharma and Sharma, 2001b).

در حال حاضر دیربرگدهی، زودرسی، عملکرد بالا و کیفیت محصول از اهداف مهم در برنامه‌های به‌نژادی گردو به شمار می‌رود (Ramos, 1998). ظهور دیرتر برگ‌ها در فصل بهار (حتی برای چند روز) می‌تواند نقش به‌سزایی در کاهش خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره داشته باشد (Akca and Ozongun, 2004).

نسبت به این رقم تعیین شد. تاریخ برگدهی زمانی در نظر گرفته شد که فلس‌های بیش از ۵۰ درصد جوانه‌های انتهایی باز شده و سبزی برگ داخل آن‌ها قابل رویت بود (Anonymous, 1994). در این مطالعه، تاریخ‌های آزاد شدن دانه‌گرده و پذیرش آن توسط گل ماده نیز بر اساس توصیف نامه IPGRI یادداشت‌برداری شد. بدین منظور زمان شروع پذیرش مادگی زمانی در نظر گرفته شد که دو لب کلاله در اولین گل‌های باز شده نسبت به یک‌دیگر، شکل V گرفتند زمان خاتمه پذیرش مادگی زمانی در نظر گرفته شد که کلاله در آخرین گل‌های باز شده خشک و به رنگ تیره درآمده بود (Anonymous, 1994). تاریخ رسیدن میوه زمانی در نظر گرفته شد که رنگ پوست سخت میوه تبدیل به قهوه‌ای شد. تاریخ برداشت میوه زمان شکاف خوردن پوست سبز منظور شد (Szentivanyi and Szucs, 2001). برداشت از هر درخت به طور جداگانه انجام شد و پس از جداسازی پوست سبز آن‌ها، میوه‌ها به مدت یک ماه در دمای اتاق در سایه نگهداری و خشک شدند تا این که رطوبت آن‌ها به زیر ۸ درصد رسید (Zeneli et al., 2005). به منظور بررسی صفات پومولوژیکی، از هر ژنوتیپ و رقم پانزده میوه به طور تصادفی انتخاب شد (Akca and Ozongun, 2004). وزن میوه و مغز به کمک ترازوی دیجیتالی با دقت صدم گرم اندازه‌گیری شد. از نسبت وزن مغز به میوه،

بودند، ۲۱ ژنوتیپ که به دلیل دیربرگدهی نسبت به سرمای دیررس بهاره تحمل نشان دادند برای بررسی و ارزیابی خصوصیات میوه و عملکرد مورد استفاده قرار گرفتند ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سال ۱۳۷۶ کاشته شده بودند. سه رقم اصلی خارجی هارتلی (Hartley)، چندلر (Chandler) و پدرو (Pedro) و دو رقم گرده‌دهنده فرانکت (Franquette) و روند د مونتیکناک (Rond de Montignac) به عنوان ارقام شاهد در نظر گرفته شدند. صفات فنولوژیک (تاریخ برگدهی، تاریخ آزاد شدن اولین و آخرین دانه‌گرده، تاریخ آغاز و پایان پذیرش دانه‌گرده توسط مادگی، تاریخ برداشت) و پومولوژیک (وزن میوه و مغز، درصد مغز، ضخامت، عرض و طول میوه، شاخص شکل، ضخامت پوست، سهولت جدا شدن مغز از دانه و رنگ مغز) بر اساس توصیف‌نامه IPGRI و UPOV (International Union for the Protection of New Varieties of Plant) مورد ارزیابی قرار گرفتند (Anonymous, 1999). (Anonymous, 1994).

صفات فنولوژیک به میزان زیادی تحت تاثیر شرایط محیطی هستند. از این رو معمولاً در مقایسه با استاندارد مرجع مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (McGranahan and Forde, 1985). در این بررسی رقم چندلر به عنوان استاندارد مرجع در نظر گرفته شد و برگدهی و گلدهی سایر ژنوتیپ‌ها بر اساس تعداد روز تفاوت

نرم شد و سپس با دستگاه سوکسله روغن‌گیری شد. حلال موجود در روغن استخراج شده با استفاده از آون در خلاء در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد جدا سازی و میزان روغن آن تعیین شد (Hamilton and Rossel, 1987).

داده‌ها در نرم‌افزار Excel وارد و تجزیه آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS و تجزیه کلاستر با استفاده از فاصله اقلیدوسی و روش Ward انجام شد. برای انجام تجزیه به مولفه‌های اصلی، فواصل بین ژنوتیپ‌ها با استفاده از نرم‌افزار GDA محاسبه و نمایش گرافیکی ژنوتیپ‌ها و ارقام خارجی بر اساس دو مولفه اول رسم شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده در بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی، رقم روند د مونتیگناک به ترتیب با ۱۰ و ۱۱ روز تاخیر نسبت به استاندارد مرجع در سال اول و دوم دیر برگده ترین رقم در کلکسیون مورد مطالعه بود. از نظر طول دوره آزاد شدن دانه گرده، ژنوتیپ‌های H1/10، H2/1، C25 و A1 با ۹ روز و رقم روند د مونتیگناک با ۱۵ روز و ژنوتیپ‌های B16، D12 و H2/10 با ۶ روز به ترتیب طولانی‌ترین و کوتاه‌ترین دوره آزاد شدن دانه گرده را در سال ۱۳۸۹ داشتند. اولین آزاد شدن دانه گرده و بیشترین طول دوره آزاد شدن دانه گرده در بین ژنوتیپ‌های منتخب در سال ۱۳۹۰ به ترتیب مربوط به H1/10، H2/1 و

درصد مغز محاسبه شد. شاخص شکل (FI) با قراردادن قطر (W) ضخامت (T) و ارتفاع (H) میوه در فرمول زیر به دست آمد به طوری که شاخص شکل کمتر یا مساوی ۱۱۰ نمایان‌گر شکل کروی، شاخص شکل بین ۱۱۱-۱۲۵ و بزرگ‌تر از ۱۲۵ به ترتیب نمایانگر اشکال میوه تخم مرغی و بیضوی کشیده بودند (Arzani et al., 2008).

$$FI = 200L/W+T$$

برای برآورد تعداد میوه در سطح مقطع تنه، قطر تنه بر حسب سانتی‌متر و در ۳۰ سانتی‌متری بالای سطح خاک اندازه‌گیری شد. شعاع گسترش تاج نیز در چهار جهت جغرافیایی اندازه‌گیری و با استفاده از میانگین آن سطح مقطع تاج و تعداد میوه در سطح مقطع تاج به دست آمد. برای تعیین میزان محصول (عملکرد درخت)، تعداد میوه تولید شده در هر درخت شمارش شد. با استفاده از تعداد میوه تولید شده، تعداد میوه بر سطح مقطع تنه و سطح مقطع تاج تعیین شد. عملکرد مغز و میوه در هکتار از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{عملکرد مغز در هکتار (kg h}^{-1}\text{)} = (\text{تعداد میوه در سطح مقطع تاج} \times \text{وزن مغز} \times 10000) / 1000$$

$$\text{عملکرد میوه در هکتار (kg h}^{-1}\text{)} = (\text{تعداد میوه در سطح مقطع تاج} \times \text{وزن میوه} \times 10000) / 1000$$

تعیین درصد روغن به روش سوکسله انجام شد. مقدار ۱۰ گرم از مغز میوه، کاملاً خرد و

A1 بود. بررسی زمان پذیرش مادگی در
 ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان داد که
 طولانی‌ترین دوره پذیرش مادگی در سال ۱۳۸۹
 مربوط به ژنوتیپ B18، رقم چندلر و فرانکت و
 در سال ۱۳۹۰ مربوط به ژنوتیپ‌های B18 و
 H1/10 بود (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- خصوصیات فنولوژیکی ژنوتیپ‌های منتخب و ارقام خارجی گردو در سال ۱۳۸۹

Table 1. Phenological traits of selected superior walnut genotypes and foreign cultivars in 2010

رقم ژنوتیپ	برگ‌دهی*	شروع دوره ریزش دانه گرده*	پایان دوره ریزش گرده*	طول دوره ریزش گرده	شروع پذیرش گل‌های ماده*	پایان آمادگی گل‌های ماده*	طول دوره پذیرش گل‌های ماده
Cultivar/ genotype	Budbreak*	Start of pollen shedding*	End of pollen shedding*	Pollen shedding period	Start of pistillate flowers receptivity*	End of pistillate flowers receptivity*	Pistillate flowers receptivity period
A1	-5	3	12	9	9	15	6
A14	-7	3	10	7	8	13	5
A9	-5	1	8	7	8	12	4
B10	-6	-2	5	7	5	10	5
B11	-6	-3	5	8	5	11	6
B16	-5	-4	2	6	5	13	8
B18	-7	0	8	8	6	13	7
B19	-4	-1	6	7	8	13	5
B25	-5	3	11	8	9	15	6
B9	-5	-3	4	7	5	10	5
C25	-5	3	12	9	9	14	5
D12	-6	-1	5	6	6	10	4
D14	-7	-2	5	7	6	11	5
E15	-5	-3	5	8	8	13	5
F1	-4	-2	5	7	5	10	5
H1/1	-5	-1	6	7	10	15	5
H1/10	-6	-1	8	9	8	13	5
H1/7	-6	-3	5	8	3	9	6
H1/9	-5	-2	5	7	5	10	5
H2/1	-4	-2	8	10	6	11	5
H2/10	-6	-2	4	6	6	12	6
H2/11	-6	-4	3	7	5	10	5
H2/12	-6	-2	5	7	5	10	5
H2/9	-6	2	9	7	8	12	4
Hartley	0	1	13	12	12	19	7
Pedro	-2	-1	12	13	8	16	8
Franquette	5	6	17	11	15	23	8
Chandler	0	0	9	8	10	16	7
RDMontignac	10	14	29	15	14	20	7

* تعداد روز بعد از برگ‌دهی رقم چندلر و سایر خصوصیات آن به عنوان استاندارد مرجع (۱۳۸۹/۱/۲۰) در نظر گرفته شده است.

*Days after leafing date of Chandler cultivar and its other traits have been considered as reference standard (April 9, 2010).

جدول ۲- خصوصیات فنولوژیکی ژنوتیپ‌های منتخب و ارقام خارجی گردو در سال ۱۳۹۰
Table 2. Phenological traits of selected superior walnut genotypes and foreign cultivars in 2011

رقم ژنوتیپ	برگ‌دهی*	شروع دوره ریزش دانه گرده*	پایان دوره ریزش گرده*	طول دوره ریزش گرده	شروع پذیرش گل‌های ماده*	پایان آمادگی گل‌های ماده*	طول دوره پذیرش گل‌های ماده
Cultivar/ genotype	Budbreak*	Start of pollen shedding*	End of pollen shedding*	Pollen shedding period	Start of pistillate flowers receptivity*	End of pistillate flowers receptivity*	Pistillate flowers receptivity period
A1	-4	-4	5	9	6	10	4
A14	-6	-4	3	7	5	9	4
A9	-6	-4	3	7	7	11	4
B10	-3	-3	4	7	5	10	5
B11	-5	-3	4	7	4	10	6
B16	-9	-6	1	7	5	10	5
B18	-9	-6	2	8	4	9	5
B19	-2	-1	6	7	5	9	4
B25	-3	6	10	4	4	8	4
B9	-5	-3	3	6	7	11	4
C25	-9	-2	4	6	4	8	4
D12	-3	-2	6	8	5	9	4
D14	-5	-2	4	6	1	6	5
E15	-7	-3	4	7	3	8	5
F1	-7	-5	4	9	-2	4	6
H1/1	-8	-5	1	6	8	12	4
H1/10	-9	-6	2	8	1	6	5
H1/7	-10	-7	2	9	5	9	4
H1/9	-9	-6	1	7	6	11	5
H2/1	-7	-4	2	6	7	11	4
H2/10	-8	-1	6	7	2	6	4
H2/11	1	3	9	6	-1	3	4
H2/12	0	1	8	7	13	17	4
H2/9	6	7	16	9	13	17	4
Hartley	0	1	9	8	13	17	4
Pedro	11	15	26	11	13	17	4
Franquette	-4	-4	5	9	6	10	4
Chandler	-6	-4	3	7	5	9	4
RDMontignac	-6	-4	3	7	7	11	4

* تعداد روز بعد از برگ‌دهی رقم چاندلر و سایر خصوصیات آن به عنوان استاندارد مرجع (۱۳۸۹/۱/۲۰) در نظر گرفته شده است.

*Days after leafing date of Chandler cultivar and its other traits have been considered as reference standard (April 9, 2010).

این رو، بهترین ارقام گردو از نظر
گرده‌افشانی آن‌ها هستند که هم‌گام باشند
(Forde and McGranahan, 1996). در این
پژوهش ژنوتیپ‌های B18 و B25 هم‌گام

عادت گل‌دهی درختان گردو به دلیل
هم‌پوشانی گرده‌افشانی با دوره پذیرش گل‌های
ماده اهمیت ویژه‌ای در مدیریت گرده افشانی
باغ‌های گردو دارد (Rezai et al., 2008). از

بودند. همچنین در بین ژنوتیپ‌های نا هم‌رس، پدیده پروتاندری غالب بود که این نتیجه با یافته‌های رضایی و همکاران (Rezai *et al.*, 2008) و پارسا و همکاران (Parsa *et al.*, 2001) به ترتیب در ارومیه و خلخال مطابقت داشت.

آمار توصیفی صفات مربوط به میوه و مغز در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود دامنه تغییرات وزن مغز بین ۳ گرم تا ۷/۲۲ گرم، درصد مغز بین ۳۵/۶۷ تا ۵۸/۴۵ درصد و درصد چربی بین ۵۹/۶۲ تا ۷۱/۷۵ درصد برآورد شد.

جدول ۳- میانگین، حداقل، حداکثر و اشتباه استاندارد میانگین خصوصیات میوه و مغز ارقام و ژنوتسپ‌های گردو

Table 3. Mean, minimum, maximum and standard error of nut and kernel characters of walnut genotypes and cultivars

Characteristics	صفات	تعداد نمونه Number of samples	دامنه Range	حداقل Minimum	حداکثر Maximun	میانگین Mean	اشتباه استاندارد ± Standard error of mean
Nut thickness (mm)	ضخامت میوه	21	9.06	27.56	36.61	31.30	2.360
Nut width (mm)	عرض میوه	21	10.11	26.00	36.11	30.59	2.204
Nut height (mm)	ارتفاع میوه	21	11.55	29.43	40.98	35.25	2.821
Form index	شاخص گردی میوه	21	39.35	99.39	138.74	111.37	9.353
Nut weight (g)	وزن میوه	21	6.64	6.95	13.59	10.53	1.825
Kernel weight (g)	وزن مغز	21	4.22	3.00	7.22	5.16	1.246
Kernel ratio (%)	درصد مغز	21	22.78	35.67	58.49	48.49	0.789
Membrane thickness (mm)	ضخامت غشاء جداکننده	21	0.50	0.05	0.55	0.175	0.011
Shel thickness (mm)	ضخامت پوست چوبی	21	0.83	1.18	2.02	1.47	0.221
Oil (%)	درصد چربی	21	12.13	59.62	71.75	67.17	2.633

مطالعه انجام شده روی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه هیمالیا هندوستان، میانگین وزن میوه مغز به ترتیب ۱۲/۵۵ و ۴/۸ گرم و بیشترین درصد مغز ۶۲/۵ درصد گزارش شد (Sharma and Sharma, 2001b). حسنی و همکاران (Hassani *et al.*, 2013) نیز در ارزیابی هفت ژنوتیپ امیدبخش و هشت رقم خارجی، بیشترین و کمترین وزن مغز را به ترتیب ۷/۵۵ و ۳/۲۳ گرم و دامنه وزن میوه را

از مهم‌ترین صفات در برنامه‌های به‌نژادی گردو، صفات میوه هستند. این صفات کمتر تحت تاثیر شرایط محیطی و سن درخت قرار می‌گیرند (Sharma and Sharma, 1998). در ژنوتیپ‌های مورد بررسی میانگین وزن میوه بین ۶/۹۵ تا ۱۳/۶ متغیر بود. بیشترین وزن میوه و وزن مغز مربوط به ژنوتیپ H2/11 به ترتیب با ۱۳/۶ گرم و ۷/۲ گرم بود. بیشترین درصد مغز مربوط به ژنوتیپ H2/12 با ۵۸/۴ درصد بود. در

بررسی در ترکیه را ۶۲/۸۴ گزارش کرد. علاوه بر اختلافات ژنتیکی مربوط به ارقام، فاکتورهای دیگری نیز می‌توانند در مقدار روغن تاثیر گذار باشد که از آن جمله می‌توان به محل جغرافیایی و اثر اقلیم، میزان بلوغ میوه، نحوه برداشت و نگهداری آن‌ها اشاره کرد (Ozcan, 2009).

از نظر ضخامت پوست چوبی، کمترین و بیشترین ضخامت پوست به ترتیب در ژنوتیپ D14 (۱/۱۸ میلی‌متر) و ژنوتیپ B10 (۲/۰۲ میلی‌متر) مشاهده شد. میانگین ضخامت پوسته چوبی در این ارزیابی ۱/۴۷ به دست آمد. شارما و شارما (Sharma and Sharma, 2001a,b) در مطالعه خود ضخامت پوسته را بین ۰/۶۰ تا ۲/۶۰ میلی‌متر گزارش کردند.

رنگ مغز روشن یکی از مهم‌ترین ویژگی‌ها در تعیین کیفیت گردو است. گرچه این صفت از عوامل محیطی تاثیر می‌پذیرد ولی اثر رقم نیز در آن قابل توجه است و میزان روشنایی رنگ در ارقام مختلف متفاوت است. در یک تحقیق روی ارقام و ژنوتیپ‌های برتر ترکیه درصد مغز روشن بین ۲۸/۱۵ تا ۴۱/۶۱ درصد متغیر بود (Bayazit and Sümbül, 2012). از نظر رنگ مغز ژنوتیپ‌ها در چهار گروه کهربایی، کهربایی روشن، روشن و خیلی روشن قرار گرفتند. حدود ۵۳/۸۵ درصد ژنوتیپ‌ها رنگ مغز کهربایی، ۲۶/۹۲ درصد رنگ مغز کهربایی روشن و ۱۹/۲۳ درصد رنگ مغز روشن داشتند. ژنوتیپ‌های H2/12، B9 و B10 ارقام چندلر و

۷/۴۷-۱۳/۶۲ گرم گزارش کردند. در یک مطالعه انجام شده روی ۵۵ ژنوتیپ بومی در کشور مراکش، دامنه وزن میوه بین ۷/۵ تا ۱۱/۲ گرم گزارش شد (Lansari et al., 2001). گزارش شده است که وزن مطلوب میوه و مغز به ترتیب بین ۱۰ تا ۱۸ گرم و ۶ تا ۱۰ گرم و درصد مغز باید حداقل ۵۰ درصد باشد (McGranahan and Leslie, 1990). در این مطالعه ژنوتیپ‌های B16، B19، B25، C25، B10، H2/1 و H2/11 از نظر وزن میوه و مغز در محدوده ذکر شده بودند (جدول ۴). در برنامه‌های به‌نژادی، ژنوتیپ‌های با درصد مغز بین ۴۸ تا ۵۰ درصد مطلوب هستند (McGranahan and leslie 1990). در این پژوهش ژنوتیپ‌های H1/1، H1/7، B25، B16 و H2/9 در این دامنه قرار گرفتند درصد مغز ژنوتیپ‌های A1، B11، B19، B9، C25، F1، H1/1، H1/9، H2/11 و H2/12 بیشتر از ۵۰ درصد بود (جدول ۴). نتایج به دست آمده با نتایج عاطفی (Atefi, 1997)، و حسنی و همکاران (Hassani et al., 2011) مطابقت داشت.

ژنوتیپ H1/1 با ۷۱/۷۵ بیشترین و ژنوتیپ D14 با مقدار ۵۹/۶۲ کمترین میانگین درصد روغن را داشتند. شارما و شارما (Sharma and Sharma, 2001a) روغن را بین ۶۵/۶۶ تا ۷۵/۵ درصد گزارش کردند. کاگلاریرماک (Caglarirmak, 2003) میانگین درصد روغن بین ژنوتیپ‌های مورد

جدول ۴- میانگین صفات میوه و مغز (\pm اشتباه استاندارد میانگین) ارقام و ژنوتیپ‌های گردو
Table 4. Mean of nut and kernel (\pm standard error of mean) traits of walnut cultivars and genotypes

رقم ژنوتیپ	شاخص شکل	وزن میوه	وزن مغز	درصد مغز	ضخامت پوست	درصد چربی
Cultivar/genotype	Form index	Nut weight (g)	Kernel weight (g)	Kernel percentage (%)	Shell thickness (mm)	Oil percentage (%)
A1	107.2 ± 1.12	11.4 ± 0.515	6.31 ± 0.363	55.3 ± 2.61	1.55 ± 0.49	68.8 ± 0.033
B10	109.6 ± 1.19	12.8 ± 0.525	5.70 ± 0.210	44.8 ± 0.97	2.02 ± 0.638	67.7 ± 0.515
B11	111.1 ± 1.13	9.9 ± 0.450	5.09 ± 0.321	51.1 ± 1.52	1.32 ± 0.418	68.4 ± 0.163
B16	123.4 ± 1.02	12.5 ± 0.363	6.16 ± 0.204	49.4 ± 0.80	1.58 ± 0.500	66.7 ± 0.351
B18	110.9 ± 2.33	11.4 ± 0.455	5.18 ± 0.228	45.6 ± 0.90	1.55 ± 0.489	65.6 ± 0.389
B19	103.2 ± 0.88	12.3 ± 1.171	6.53 ± 0.939	53.2 ± 8.13	1.22 ± 0.387	66.1 ± 0.261
B25	117.4 ± 1.17	13.2 ± 0.419	6.43 ± 0.326	48.8 ± 2.24	1.54 ± 0.487	65.8 ± 0.124
B9	138.7 ± 1.40	10.6 ± 0.181	6.07 ± 0.182	57.3 ± 1.10	1.23 ± 0.389	68.0 ± 0.259
C25	117.5 ± 2.41	12.4 ± 0.566	6.66 ± 0.493	53.1 ± 2.37	1.57 ± 0.496	66.6 ± 0.206
D12	115.8 ± 1.12	8.4 ± 0.359	3.00 ± 0.180	35.7 ± 1.57	2.00 ± 0.632	66.5 ± 0.247
D14	104.7 ± 1.30	8.1 ± 0.331	3.76 ± 0.216	46.6 ± 1.61	1.18 ± 0.375	59.6 ± 0.257
E15	126.6 ± 1.96	10.9 ± 0.520	4.84 ± 0.348	44.0 ± 1.59	1.53 ± 0.484	60.5 ± 0.132
F1	108.3 ± 1.23	10.0 ± 0.213	5.43 ± 0.168	54.5 ± 1.18	1.32 ± 0.417	68.7 ± 0.081
H1/1	117.3 ± 2.07	10.1 ± 0.300	5.16 ± 0.242	50.9 ± 1.89	1.45 ± 0.459	71.7 ± 0.214
H1/7	130.2 ± 1.47	11.0 ± 0.286	5.18 ± 0.145	47.3 ± 1.24	1.61 ± 0.508	66.6 ± 0.136
H1/9	108.8 ± 1.64	10.8 ± 0.336	6.20 ± 0.265	57.3 ± 1.30	1.23 ± 0.390	67.3 ± 0.170
H1/10	115.2 ± 2.08	11.1 ± 0.419	5.28 ± 0.275	47.6 ± 1.39	1.73 ± 0.548	66.9 ± 0.192
H2/1	120.7 ± 2.39	11.9 ± 0.360	5.07 ± 0.249	42.5 ± 1.01	1.72 ± 0.543	68.8 ± 0.107
H2/9	102.7 ± 0.89	10.8 ± 0.467	5.44 ± 0.343	50.0 ± 1.84	1.25 ± 0.396	69.0 ± 0.085
H2/11	106.9 ± 1.85	13.6 ± 0.195	7.22 ± 0.301	53.1 ± 2.04	1.39 ± 0.439	68.3 ± 0.222
H2/12	99.4 ± 1.12	11.2 ± 0.413	6.52 ± 0.264	58.4 ± 1.62	1.30 ± 0.411	71.6 ± 0.279
Hartley	119.6 ± 1.65	8.2 ± 0.383	3.43 ± 0.197	41.6 ± 1.50	1.55 ± 0.490	67.4 ± 0.601
Pedro	116.1 ± 1.60	8.6 ± 0.480	3.60 ± 0.267	41.5 ± 1.49	1.40 ± 0.443	64.9 ± 0.829
Franquette	122.7 ± 3.79	8.2 ± 0.328	3.51 ± 0.223	42.5 ± 1.55	1.50 ± 0.475	67.6 ± 0.309
Rond de Montignac	102.8 ± 2.25	7.0 ± 0.349	3.17 ± 0.200	45.6 ± 1.73	1.20 ± 0.379	68.4 ± 0.364
Chandler	116.8 ± 1.57	7.7 ± 0.324	3.32 ± 0.203	42.8 ± 1.57	1.28 ± 0.404	69.1 ± 0.351

راحتی از میوه جدا شود و رنگ روشن داشته باشند (McGranahan and Forde, 1985)؛ بالاترین شاخص شکل میوه مربوط به ژنوتیپ‌های B9 با شاخص ۱۳۸/۷۴ و H1/7 با شاخص ۱۳۰/۲۴ یا بیضی کشیده و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ H2/12 با شاخص ۹۹/۳۹ یا کروی بود (جدول ۵). در

هارتلی مغز روشن داشتند (جدول ۵). از نظر نحوه جدا شدن مغز از پوسته سخت در ژنوتیپ‌های انتخابی، در ۳۴/۶ درصد ژنوتیپ‌ها، جدا شدن مغز از پوسته خیلی آسان، در ۶۱/۵ درصد ژنوتیپ‌ها آسان و در ۳/۸ درصد متوسط بودند. به طور کلی ژنوتیپ‌های مطلوب آن‌هایی هستند که مغز به

جدول ۵- عملکرد و خصوصیات کمی و کیفی میوه و مغز ارقام و ژنوتیپ‌های گردو
Table 5. Yield, quantitative and qualitative traits of nut and kernel of walnut cultivars and genotypes

ژنوتیپ/رقم	عملکرد مغز	عملکرد میوه	میانگین تعداد میوه در سطح مقطع تنه	میانگین تعداد میوه در سطح مقطع تاج	رنگ مغز	سهولت جدا شدن مغز**	شروع رسیدن میوه***	زمان برداشت****
Cultivar/genotype	Kernel yield (kg ha ⁻¹)	Nut yield (kg ha ⁻¹)	Crop density per SCA (nut/cm ²)	Crop density per TCS (nut/cm ²)	Kernel color*	Kernel ease of removal**	Start nut ripening***	Harvest****
A1	316	578	0.61	5.0	3	3	-14	0
B10	997	2236	1.42	5.1	2	1	-23	-10
B11	538	1046	0.80	6.1	3	3	-33	-19
B16	413	777	0.72	2.6	4	3	-29	-17
B18	413	905	0.37	8.0	3	3	-27	-15
B19	322	608	0.35	4.9	4	3	-26	-16
B25	399	818	0.36	6.2	4	3	-27	-10
B9	324	566	0.37	5.3	2	3	-36	-14
C25	529	983	0.84	7.9	4	1	-27	-10
D12	114	320	0.24	3.8	4	5	-24	-13
D14	481	1031	0.67	12.8	4	3	-21	-10
E15	575	1299	0.96	11.9	4	3	-31	-17
F1	231	424	0.36	4.3	4	3	-23	-5
H1/1	1798	3529	1.66	34.8	4	3	-20	-2
H1/7	1890	4005	1.87	36.5	4	3	-19	-5
H1/9	682	1187	1.09	11.0	4	3	1	13
H1/10	928	1945	0.50	17.6	3	3	-20	-5
H2/1	2121	4962	3.37	41.9	4	3	-20	-2
H2/9	976	1938	0.70	17.9	4	3	-15	-2
H2/11	1017	1951	2.41	14.1	4	3	-18	-4
H2/12	3133	5369	2.70	48.1	2	1	-20	-5
Hartley	459	1102	1.06	13.4	2	3	-6	4
Pedro	395	954	1.05	11.0	3	1	-18	0
Franquette	263	759	0.91	9.3	4	3	-9	2
Rond de Montignac	227	490	0.78	7.1	3	1	-21	-2
Chandler	454	1058	1.03	13.7	2	1	0	0

*1: Extra Light; 2: Light; 3: Light- Amber; 4: Amber

* ۱: خیلی روشن؛ ۲: روشن؛ ۳: کهربایی روشن؛ ۴: کهربایی

**1: Very easy; 2: Easy; 5: Medium; 7: Difficult

** ۱: خیلی راحت؛ ۲: راحت؛ ۳: متوسط؛ ۵: سخت

*** تعداد روز بعد از شروع رسیدن و زمان برداشت رقم چندلر به عنوان استاندارد مرجع به ترتیب ۱۳۹۰/۰۵/۱۵ و ۱۳۹۰/۰۶/۲۵.

تعداد میوه به سطح مقطع تنه نیز محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. بیشترین تعداد میوه در سطح مقطع تنه در ژنوتیپ H2/1 برابر با ۳/۳۷ میوه به ازای هر سانتی‌متر مربع سطح مقطع تنه بود. از نظر تعداد میوه به سطح مقطع تاج نیز ژنوتیپ H2/12 نسبت به ارقام خارجی و سایر ژنوتیپ‌ها، بیشترین تعداد میوه را با مقدار ۴۸/۱ میوه در متر مربع تاج تولید کرد (جدول ۵).

ژنوتیپ‌های مورد بررسی ۳۸/۴۶ درصد ژنوتیپ‌ها میوه کروی، ۵۰ درصد میوه تخم مرغی، ۱۱/۵۴ درصد میوه بیضی کشیده داشتند. بیشترین عملکرد میوه در هکتار که مربوط به دو ژنوتیپ H2/1 و H2/12 به ترتیب با ۵۳۶۹ و ۴۹۶۲ کیلوگرم در هکتار بود که نسبت به ارقام خارجی دارای عملکرد بیشتری بودند. بیشترین عملکرد مغز در هکتار مربوط به ژنوتیپ H2/12 با مقدار ۳۱۳۳ کیلوگرم و ژنوتیپ H2/1 با مقدار ۲۱۲۱ کیلوگرم بود (جدول ۵).

به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از

شد. ضرایب مربوط به صفات در هر یک از مولفه‌ها در جدول ۶ نشان داده شده است. مولفه اول (PC1) بر صفات ضخامت میوه (۰/۸۷)، عرض میوه (۰/۹۱)، ارتفاع میوه (۰/۶۴)، وزن میوه (۰/۹۰) و وزن مغز (۰/۸۶)، مولفه دوم (PC2) بر ارتفاع میوه (۰/۷۲) و شاخص شکل (۰/۹۵) و مولفه سوم (PC3) بر ضخامت غشا (۰/۸۳) و ضخامت پوسته چوبی (۰/۶۷) تاثیر بیشتری داشتند (جدول ۶).

کلیه صفات از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی و تجزیه کلاستر استفاده شد. تجزیه به مولفه‌های اصلی نشان داد که مولفه اول، دوم و سوم به ترتیب حدود ۴۵، ۱۹ و ۱۶ درصد از واریانس کل را توجیه کردند که نشان دهنده همبستگی بالای صفات با یک‌دیگر و کارایی مطلوب این روش گروه‌بندی چند متغیره بود، بنابراین فقط با استفاده از این سه مولفه حدود ۸۱ درصد از واریانس کل صفات در نظر گرفته شده توجیه

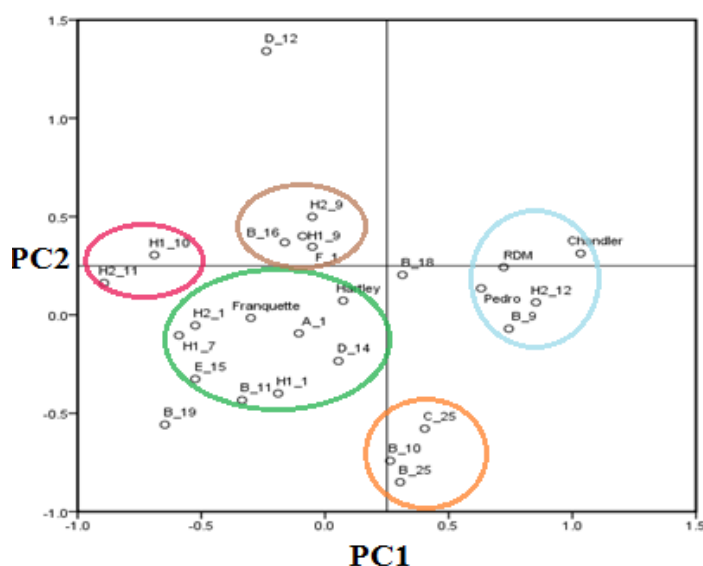
جدول ۶- ضریب مولفه‌های اصلی خصوصیات میوه و مغز ارقام و ژنوتیپ‌های گردو برای هر متغیر (مولفه‌ها در صفات دارای حداکثر ضریب پررنگ هستند)

Table 6. Principal component (PC) coefficients of nut and kernel characters of walnut cultivars and genotypes (For each variable, the highest loading is in bold)

مولفه اصلی			PC1	PC2	PC3
Component	Variables	متغیر			
1	Nut thickness	ضخامت میوه	0.87	-0.28	-0.10
2	Nut width	عرض میوه	0.91	0.04	-0.12
3	Nut height	ارتفاع میوه	0.64	0.72	0.06
4	Form index	شاخص شکل	-0.23	0.95	0.18
5	Nut weight	وزن میوه	0.90	0.12	0.25
6	Kernel weight	وزن مغز	0.86	0.03	0.08
7	Memberane thickness	ضخامت غشا	-0.09	-0.02	0.83
8	Shell thickness	ضخامت پوسته چوبی	0.14	0.21	0.67
	Cumulative variance%	سهم واریانس جمعی	45.25	64.74	80.66
	variance	سهم واریانس	45.25	19.49	15.92

در یک گروه قرار گرفتند. ژنوتیپ‌های H2-1، D-14، B-11، H1-1، B19، A1، E15، H1-7 و A1 ارقام فرانکت و هارتلی در گروه دیگری در کنار یک‌دیگر قرار گرفتند. بر اساس گروه‌بندی فوق ژنوتیپ‌های H2-11 و H1-10

پراکنش ژنوتیپ‌ها بر اساس مولفه اول و دوم در شکل ۱ نشان داده شده است. بر اساس گروه‌بندی انجام شده به نظر می‌رسد ژنوتیپ‌های H2-12 و B-9 شباهت بیشتری به ارقام چندلر، روند د مونتگناک و پدرو دارند و

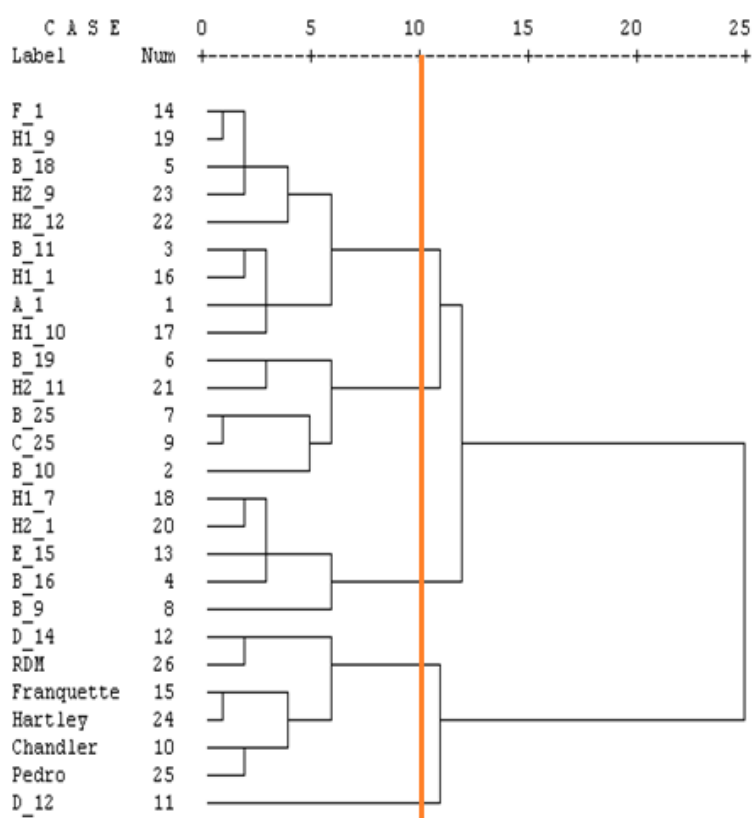


شکل ۱- نمایش گرافیکی ژنوتیپ و ارقام خارجی گردو بر اساس مولفه اول و دوم
 Fig. 1. Score plot of walnut cultivars and genotypes based on the first and second principal components

با توجه به خسارت شدید و معمولاً مداوم سرمایه دیررس بهاره در بسیاری از مناطق کشور استفاده از ژنوتیپ‌های دیر برگده یا نسبتاً دیر برگده با باردهی جانبی و عملکرد بالا همانند ژنوتیپ‌های انتخابی در این پژوهش می‌تواند راه حل بسیار کارآمدی در رفع این مشکل در این مناطق باشد. توصیه می‌شود با توجه به تنوع بسیار مطلوب و بی‌نظیر گردو در کشور، ارزیابی و گزینش در میان این ژرم پلاسما غنی با هدف معرفی ارقام جدید ادامه یابد. تا در آینده ارقام دیگری از میان آنها معرفی شوند.

نیز در یک گروه و ژنوتیپ‌های H1-9، F-1، B-16 و H2-9 نیز شباهت بیشتری به یکدیگر نشان دادند (شکل ۲).

در نهایت از تعداد ۲۱ ژنوتیپ گزینش شده پس از ارزیابی و مقایسه در دو سال در مقایسه با ارقام برتر خارجی ژنوتیپ‌های H2/12، H1/1، H1/7، B10 و H2/1 با توجه به باردهی جانبی بالا و عملکرد بیشتر و همچنین خصوصیات میوه و مغز خوب، به عنوان ژنوتیپ‌های امیدبخش انتخاب و برای ارزیابی سازگاری در سایر مناطق کشور در نظر گرفته شدند.



شکل ۲- گروه بندی ژنوتیپ ها و ارقام گردو با استفاده از تجزیه کلاستر بر اساس خصوصیات میوه و مغز
 Fig. 2. Cluster analysis of walnut genotypes and cultivars based on fruit and kernel characters

References

- Akca, Y., and Ozongun, S. 2004.** Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science* 32 (4): 337-342.
- Anonymous 1994.** Descriptors for Walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Rome, Italy. 51pp.
- Anonymous 1999.** Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability in walnut (*Juglans regia* L.). Union International Pour la Protection des Obtentions Végétales (UPOV). 31 pp.
- Anonymous 2011.** FAO Statistical Yearbook. Agricultural Production. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Available on: <http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>.
- Arzani, K., Mansouri, H., Ardakan., Vezvaei, A., and Roozban, M. R. 2008.**

- Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop Horticultural Science* 36: 159-168.
- Atefi, J. 1997.** Study on phenological and pomological characters on walnut promising clones in Iran. *Acta Horticulturae* 442: 101-108.
- Atefi, J. 2001.** Comparison of some promising Iranian walnut clones and foreign varieties. *Acta Horticulturae* 544: 51-59.
- Bayazit, S., and Sümbül, A. 2012.** Determination of fruit quality and fatty acid composition of Turkish walnut (*Juglans regia*) cultivars and genotypes grown in subtropical climate of eastern Mediterranean region. *International Journal of Agriculture and Biology* 14 (3): 419-424.
- Caglarirmak, N. 2003.** Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). *Food/ Nahrung* 1: 28-32.
- Forde, H. I. 1979.** Walnuts. pp. 439-455. In: Janik, J., and Moore, N. J. (eds.) *Advances in Fruit Breeding* (2nd ed.). West Lafayette, Indiana, Purdue University Press, USA.
- Forde, H. I., and McGranahan, G. H. 1996.** Walnuts. pp. 241-273. In: Janick, J., and Moore, J. N. (eds.) *Fruit Breeding, Volume III: Nuts*. Purdue University Press, USA.
- Haghjooyan, 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).
- Hamilton, R. J., and Rossel, J. B. 1987.** *Analysis of Oils and Fats*. Elsevier Applied Science, The Netherlands.
- Hassani, D. 2011.** Walnut. pp. 187-192. In: **Ganji Moghadam, E. (ed.)**, *Temperate Zone Pomology*. Agricultural Education and Extension Publication, Tehran, Iran (in Persian).
- Hassani, D., Mozafari, M. R., Dehghan Shouraki, Y., Soleimani, A., and Loni, A. 2013.** Vegetative and reproductive traits of some Iranian local and foreign cultivars and genotypes of walnut (*Juglans regia* L.). *Seed and Plant Improvement Journal* 29-1 (4): 839-855 (in Persian).
- Lansari, A., Elhasani, A., Nabil, D., and Germain, E. 2001.** Preliminary results on walnut germplasm evolution in Morocco. *Acta Horticulturae* 422: 33-41.
- McGranahan, G. H., and Forde, H. I. 1985.** Relationship between clone age and selection trait expression in mature walnuts. *Journal of the American Society for*

- Horticultural Science 110: 692–696.
- McGranahan, G. H., and Leslie, C. 1990.** Walnuts (*Juglans*). *Acta Horticulturae* 290: 905-951.
- Ozcan, M.M. 2009.** Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry Chemical Engineering* 28: 1-10 (in Persian).
- Parsa, J., Gregorian, V., Talaei, A., and Khalighi, A. 2001.** Comparative studies on the morpho-biological characteristics of a Persian walnut (*Juglans regia* L.) population for selecting the superior genotypes. *Journal of Horticultural Science and Technology* 4(2): 95-108 (in Persian).
- Ramos, D. E. 1998.** Walnut Production Manual. University of California, USA. 316 pp.
- Rezai, 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(3): 205-214 (in Persian).
- Sharma, S. D., and Sharma, O. C. 1998.** Studies on the variability in nuts of seedling walnut (*Juglans regia* L.) in relation to the tree age. *Fruit Variety Journal* 52: 20-23.
- Sharma, S. D., and Sharma, O. C. 2001a.** Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae* 88: 163-171.
- Sharma, S. H., and Sharma, O.C. 2001b.** Studies on variation in nut and kernel characters and selection of superior walnut seedlings (*Juglans regia* L.) from Garsa and Jogindernagar areas of Himachal Pradesh. *Acta Horticulturae* 544: 47-50.
- Szentiványi, P., and Szücs, E. 2001.** Inheritance of blooming time of walnut, with regard to the property of reproductional autoregulation of species *Acta Horticulturae* 544: 83-88.
- Yarilgac, T., Koyuncu, F., Koyuncu, M.A., Kazankaya, A. و and Sen, S. M. 2001.** Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae* 544: 93-100.
- Zeneli, G., Kola, H., and Dida, M. 2005.** Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia Horticulturae* 105: 91-100.

