

DOI:10.71829/biology-2025-1219553

نوع مقاله: پژوهشی

بررسی تمایز، یکنواختی و پایداری در ژنوتیپ های کاندیدای گردو (*Juglans regia* L.) با هدف ثبت رقماسفندیار حسینی مقدم (نویسنده مسئول)^{۱*}، عبدالرضا کاوند^۲، مظفر دولتشاه^۳ و مهدی شعبان^۴

۱- استادیار، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، Es_hassani@yahoo.com

۲- استادیار، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران، abdolreza.kavand@gmail.com

۳- مربی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی لرستان، لرستان، ایران، mdilatshah@gmail.com

۴- مربی، بخش تحقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی لرستان، لرستان، ایران، Shaaban.mehdi@gmail.com

تاریخ دریافت: مهر ۱۴۰۴ تاریخ پذیرش: آذر ۱۴۰۴

Assessment of the differentiation, uniformity and stability of walnut registration candidate genotypes
 Esfandiar Hassani Moghaddam (Corresponding author)^{1*}, Abdolreza Kavand², Mozafar Dolatshah³ and Mahdi Shaaban⁴

1- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran, Es_hassani@yahoo.com

2- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran, abdolreza.kavand@gmail.com

3- Instructor, Department of Agricultural and Horticultural Sciences, Lorestan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lorestan, Iran, mdilatshah@gmail.com

4- Instructor, Department of Agricultural and Horticultural Sciences, Lorestan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lorestan, Iran, Shaaban.mehdi@gmail.com

Received: October 2025 Accepted: December 2025

Abstract

This study was conducted to investigate the differentiation, uniformity and stability of different walnut genotypes. In this study, five trees from each of the three candidate walnut cultivar registration genotypes, including Nazanin 1, Nazanin 2 and Nazanin 3, were studied with two control walnut cultivars, Chandler and Farnour, available in Alashtar County, Lorestan Province. The results indicated that there was a significant difference between the genotypes and cultivars studied in terms of various characteristics. So that, among the evaluated traits, only two traits, including the lack of persistence of the main petiole and being protander, were the same between the three candidate and control genotypes. The Nazanin 1 genotype is an average leaf-bearing genotype in terms of leaf-bearing time compared to local genotypes and begins leaf-bearing about a week earlier than the Narnin 3 genotype and approximately ten days before the Nazanin 2 genotype. Compared to foreign cultivars, the kernel ratio of this genotype is twice that of Chandler and more than twice that of the Farnour cultivar. The kernel quantity of this genotype is almost equal to the kernel of the Nazanin 2 genotype, and the kernel of this genotype is about two-thirds of the kernel of the Nazanin 3 genotype. Regarding the Nazanin 2 genotype, the fruiting of this genotype is 100% lateral, meaning that all its lateral and terminal buds are loaded. Considering the characteristics mentioned, this genotype can yield up to three times as much fruit as foreign varieties such as Chandler. Regarding the characteristics of the Nazanin 3 genotype, it had larger hazelnuts than the other two genotypes.

Keywords: Differentiation, Dried Fruit, Morphological Traits, Pomological Traits, Walnut

Iranian Journal of Plant & Biotechnology
 Autum 2025, Vol 20, No 3, Pp 64-81

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تمایز، یکنواختی و پایداری ژنوتیپ های مختلف گردو انجام شد. در این تحقیق پنج درخت از هر یک از سه ژنوتیپ کاندیدای ثبت رقم گردو شامل نازنین ۱، نازنین ۲ و نازنین ۳ با دو رقم گردوی شاهد چندلر و فرنور موجود در شهرستان الشتر استان لرستان مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها و ارقام مورد بررسی از لحاظ ویژگی های مختلف بود. به طوری که، از میان صفات ارزیابی شده، تنها دو صفت شامل دوام نداشتن دمبرگ اصلی و پروتاندرا بودن بین سه ژنوتیپ کاندید و شاهد یکسان بود. ژنوتیپ نازنین ۱ به لحاظ زمان برگ دهی در مقایسه با ژنوتیپ های محلی متوسط برگ دهه می باشد و حدود یک هفته زودتر از ژنوتیپ نازنین ۳ و تقریباً ده روز قبل از ژنوتیپ نازنین ۲ شروع به برگ دهی می کند. در مقایسه با ارقام خارجی نسبت مغز این ژنوتیپ، دو برابر چندلر و بیشتر از دو برابر مغز رقم فرنور می باشد. مقدار مغز این ژنوتیپ تقریباً برابر با مغز ژنوتیپ نازنین ۲ می باشد و مغز این ژنوتیپ حدوداً دو سوم مغز نازنین ۳ می باشد. در خصوص ژنوتیپ نازنین ۲ میوه دهی این ژنوتیپ صد درصد جانبی می باشد، یعنی تمام جوانه های جانبی و انتهایی آن دارای بار می باشد. با توجه به خصوصیات که ذکر شد این ژنوتیپ به لحاظ عملکرد می تواند تا سه برابر ارقام خارجی مثل چندلر باردهی داشته باشد. در خصوص ویژگی های ژنوتیپ نازنین ۳ دارای فندقه بزرگتر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بود.

کلمات کلیدی: تمایز، صفات پومولوژیکی، صفات مورفولوژیکی، گردو، میوه خشک

فصلنامه گیاه و زیست فناوری ایران

پاییز ۱۴۰۴، دوره ۲۰، شماره ۳، صص ۶۴-۸۱

مقدمه و کلیات

جنس گردو (*Juglans L.*) دارای ۲۱ گونه در جهان است که همگی خوراکی‌اند (Salehi Shanjani et al., 2022). گردوی ایرانی از مهمترین گونه‌هایی است که به دلیل کیفیت خوب میوه و چوب، ارزش اقتصادی زیادی در اروپا، آسیا و شمال آمریکا دارد (Salehi Shanjani et al., 2022). گردو محصولی است که در دنیا در سال‌های اخیر به دلیل ارزش غذایی فوق‌العاده بالا از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشد و گرد و همچنین به دلیل تکثیر زایشی و دگرگرده‌افشانی دارای تنوع زیادی در ویژگی‌های ژنتیکی است (Shah et al., 2018). کشور ایران یکی از مراکز اصلی پیدایش و پراکنش گردو در جهان است که با توجه به وجود ژرم پلاسما غنی آن در باغ‌های سنتی، ارزیابی مورفولوژیک، پومولوژیک، بیوشیمیایی، سیتولوژیک و مولکولی درختان گردو موجود در این باغ‌ها و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر، به عنوان اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی گردو، نقش بسزایی در بهبود صنعت گردوکاری در سالیان آتی خواهد داشت. سطح زیر کشت بارور باغات گردوی کشور حدود ۱۷۴۴۱۸ هکتار می‌باشد که از این میزان حدود ۱۶۳۰۱۵ هکتار آن بارور می‌باشد میزان تولید باغات گردوی کشور سالانه بالغ بر ۲۹۲ هزار تن محصول گردو برداشت می‌شود. استان‌های همدان، کرمان، آذربایجان غربی و لرستان به ترتیب بیشترین سطح زیر کشت گردو کشور را به خود اختصاص داده‌اند (Iranian Agriculture Statistic, 2024). با این حال در ایران با وجود تنوع زیاد ژنتیکی گردو به علت انجام نگرفتن آزمون‌های

کافی، هنوز رقم ویژه‌ای از گردو ثبت نشده و تنها براساس منشأ اکوتیپ‌ها شامل همدانی، قزوینی و البرزی یا براساس کیفیت میوه، نامهایی مانند کاغذی، نوک‌کلاغی و سنگی برای گردوهای مختلف انتخاب شده است (Ebrahimi et al., 2021). با توجه به ژرم‌پلاسما غنی و متنوع گردو در کشور، اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی گردو شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر است (Davoodi et al., 2020). از روش‌های متنوعی جهت بررسی تنوع ژنتیکی و تعیین روابط ژنتیکی بین و درون جمعیت‌های گیاهی استفاده می‌شود. استفاده از نشانگرهای مولکولی و بررسی خصوصیات مورفولوژیکی از جمله روش‌های مناسب جهت بررسی ژرم پلاسما‌های گردو در سراسر جهان است (Dogan et al., 2014). خصوصیات مورفولوژیکی نیز از دیگر روش‌ها در شناسایی ارقام بوده که می‌توان آنرا در تلفیق با سایر روش‌ها نیز به کار برد (Ebrahimi et al., 2021). صفات ریخت‌شناسی برای ارزیابی اولیه از آن جهت که ارزیابی آنها سریع و ساده است، بسیار کاربردی هستند و می‌توانند تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌هایی که از لحاظ مورفولوژیکی متفاوتند را نشان دهند ادغام روش‌های ارزیابی صفات مورفولوژیکی با روش‌های آماری چند متغیره مانند تجزیه به عامل‌ها (PCA) و تجزیه خوشه‌ای برای جداکردن ارقام و ژنوتیپ‌های بادام بسیار کارآمد بوده‌است. در این زمینه مطالعات مختلفی صورت گرفته و نتایج متنوعی از این مطالعات به دست آمده است. از جمله Khadivi و همکاران (۲۰۱۹) تنوع مورفولوژیکی بین ۹۰۸ ژنوتیپ گردوی بذری از

UWPGM و تحلیل خوشه ای در چهار گروه اصلی از یکدیگر تفکیک شدند. از این رو این مطالعه به منظور بررسی تمایز، یکنواختی و پایداری ژنوتیپ‌های مختلف گردو با هدف ثبت ارقام تجاری جدید صورت گرفت.

فرآیند پژوهش

مطالعه حاضر به منظور بررسی تمایز، یکنواختی و پایداری در ژنوتیپ‌های کاندیدای گردو با هدف ثبت در استان لرستان صورت گرفت. در این مطالعه تعداد پنج اصله درخت گردو در سن بلوغ تجاری از هر یک از ژنوتیپ‌های گردوی کاندید ثبت نازنین ۱، نازنین ۲ و نازنین ۳ در کنار دو رقم شاهد چندلر و فرنور در مزرعه اختصاصی واقع در شهرستان الشتر استان لرستان، بر اساس دستورالعمل ملی تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) گردو، طی دو سال از دیماه ۱۴۰۰ مورد ارزیابی قرار گرفتند. بدین منظور، در مجموع ۳۵ صفت طبق دستورالعمل یادداشت برداری یا اندازه گیری شدند که در برگیرنده ویژگی‌های مختلف درخت، برگ، گل، خشک میوه، مغز و زمان مهمترین حوادث پومولوژیکی مانند زمان باز شدن جوانه‌ها، برگ‌دهی، شروع گلدهی، همزمانی گلدهی گل‌های نر و ماده و زمان برداشت گردو بودند. تظاهر صفات کیفی به صورت نمره دهی و تظاهر صفات کمی از طریق اندازه گیری و نیز نمره دهی بررسی شدند. بدین منظور ابتدا محدوده حداقل و حداکثر صفات قابل کمی سازی تعیین و پس از آن بر اساس منابع موجود و با تعیین محدوده، نسبت به کیفی سازی آنها بر اساس اطلاعات حاصله اقدام شد. پس از گردآورده داده‌ها، تجزیه واریانس یک طرفه از طریق تجزیه و تحلیل

مناطق مختلف ایران نشان دادند که بیشترین تنوع مورفولوژیکی بین ژنوتیپ‌ها مربوط به صفت وزن مغز و کمترین آن مربوط به صفت قطر میوه خشک بود و تجزیه به عامل‌ها نشان داد که مهمترین صفات متمایز کننده ژنوتیپ‌های گردوی مورد بررسی وزن مغز و میوه خشک و درصد مغز بو و همچنین همبستگی مثبت و معنی داری بین درصد و وزن مغز گردو وجود داشت. Rezaei و همکاران (۲۰۱۸) ژنوتیپ‌های گردوی بذری قسمت‌های مختلف ملایر را از لحاظ صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی مورد بررسی قرار دادند. پس از ارزیابی نتایج با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها، تعداد عوامل موثر به هفت عامل اصلی کاهش داده شد و وزن مغز و وزن خشک میوه مهمترین و تاثیرگذارترین صفات در تفکیک این ژنوتیپ‌ها معرفی شد. همچنین در مطالعه آنها ۵۷ ژنوتیپ برتر از لحاظ داشتن وزن میوه خشک و وزن مغز بالا، و رنگ روشن مغز به عنوان ارقام مناسب جهت برنامه‌های اصلاحی معرفی شد. همچنین Zare-Rashvandi و همکاران (۲۰۲۱) با جمع‌آوری ۱۱۹ ژنوتیپ گردوی ایرانی از مناطق مختلف غرب کشور و ارزیابی صفات مربوط به خشک میوه و مغز نشان دادند که صفت چروکیدگی مغز دارای بیشترین مقدار ضریب تنوع و قطر خشک میوه دارای کمترین ضریب تنوع بود. همچنین در مطالعه‌ای دیگر Karimi و همکاران (۲۰۱۴) تنوع مورفولوژیکی را برای مقایسه و تمایز ۱۲ توده گردوی ایرانی در مناطق شمالی و غربی کشور ایران مورد مطالعه قرار دادند. سهم تنوع ژنتیکی از کل تنوع مشاهده شده ۱۹ درصد گزارش شد و جمعیت‌های مورد بررسی با استفاده از روش

که در برگ‌برنده ویژگی‌های مورفولوژیکی و پومولوژیکی مختلف درخت، برگ، گل، میوه خشک و مغز گردو هستند، تنها دو صفت بین پنج رقم کاندیدا و شاهد یکسان بود. این دو صفت شامل دوام نداشتن دمبرگ اصلی و پروتاندرو بودن (رسیدن زودتر گل‌های نر در مقایسه با گل‌های ماده) بود (جدول ۵). لذا، وجود تنوع بین این ارقام از لحاظ سایر صفات مشهود است. شاخص ضریب تغییرات این صفات بین ارقام مورد بررسی بین ۲۰ تا ۱۰۰ درصد متفاوت بود (جدول ۱). در جدول ۱ صفات مختلف رویشی و زایشی ارقام کاندیدا و مرجع درختان گردو به تفکیک مورد مقایسه قرار گرفتند و سپس مقایسه دو به دو ارقام کاندیدا و ارقام مرجع با استفاده از صفات کیفی متمایزکننده صورت گرفت.

آماري داده‌ها با نرم افزار R انجام شد. سپس، میانگین داده‌های کمی پنج رقم کاندیدا و مرجع با آزمون دانکن ($p < 0.05$) طی دو سال مقایسه شدند. تمامی ارقام از لحاظ صفات کیفی به صورت دو به دو با یکدیگر مقایسه شدند و هر دو رقمی که حداقل از نظر یک صفت متفاوت بودند، از یکدیگر متمایز اعلام شدند. شناسنامه مورفولوژیکی ارقام مورد بررسی در انتها نشان داده شده است. همبستگی ساده بین صفات، تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌ها با استفاده از نرم افزار ریال صورت گرفت. تجزیه کلاستر و گروه‌بندی ارقام مورد بررسی با استفاده از روش ward و یا حداقل واریانس بر مبنای فاصله اقلیدسی و محاسبه فواصل پس از استاندارد کردن داده‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

نتایج نشان داد بین ۳۵ صفت دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS) گردو

جدول ۱- صفات فنوتیپی، حالت تظاهر و آمار توصیفی پنج رقم گردو بر اساس نمره‌دهی

Table 1- Phenotypic traits, expression mode and descriptive statistics of five walnut cultivars based on scoring

ردیف	صفات	کمینه	پیشینه	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱	قدرت رشد	۵	۷	۵/۴	۰/۹	۲۰
۲	عادت رشد	۲	۳	۲/۴	۰/۵	۲۰
۳	تراکم شاخه‌ها	۵	۷	۵/۸	۱/۱	۲۰
۴	محل جوانه‌های گل	۱	۲	۱/۸	۰/۴	۲۰
۵	رنگ شاخه‌های یکساله	۲	۴	۲/۸	۰/۸	۳۰
۶	شکل برگچه‌های جانبی	۱	۲	۱/۶	۰/۵	۳۰
۷	تعداد گل آذین نر	۳	۵	۳/۸	۱/۱	۳۰
۸	اندازه	۵	۷	۶/۲	۱/۱	۲۰
۹	شکل (مقطع طولی، منطبق بر درز طولی میوه)	۱	۸	۳/۴	۳/۴	۱۰۰
۱۰	شکل (مقطع طولی، منطبق بر درز میوه)	۱	۶	۴/۶	۲/۱	۵۰
۱۱	شکل (مقطع عرضی)	۱	۳	۲/۰	۱/۰	۵۰
۱۲	شاخص گرد بودن	۳	۷	۵/۴	۲/۲	۴۰
۱۳	شکل ته، عمود بر درز طولی	۲	۴	۳/۲	۰/۸	۳۰
۱۴	شکل نوک، عمود بر درز طولی	۱	۳	۲/۲	۰/۸	۴۰
۱۵	میزان برجستگی نوک	۱	۲	۱/۸	۰/۴	۲۰
۱۶	محل قرارگیری لبه برچه‌ها بر شکاف طولی	۲	۳	۲/۲	۰/۴	۲۰

۱۷	برجستگی لبه برچه‌ها روی درز طولی	۳	۷	۵/۰	۱/۴	۳۰
۱۸	عرض لبه برچه روی شکاف طولی	۳	۷	۵/۰	۱/۴	۳۰
۱۹	عمق شکاف در طول برچه روی درز	۳	۵	۴/۶	۰/۹	۲۰
۲۰	ساختمان سطحی پوسته چوبی	۱	۴	۲/۲	۱/۱	۵۰
۲۱	ضخامت پوسته چوبی	۱	۷	۴/۲	۲/۳	۰/۵
۲۲	چسبندگی دو نیمه پوسته چوبی	۳	۷	۵/۰	۲/۰	۴۰
۲۳	ضخامت غشاهای جداکننده اولیه و ثانویه	۳	۷	۴/۶	۱/۷	۴۰
۲۴	سهولت جدا شدن	۱	۷	۲/۶	۲/۶	۱۰۰
۲۵	شدت رنگ زمینه	۱	۷	۳/۴	۲/۶	۸۰
۲۶	اندازه مغز	۳	۷	۵/۴	۱/۷	۳۰
۲۷	درصد وزن مغز به وزن کل	۱	۷	۴/۶	۱/۶	۳۰
۲۸	زمان رسیدن میوه	۳	۷	۴/۸	۱/۶	۳۰
۲۹	زمان خزان برگ	۳	۷	۵/۴	۱/۷	۳۰
۳۰	مدت دوام دمبرگ اصلی	۱	۱	۱/۰	۰/۰	۰
۳۱	ماندگاری پوشش سبز روی درخت بعد از افتادن فندقه	۱	۳	۱/۸	۰/۸	۵۰
۳۲	زمان بازشدن جوانه‌های برگ	۳	۹	۶/۰	۲/۲	۴۰
۳۳	زمان ظهور گل‌های نر	۳	۹	۶/۰	۲/۲	۴۰
۳۴	زمان ظهور گل‌های ماده	۳	۹	۶/۰	۲/۲	۴۰
۳۵	زمان ظهور گل‌های نر در مقایسه با گل‌های ماده	۱	۱	۱/۰	۰/۰	۰

یکساله در سه گروه متمایز شدند (جدول ۲): شاخه-های یکساله نازنین ۱ و ۳ قهوه‌ای روشن، شاخه‌های یکساله نازنین ۲ و چندلر قهوه‌ای سبز و شاخه‌های یکساله فرنور متمایل به سیاه بودند. شکل برگچه‌های جانبی بین ارقام مختلف متمایز از یکدیگر بود، به-طوریکه در نازنین ۲ و ۳ بیضی باریک و در سایر ارقام بیضی بود. تعداد گل آذین نر به عنوان تنها صفت مربوط به مشخصات گل در دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری گردو، در ارقام کاندید ثبت کم و در ارقام شاهد بیشتر و در گروه متوسط بود (جدول ۲).

صفات زایشی: هر ۱۶ صفت مربوط به فندقه بین ارقام کاندید ثبت و شاهد تنوع نشان دادند. از نظر اندازه فندقه ارقام کاندید نازنین ۲ و ۳ به صورت معنی‌داری بزرگتر از فندقه رقم کاندید نازنین ۱ و رقم شاهد

صفات رویشی: نتایج این مطالعه نشان داد هر پنج صفت مربوط به درخت در بین ارقام گردو مورد بررسی تنوع نشان دادند. مطابق نتایج جدول ۲، از لحاظ قدرت رشد درخت، ارقام مورد بررسی به دو گروه تقسیم شدند: نازنین ۱ در گروه قدرت رشد قوی و سایر ارقام در گروه قدرت رشد متوسط قرار گرفتند. از سه گروه‌بندی عادت رشدی درخت گردو، ارقام کاندید به صورت نیمه مستقیم و متفاوت از ارقام شاهد (با عادت رشدی گسترده) رشد کردند. تراکم شاخه در ارقام نازنین ۱ و ۳ و رقم شاهد فرنور متوسط و در ارقام نازنین ۲ و چندلر بالا بود. میوه‌دهی در رقم نازنین ۳ در انتهای شاخه‌های یکساله و در سمت خارجی درخت اما در سایر ارقام به صورت بینابینی یعنی عمدتاً در انتهای شاخه‌های یکساله متصل به شاخه‌های دوساله و بیشتر بود. ارقام از نظر رنگ شاخه‌های

مورد بررسی گردو از نظر میزان شیار روی پوسته چوبی فندقه در چهار گروه از یکدیگر متمایز شدند: رقم نازنین ۳ کمترین میزان شیار، ارقام نازنین ۱ و ۲ و رقم شاهد چندلر شیار متوسط و رقم فرنور شیارهای گسترده‌ای داشتند (جدول ۲). همچنین این ارقام از نظر ضخامت پوسته چوبی نیز در چهار گروه از یکدیگر متمایز شدند: رقم شاهد چندلر حداقل ضخامت، رقم شاهد فرنور بیشترین ضخامت پوسته چوبی را داشتند. ارقام کاندیدای ثبت حدوسط این دو گروه بودند. در بین ارقام کاندیدای ثبت هم ضخامت پوسته چوبی رقم نازنین ۲ کمتر از ضخامت پوسته چوبی ارقام نازنین ۱ و ۳ بود. چسبندگی دو نیمه پوسته چوبی در ارقام شاهد کم، در رقم نازنین ۱ متوسط و در ارقام نازنین ۲ و ۳ زیاد بود. ضخامت غشاهای جداکننده اولیه و ثانویه ارقام شاهد فرنور و چندلر نازک، در ارقام نازنین ۱ و ۲ متوسط و در رقم نازنین ۳ زیاد بود. از نظر سهولت جدا شدن مغز، ارقام مورد بررسی در سه گروه از یکدیگر تفکیک شدند: در ارقام کاندید نازنین ۱ تا ۳ مغز بسیار راحت جدا می‌شود، در رقم فرنور مغز به سختی جدا می‌شود و رقم شاهد چندلر حد واسط این دو گروه است. رنگ زمینه مغز ارقام شاهد چندلر و فرنور بسیار روشن، در رقم نازنین ۱ نسبتاً روشن، در رقم نازنین ۲ بینابین و در رقم نازنین ۳ تیره است (جدول ۲).

صفات پومولوژیکی: ارقام مورد بررسی از نظر زمان رسیدن میوه در چهار گروه از یکدیگر تفکیک شدند و به ترتیب زودرسی عبارت بودند از نازنین ۲ (زودرس)، نازنین ۱ و ۳ (زود تا متوسط رس)، فرنور (متوسط تا دیررس) و چندلر (کاملاً دیررس). از نظر

فرنور بودند. اندازه فندقه رقم چندلر حد واسط اندازه فندقه دو گروه مذکور بود. شاخص شکل فندقه ارقام نامبرده با یکدیگر اختلاف معنی‌دار داشت. بیشترین شاخص شکل فندقه مربوط به ارقام نازنین ۱ و ۲ و کمترین آن مربوط به ارقام شاهد بود. شاخص شکل فندقه نازنین ۳ حدواسط شاخص شکل فندقه دو گروه مذکور بود (جدول ۲). با این وجود شاخص شکل فندقه همه ارقام مورد بررسی کمتر از ۱/۲۵ بود. لذا، بر اساس استاندارد مغز گردو (Ercisli et al. 2012)، فندقه این ارقام کروی تلقی می‌شوند و شکل تخم مرغی ندارند (جدول ۳). براساس این نتایج مشخص شد که رقم نازنین ۱ از نظر محل قرارگیری لبه برچه‌ها بر شکاف طولی از سایر ارقام متمایز بود. به طوری‌که در این رقم لبه برچه‌ها در نیمه بالایی شکاف طولی و در سایر ارقام در دو سوم بالایی شکاف طولی قرار داشت. ارقام مختلف گردو از نظر میزان برجستگی لبه برچه‌ها روی درز طولی نیز از یکدیگر متمایز بودند. رقم نازنین ۳ حداقل برجستگی، رقم شاهد فرنور بیشترین برجستگی و ارقام نازنین ۱ و ۲ و چندلر حد وسط این دو گروه قرار گرفتند. ارقام مختلف از نظر عرض لبه برچه روی شکاف طولی نیز در سه گروه از یکدیگر متمایز شدند. رقم نازنین ۱ حداقل عرض لبه برچه، رقم شاهد فرنور بیشترین عرض لبه برچه و ارقام نازنین ۲ و ۳ و رقم شاهد چندلر حد وسط این دو گروه قرار گرفتند. از سه گروه بندی عمق شکاف در طول برچه روی درز فندقه در دستورالعمل ملی تمایز، یکنواختی و پایداری گردو، ارقام مورد بررسی در دو گروه از یکدیگر متمایز شدند که این شکاف در رقم نازنین ۱ سطحی و در سایر ارقام متوسط بود. ارقام

کاملاً ماندگار بود و ارقام نازنین ۱ و فرنور حدواسط این دو گروه بودند. ارقام مورد بررسی از نظر زمان باز شدن جوانه‌های برگ، گل‌های نر و ماده به ترتیب عبارت بودند از نازنین ۱ (زود)، نازنین ۳ (متوسط)، نازنین ۲ (متوسط تا دیر)، چندلر (دیر) و فرنور (خیلی دیر). لذا، از نظر این صفات پومولوژیکی این ارقام در ۵ گروه از یکدیگر تفکیک شدند (جدول ۲).

زمان خزان برگ ارقام مورد بررسی در سه گروه از یکدیگر تفکیک شدند و به ترتیب زمان خزان عبارت بودند از نازنین ۲ (خزان زودهنگام)، نازنین ۱ و ۳ (حد وسط) و ارقام شاهد چندلر و فرنور (خزان دیرهنگام). از نظر زمان ماندگاری پوشش سبز روی درخت پس از افتادن فندقه نیز این ارقام در سه گروه از یکدیگر تفکیک شدند: ارقام نازنین ۲ و ۳ پوشش سبز ماندگاری نداشت، در رقم شاهد چندلر این پوشش

جدول ۲- مقایسه صفات کیفی سه رقم کاندید گردو با دو رقم شاهد چندلر و فرنور

Table 2- Comparison of qualitative traits of three candidate walnut cultivars with two control cultivars: Chandler and Farnour

ردیف	صفات کیفی	نازنین ۱	نازنین ۲	نازنین ۳	چندلر	فرنور
۱	قدرت رشد	۷	۵	۵	۵	۵
۲	عادت رشد	۲	۲	۲	۳	۳
۳	تراکم شاخه‌ها	۵	۷	۵	۷	۵
۴	محل اکثر جوانه‌های گل	۲	۲	۱	۲	۲
۵	رنگ شاخه‌های یکساله	۲	۳	۲	۳	۴
۶	شکل برگچه‌های جانبی	۲	۱	۱	۲	۲
۷	تعداد گل آذین نر	۳	۳	۳	۵	۵
۹	شکل در مقطع طولی، منطبق بر درز طولی میوه	۱	۱	۱	۸	۶
۱۰	شکل در مقطع طولی، عمود بر درز میوه	۱	۵	۵	۶	۶
۱۱	شکل در مقطع عرضی	۱	۲	۱	۳	۳
۱۲	شاخص گرد بودن	۷	۷	۷	۳	۳
۱۳	شکل قاعده، عمود بر درز طولی	۳	۳	۲	۲	۱
۱۴	شکل نوک، عمود بر درز طولی	۴	۳	۳	۲	۴
۱۵	میزان برجستگی نوک	۲	۲	۱	۲	۲
۱۶	محل قرارگیری لبه برچه‌ها بر شکاف طولی	۳	۲	۲	۲	۲
۱۷	برجستگی لبه برچه‌ها روی درز طولی	۵	۵	۳	۵	۷
۱۸	عرض لبه برچه روی شکاف طولی	۳	۵	۵	۵	۷
۱۹	عمق شکاف در طول برچه روی درز	۳	۵	۵	۵	۵
۲۰	ساختمان سطحی پوسته چوبی	۲	۲	۱	۲	۴
۲۱	ضخامت پوسته چوبی	۵	۳	۵	۱	۷
۲۲	چسبندگی دو نیمه پوسته چوبی	۵	۷	۷	۳	۳
۲۳	ضخامت غشاهای جداکننده اولیه و ثانویه	۵	۵	۷	۳	۳
۲۴	مغز	۱	۱	۱	۳	۷
	سهولت جدا شدن					

۷۱ بررسی تمایز، یکنواختی و پایداری در ژنوتیپ‌های کاندیدای گردو با هدف ثبت رقم

۲۵	شدت رنگ زمینه	۳	۵	۷	۱	۱
۲۸	زمان رسیدن میوه	۴	۳	۴	۷	۶
۲۹	زمان خزان برگ	۵	۳	۵	۷	۷
۳۱	ماندگاری پوشش سبز روی درخت بعد از افتادن فندقه	۲	۱	۱	۳	۲
۳۲	زمان بازشدن جوانه‌های برگ	۳	۶	۵	۷	۹
۳۳	زمان ظهور گل‌های نر	۳	۶	۵	۷	۹
۳۴	زمان ظهور گل‌های ماده	۳	۶	۵	۷	۹

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر رقم بر صفات کمی گردو

Table 3- Analysis of variance of the effect of cultivar on quantitative traits of walnut

منبع تغییرات	درجه آزادی	اندازه فندقه	شاخص گرد بودن فندقه	ضخامت پوسته چوبی فندقه	طول مغز	عرض مغز	وزن مغز	درصد وزن مغز به وزن کل فندقه
بلوک	۴	۲/۸	۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۲	۳/۲	۰/۲	۸/۲
رقم	۴	۲۴/۲***	۰/۰۶***	۰/۴۱***	۵/۲***	۵۱/۱***	۱۸/۹***	۲۱۴/۷***
خطا	۱۶	۲/۲	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۲۷	۱/۶	۰/۷	۱۷/۲

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات کمی پنج رقم گردو

Table 4- Comparison of the average quantitative traits of five walnut cultivars

صفات کمی	نازنین ۱	نازنین ۲	نازنین ۳	چندلر	فرنور
اندازه (میلی متر مکعب)	b20/1±1/5	a24/8±1/1	a24/7±2/6	ab22/5±0/9	b20/7±1/0
شاخص شکل	a1/0±4/0/2	ab1/0±3/0/3	b0/99±0/0/3	c0/81±0/0/3	c0/82±0/0/4
ضخامت پوسته چوبی (میلی‌متر)	ab1/8±0/1	cd1/5±0/2	bc1/7±0/2	d1/3±0/1	a2/1±0/2
طول (میلی متر)	b26/4±0/6	a28/9±0/3	a28/3±0/4	a29/0±0/8	a28/1±0/3
عرض (میلی متر)	a29/0±1/1	a30/5±1/1	a29/9±1/5	b26/0±1/3	c22/9±1/7
وزن (گرم)	b6/9±0/6	a9/0±0/5	ab7/5±0/9	c4/9±0/9	c4/2±0/8
درصد وزن مغز به وزن کل فندقه	a52/6±3/5	a59/3±1/5	a51/8±3/2	a53/5±3/7	b41/2±6/2

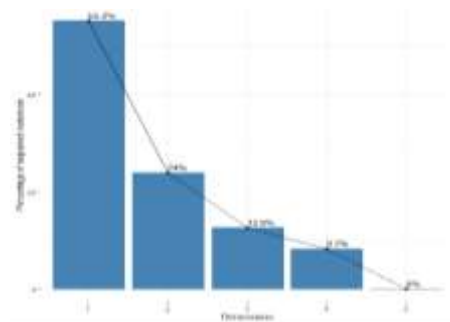
جدول ۵- حالات تظاهر صفات غیر متمایز کننده ارقام گردو مورد بررسی

Table 5- Manifestation states of non-differentiating traits of the studied walnut cultivars

شماره صفت	صفت	حالت تظاهر مشابه در ارقام مورد بررسی	نمره
۳۰	مدت دوام دمبرگ اصلی	بدون دوام	۱
۳۵	زمان ظهور گل‌های نر در مقایسه با گل‌های ماده	پروتاندر	۱

و نمره دهی شده بین ارقام مختلف گردو بودند (شکل ۱)؛ مؤلفه‌های اصلی یک، دو، سه و چهار به ترتیب، ۵۶/۴ درصد، ۲۲/۳ درصد، ۱۲/۹ درصد و ۸/۵ درصد واریانس را نشان می‌دهند (شکل ۱).

تجزیه به عامل‌ها: براساس نتایج حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی مشخص شد که ۴ مؤلفه اصلی، هر یک با مقدار واریانس بیشتر از ۱، در برگیرنده حدود ۱۰۰ درصد نوسانات صفات کمی و کیفی اندازه گیری



شکل ۱- مقدار واریانس پنج مؤلفه اصلی

Fig 1- Variance value of the five principal components

محصول و زمان خزان برگ، ویژگی های مورفولوژیکی مانند عادت رشد درخت و رنگ شاخه یکساله، تعداد گل آذین نر و اغلب مشخصات ریخت شناسی فندقه از جمله شکل در مقطع طولی منطبق بر درز طولی میوه، شکل در مقطع عرضی، شکل ته، شاخص گرد بودن، برجستگی لبه برچه ها، عرض لبه برچه روی شکاف طولی، ساختمان سطحی پوسته چوبی و همه مشخصات مغز شامل سهولت جدا شدن، شدت رنگ زمینه، اندازه و وزن مغز و همچنین درصد وزن مغز به وزن کل فندقه که در اولین مولفه اصلی با مقدار ویژه ۱۹/۸ قرار دارند، بیشترین نقش را در تفکیک ارقام گردو از یکدیگر داشتند. مقدار ویژه عبارت است از مقدار واریانسی که توسط هر مؤلفه اصلی مشخص می شود. قدرت رشد درخت و چند صفت مرتبط با فندقه از جمله اندازه فندقه، شکل در مقطع طولی عمود بر درز میوه، محل قرار گیری لبه برچه ها روی شکاف طولی، عمق شکاف در طول برچه روی درز فندقه در دومین مولفه اصلی با مقدار ویژه برابر با ۸/۶ قرار

براساس نتایج تجزیه به عامل ها مشخص شد که بیانگر نحوه قرار گرفتن ویژگی های مختلف درخت، برگ، گل، فندقه و مغز پنج رقم گردو در عامل های مختلف با ضرایب همبستگی مثبت و منفی آنها و نیز سهم آنها از کل واریانس هر مولفه اصلی می باشد (جدول ۶). ویژگی هایی که همبستگی آنها با یکی از مولفه های اصلی معنی دار است (به عبارت دیگر، ضریب همبستگی آنها بیشتر از ۰/۷۰ باشد)، به صورت پررنگ نشان داده شده اند. در این جدول، همچنین، سهم هر ویژگی از میزان کل واریانس نشان داده شده توسط هر مولفه اصلی به صورت درصد نشان داده شده است. میانگین سهم ویژگی های مختلف از کل واریانس نشان داده شده توسط هر مولفه اصلی برابر با ۲/۷۸ درصد است. لذا، صفاتی که سهم آنها از این میزان بالاتر باشد نقش مهمی در تمایز ارقام از یکدیگر بازی می کنند. با توجه به جدول تجزیه به عامل ها می توان نتیجه گیری کرد که ویژگی های پومولوژیکی مانند زمان باز شدن جوانه برگ، زمان ظهور گل های نر و ماده، زمان رسیدن

گرفتند و تاثیر معنی‌داری در تمایز ارقام گردو از ویژگی‌های قرار گرفته در اولین و دومین مولفه اصلی، یکدیگر داشتند. تراکم شاخه‌ها و ضخامت پوست در مجموع تا حدود ۷۹ درصد از سهم کل واریانس چوبی فندقه در سومین مولفه اصلی با مقدار ویژه برابر با ۴/۵ قرار گرفتند. بنابراین، با در نظر گرفتن تنها تعریف شده و این صفات بیشترین نقش را در تفکیک ارقام از یکدیگر داشتند.

جدول ۶- مقدار ویژه، درصد واریانس، ضرایب همبستگی و درصد سهم از واریانس کل ویژگی‌های مختلف پنج

رقم گردو با چهار مؤلفه اصلی

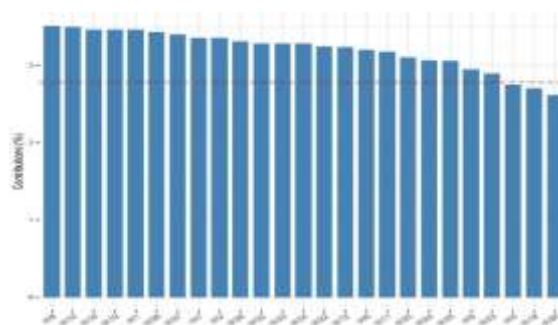
Table 6- Eigenvalues, percentage variance, cumulative variance, correlation coefficients and percentage contribution to total variance of different traits of five walnut cultivars with four principal components

ردیف	صفت	ضریب همبستگی				درصد سهم از واریانس			
		PC1	PC2	PC3	PC4	PC1	PC2	PC3	PC4
۱	قدرت رشد	-۰/۳۹	۰/۹۱	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۷۷	۹/۶۲	۰/۳۵	۰/۰۱
۲	عادت رشد	۰/۹۸	۰/۰۵	۰/۱۴	-۰/۱۶	۴/۷۹	۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۸۸
۳	تراکم شاخه‌ها	۰/۰۸	-۰/۵۲	۰/۸۰	۰/۳۰	۰/۰۳	۳/۱۰	۱۴/۰۵	۲/۹۸
۴	محل جوانه‌های گل	۰/۸۶	-۰/۱۹	-۰/۱۱	۰/۴۶	۳/۷۵	۰/۴۲	۰/۲۴	۷/۰۲
۵	رنگ شاخه‌های یکساله	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۵۹	۱/۰۸	۲/۰۱	۵/۸۶	۱۱/۶۸
۶	شکل برگچه‌های جانبی	۰/۶۶	۰/۶۹	۰/۲۴	-۰/۱۸	۲/۱۶	۵/۵۶	۱/۲۸	۱/۰۷
۷	تعداد گل آذین نر	۰/۹۸	-۰/۰۵	۰/۱۴	-۰/۱۶	۴/۷۹	۰/۰۳	۰/۴۳	۰/۸۸
۸	اندازه	-۰/۴۶	-۰/۸۹	۰/۰۳	۰/۰۳	۱/۰۴	۹/۱۶	۰/۰۲	۰/۰۴
۹	شکل (مقطع طولی، منطبق بر درز طولی میوه)	۰/۹۱	-۰/۰۹	۰/۳۱	-۰/۲۵	۴/۱۸	۰/۱۰	۲/۱۸	۲/۰۹
۱۰	شکل (مقطع طولی، منطبق بر درز میوه)	۰/۶۰	-۰/۸۰	-۰/۰۷	-۰/۰۲	۱/۷۹	۷/۴۰	۰/۱۱	۰/۰۲
۱۱	شکل (مقطع عرضی)	۰/۹۲	-۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۱۸	۴/۲۳	۰/۷۲	۱/۳۹	۱/۱۴
۱۲	شاخص گرد بودن	-۰/۹۵	۰/۱۶	-۰/۰۸	۰/۲۷	۴/۵۰	۰/۳۰	۰/۱۶	۲/۴۹
۱۳	شکل ته، عمود بر درز طولی	-۰/۸۰	۰/۱۸	۰/۵۰	۰/۲۹	۳/۱۹	۰/۳۸	۵/۴۸	۲/۸۲
۱۴	شکل نوک، عمود بر درز طولی	-۰/۰۴	۰/۶۷	-۰/۶۵	۰/۳۶	۰/۰۱	۵/۱۸	۹/۳۷	۴/۲۸
۱۵	میزان برجستگی نوک	۰/۴۶	۰/۴۲	۰/۵۲	۰/۵۹	۱/۰۸	۲/۰۱	۵/۸۶	۱۱/۶۸
۱۶	محل قرارگیری لبه برچه‌ها بر شکاف طولی	-۰/۳۹	۰/۹۱	۰/۱۳	-۰/۰۲	۰/۷۷	۹/۶۲	۰/۳۵	۰/۰۱
۱۷	برجستگی لبه برچه‌ها روی درز طولی	۰/۷۷	۰/۳۵	-۰/۰۵	۰/۵۳	۳/۰۱	۱/۴۳	۰/۰۵	۹/۳۶
۱۸	عرض لبه برچه روی شکاف طولی	۰/۷۳	-۰/۴۹	-۰/۴۵	۰/۱۷	۲/۶۷	۲/۷۷	۴/۴۸	۰/۹۵
۱۹	عمق شکاف در طول برچه روی درز	۰/۳۹	-۰/۹۱	-۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۷۷	۹/۶۲	۰/۳۵	۰/۰۱
۲۰	ساختمان سطحی پوسته چوبی	۰/۸۱	۰/۲۸	-۰/۲۷	۰/۴۴	۳/۲۹	۰/۹۳	۱/۶۰	۶/۵۳
۲۱	ضخامت پوسته چوبی	۰/۲۳	۰/۴۶	-۰/۸۴	۰/۱۶	۰/۲۷	۲/۴۷	۱۵/۵۴	۰/۹۱
۲۲	چسبندگی دو نیمه پوسته چوبی	-۰/۸۹	۰/۳۵	-۰/۲۱	۰/۱۹	۴/۰۲	۱/۴۳	۰/۹۶	۱/۱۶
۲۳	ضخامت غشاهای جداکننده اولیه و ثانویه	-۰/۸۹	-۰/۱۹	-۰/۳۷	-۰/۲۱	۳/۹۶	۰/۴۱	۲/۹۶	۱/۴۷

۰/۳۴	۲/۶۲	۰/۰۶	۴/۳۶	۰/۱۰	-۰/۳۴	۰/۰۷	۰/۹۳	سهولت جدا شدن	۲۴
۰/۱۲	۲/۵۰	۱/۹۷	۳/۵۹	-۰/۰۶	-۰/۳۴	-۰/۴۱	-۰/۸۴	شدت رنگ زمینه	۲۵
۰/۰۱	۰/۵۴	۳/۲۳	۳/۵۱	-۰/۰۱	۰/۱۶	-۰/۵۳	-۰/۸۳	اندازه	۲۶
۱/۱۳	۸/۸۰	۱/۰۱	۲/۴۲	۰/۱۸	۰/۶۳	-۰/۲۹	-۰/۶۹	درصد وزن مغز به وزن کل	۲۷
۶/۷۵	۱/۲۶	۰/۰۱	۳/۷۴	-۰/۴۵	۰/۲۴	۰/۰۳	۰/۸۶	زمان رسیدن میوه	۲۸
۹/۷۱	۰/۰۲	۰/۴۵	۳/۳۹	-۰/۵۴	-۰/۰۳	۰/۲۰	۰/۸۲	زمان خزان برگ	۲۹
۴/۲۰	۶/۹۸	۱/۳۹	۲/۲۱	۰/۳۵	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۶۶	ماندگاری پوشش سبز روی درخت بعد از افتادن فندقه	۳۰
۱/۲۰	۰/۶۶	۲/۰۵	۳/۸۱	-۰/۳۵	۰/۵۶	۰/۳۵	۰/۶۶	زمان باز شدن جوانه های برگ	۳۱
۱/۲۰	۰/۶۶	۲/۰۵	۳/۸۱	۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۴۲	۰/۸۷	زمان ظهور گل های نر	۳۲
۱/۲۰	۰/۶۶	۲/۰۵	۳/۸۱	۰/۱۹	-۰/۱۷	-۰/۴۲	۰/۸۷	زمان ظهور گل های ماده	۳۳
				۲/۹	۴/۵	۸/۶	۱۹/۸	مقدار ویژه	۳۴
				۸	۱۳	۲۴	۵۵	درصد واریانس	
				۱۰۰	۹۱	۷۹	۵۵	درصد واریانس تجمعی	

روی درز، قدرت رشد درخت، اندازه مغز، تعداد گل آذین نر، عادت رشد درخت، زمان باز شدن جوانه برگ، زمان ظهور گل های نر و ماده، چسبندگی دو نیمه پوسته چوبی فندقه، شاخص گرد بودن، شکل برگچه های جانبی، شکل فندقه در مقطع عرضی، شدت رنگ زمینه فندقه، وزن مغز و شکل فندقه در مقطع طولی منطبق بر درز طولی آن (شکل ۲).

در این مطالعه ۲۵ صفتی است که سهم آنها از کل واریانس مولفه های اصلی یک و دو بیشتر از میانگین سهم واریانس همه ویژگی های کمی و کیفی است و لذا در تفکیک ارقام مورد بررسی بیشترین اهمیت را دارند در شکل ۲ نشان داده شده اند. این صفات به ترتیب اهمیت عبارتند از اندازه فندقه، شکل فندقه در مقطع طولی عمود بر درز میوه، محل قرار گرفتن لبه برچه ها روی شکاف طولی، عمق شکاف در طول برچه

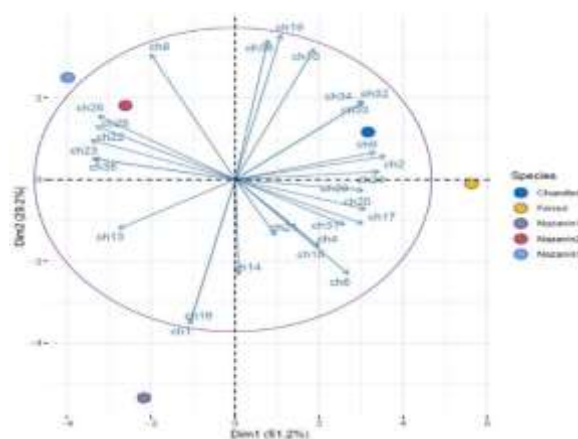


شکل ۲- درصد سهم واریانس ۳۰ ویژگی مورفولوژیکی برتر پنج رقم گردو از دو مولفه اصلی یک و دو. نقطه چین قرمز رنگ نشان دهنده میانگین سهم ویژگی های مختلف و برابر با ۷۸/۲ درصد است. شماره صفت در محور افقی منطبق بر جدول ۲ است

Fig 2- Percentage of variance contribution of the top 30 morphological traits of five walnut cultivars from two principal components one and two. The red dotted line indicates the average contribution of different traits and is equal to 78.2 percent. The trait number on the horizontal axis corresponds to Table 2

قرار گرفتند. ارقام شاهد گردو از این لحاظ که دارای مقادیر مولفه اصلی اول مثبت بودند از ارقام کاندید متمایز شدند و از یکدیگر با توجه به مقادیر مولفه اصلی دوم مثبت و منفی تفکیک شدند و در دو گروه قرار گرفتند. با در نظر گرفتن روند منفی تا مثبت مقادیر اولین مولفه اصلی در نمودار دوجهی شماره ۳، بیشترین مقدار مولفه اصلی اول به ترتیب مربوط به ارقام شاهد چندلر و فرنور بود. درحالیکه مقدار این مولفه برای ارقام کاندید گردو کمتر و منفی بود.

همچنین شکل ۳ بیانگر توزیع ارقام مختلف گردو روی نمودارهای اولین و دومین مولفه اصلی و نیز فاصله ژنومتری بین آنها است که میزان مشابهت بین ارقام مختلف را از لحاظ ۲۸ صفت از مهمترین صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی مورد بررسی منعکس می‌کند. بر اساس موقعیت ارقام مختلف، چهار گروه گردو قابل تشخیص است: رقم کاندید نازنین ۱ به صورت متمایز از سایر ارقام دارای مقدار مولفه اصلی اول و دوم منفی است. ارقام کاندید نازنین ۲ و ۳ دارای مقادیر مولفه اصلی اول منفی و دوم مثبت در یک دسته



شکل ۳- نمودار دو وجهی دو مولفه اصلی PC1 و PC2 برای پنج رقم گردو مورد بررسی بر اساس تمامی صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی. در این شکل شماره صفات مطابق جدول ۲ است

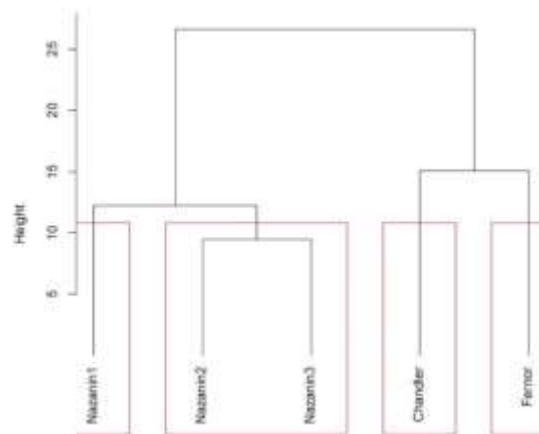
Fig 3- Bivariate diagram of two principal components PC1 and PC2 for the five walnut cultivars studied based on all morphological and pomological traits. In this figure, the trait numbers are as per Table 2

شاخه ارقام کاندیدای نازنین ۱ و ۲ و ۳ و در زیرشاخه دیگر ارقام شاهد چندلر و فرنور قرار دارد. بیشترین فاصله اقلیدسی طبق این دندروگرام بین ارقام کاندیدای نازنین ۲ و ۳ با ارقام شاهد مشاهده شد. کمترین فاصله اقلیدسی بین ارقام کاندید نازنین ۲ و ۳ مشاهده شد. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای ارقام مورد بررسی در این پروژه

گروه‌بندی ارقام گردو با استفاده از تجزیه خوشه‌ای: مقایسه گروه‌بندی ارقام مورد بررسی گردو در این تحقیق بر اساس صفات رویشی، زایشی، پومولوژیکی و مجموعه صفات نشان داد که دندروگرام در فاصله اقلیدسی ۲۵ به دو زیرشاخه تقسیم می‌شود (شکل ۴). در یک زیر

۲ و ۳ در بخش PC1 منفی قرار داشتند. ارقام کاندید نازنین ۲ و ۳ نیز از این لحاظ که دارای PC2 مثبت بودند از رقم کاندید نازنین ۱ دارای PC2 منفی متمایز شدند.

(شکل ۴) با نتایج بدست آمده در نمودار دو وجهی دو مولفه اصلی بر اساس صفات مورفولوژیکی مختلف (شکل ۳) مطابقت داشت. از اینرو که ارقام شاهد دارای PC1 مثبت و ارقام کاندید نازنین ۱ و



شکل ۴- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای ارقام گردو مورد بررسی بر اساس کلیه صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری گردو

Fig 4- Dendrogram of cluster analysis of the studied walnut cultivars based on all morphological and pomological traits of the National Guidelines for Walnut Distinction, Uniformity and Stability Tests

در این مطالعه در خصوص ویژگیهای ژنوتیپ نازنین ۱ به لحاظ زمان برگدهی در مقایسه باژنوتیپ‌های محلی متوسط برگده می باشد و حدود یک هفته زودتر از ژنوتیپ نازنین ۳ و تقریباً ده روز قبل از ژنوتیپ نازنین ۲ شروع به برگدهی می کند. در مقایسه با ارقام خارجی ژنوتیپ نازنین ۱ حدود ۲۵ روز زودتر از رقم فرنور ۲۰ روز زودتر از چندلر ۱۵ روزتر از رقم پدرو شروع به برگ دهی میکند. درصد باردهی جانبی این ژنوتیپ ۹۰ درصد می باشد و باردهی آن اکثراً بصورت یکی و دوتایی و سه تایی می باشد. این ژنوتیپ دارای فندقه متوسط و درصد مغز به پوست بیشتر و با کیفیت بسیار عالی مغز می باشد. در مقایسه با ارقام خارجی نسبت مغز این ژنوتیپ یک ونیم برابر رقم پدرو دو برابر چندلر و بیشتر از دو برابر مغز رقم فرنور می باشد.

مقدار مغز این ژنوتیپ تقریباً برابر با مغز ژنوتیپ نازنین ۲ می باشد و مغز این ژنوتیپ حدوداً دو سوم مغز نازنین ۳ می باشد. نتایج حاصل از برخی دیگر از مطالعات نیز بیانگر وجود اختلاف بین صفات مختلف گردو از نظر خصوصیات مورفولوژیکی، زایشی، رویشی و پومولوژیکی بود که تأیید کننده نتایج حاصل از این مطالعه بودند. از جمله Alinia و همکاران (۲۰۱۴) ویژگی های مورفولوژیکی ۱۵ جمعیت گردوی ایرانی بومی گیلان را اندازه گیری و ارزیابی کردند و بیان داشتند که عملکرد مغز همبستگی مثبت و معنی داری با وزن مغز، وزن و طول میوه خشک و ضخامت پوسته داشت. همچنین Mosivand و همکاران (۲۰۲۳) با هدف بررسی صفات مهم ارقام و ژنوتیپ های گردوی ایرانی، گردوی سیاه و

در این مطالعه در خصوص ویژگیهای ژنوتیپ نازنین ۱ به لحاظ زمان برگدهی در مقایسه باژنوتیپ‌های محلی متوسط برگده می باشد و حدود یک هفته زودتر از ژنوتیپ نازنین ۳ و تقریباً ده روز قبل از ژنوتیپ نازنین ۲ شروع به برگدهی می کند. در مقایسه با ارقام خارجی ژنوتیپ نازنین ۱ حدود ۲۵ روز زودتر از رقم فرنور ۲۰ روز زودتر از چندلر ۱۵ روزتر از رقم پدرو شروع به برگ دهی میکند. درصد باردهی جانبی این ژنوتیپ ۹۰ درصد می باشد و باردهی آن اکثراً بصورت یکی و دوتایی و سه تایی می باشد. این ژنوتیپ دارای فندقه متوسط و درصد مغز به پوست بیشتر و با کیفیت بسیار عالی مغز می باشد. در مقایسه با ارقام خارجی نسبت مغز این ژنوتیپ یک ونیم برابر رقم پدرو دو برابر چندلر و بیشتر از دو برابر مغز رقم فرنور می باشد.

مورفولوژیکی به خصوص صفت وزن مغز به خوبی قادر به تفکیک ژنوتیپ‌های بومی است. Bernard و همکاران (۲۰۲۰) ویژگی‌های مورفولوژیکی میوه خشک، پوسته و مغز گردوی ارقام مختلف را در کشور فرانسه اندازه‌گیری و سپس با نتایج حاصل از روش رادیوگرافی با اشعه ایکس مقایسه کردند. نتایج هر دو روش با استفاده از روش آماری تجزیه به عامل‌ها مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاکی از آن بود که استفاده از روش رادیوگرافی با اشعه ایکس می‌تواند جایگزین مناسبی برای روش‌های زمان‌بر و تخریبی اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی در گردو باشد. Shah و همکاران (۲۰۲۱) ویژگی‌های مورفولوژیکی و پومولوژیکی ۸۴ توده بومی گردو در مناطق جامو و کشمیر کشور هندوستان را بر اساس دستورالعمل تمایز، یکنواختی و پایداری UPOV و با استفاده از روش‌های آماری تجزیه به عامل‌ها و ترسیم نمودار خوشه‌ای اندازه‌گیری و ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که صفات مرتبط با وزن مغز، درصد مغز، ضخامت پوسته، طول میوه خشک، وزن میوه خشک، طول مغز و عرض مغز بیشترین سهم را در میزان تنوع فنوتیپی داشتند. Hussain و همکاران (۲۰۱۶) با هدف بررسی تنوع ژنتیکی، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و استفاده از آنها در برنامه‌های اصلاحی، ۱۹ توده بومی پاکستان را بر اساس صفات مورفولوژیکی آنها ارزیابی کردند. نتایج نشان داد که این ژنوتیپ‌ها در دو گروه از یکدیگر متمایز شدند. مهمترین صفات متمایز کننده عبارت بودند از نسبت وزن مغز، درصد پوسته، عملکرد مغز و عرض میوه خشک. همچنین، در این تحقیق، همبستگی مثبت و معنی‌داری بین عملکرد پوسته گردو با وزن میوه

هیبریدهای این دو شامل پارادوکس و رویال در مرکز تحقیقات کمال شهر کرج، صفات مورفولوژیکی مانند محیط تنه، قطر تاج، وزن و اندازه میوه خشک، وزن مغز، درصد مغز، رنگ مغز، راحتی باز شدن و ضخامت پوسته و درصد مغز اندازه‌گیری و ارزیابی شدند. همچنین Amiri و همکاران (2020) ۷۱ ژنوتیپ گردوی ایرانی را در مناطق مختلف استان کرمان بر اساس ۲۱ صفت مورفولوژیکی و پومولوژیکی مورد مقایسه قرار دادند. تحلیل نتایج بر اساس روش آنالیز مسیر، در نظر گرفتن درصد مغز و حساسیت به بلایت به عنوان عوامل وابسته و سایر صفات به عنوان عوامل مستقل نشان داد که صفاتی مانند عادت گلدهی، شکل مغز و تاریخ گلدهی اثر مثبت و معنی‌داری روی حساسیت به بلایت داشتند. Arzani و همکاران (۲۰۱۰) با انتخاب ژنوتیپ‌های برتر گردوی ایرانی از طریق صفات مهمی مانند زمان برگ‌دهی و ویژگی‌های خشک میوه، ژنوتیپ‌های بذری منطقه تفت در ایران را با استفاده از صفات پومولوژیکی و نیز مورفولوژیکی مورد ارزیابی قرار دادند. تجزیه به عامل‌ها حاکی از آن بود که سه عامل اصلی تا بیش از ۸۰ درصد تنوع مورفولوژیکی و پومولوژیکی را توصیف میکنند. مهمترین صفات متمایز کننده ژنوتیپ‌ها از یکدیگر عبارت بود از وزن میوه خشک، ضخامت مغز و طول میوه خشک. Zhang و همکاران (۲۰۲۱) تنوع مورفولوژیکی میوه خشک و مغز میوه ژنوتیپ‌های نوعی گردوی بومی چین (*Juglans mandshurica*) را در یکی از استانهای کشور چین با استفاده از روش تجزیه به عامل‌ها و به کمک رسم نمودار خوشه‌ای بررسی کردند. بر اساس نتایج حاصله، صفات

خشک، عملکرد مغز و عرض میوه خشک و همبستگی منفی و معنی داری بین نسبت مغز با عملکرد پوسته و وزن میوه خشک گزارش شد. Ipek و همکاران (۲۰۱۹) پس از جمع آوری مغز گردوی ۲۵۰۰ ژنوتیپ از سه استان مختلف کشور ترکیه، ۳۰۰ ژنوتیپ برتر از لحاظ وزن میوه خشک را انتخاب و از میان آنها هشت ژنوتیپ برتر از لحاظ درصد مغز را گزینش کردند. سپس با هدف شناسایی و گزینش ژنوتیپهای برتر ارزیابی صفات پومولوژیکی مانند زمان شکفتن جوانه گل و جوانه برگ، زمان باز شدن گل نر و ماده، زمان تشکیل میوه روی شاخه-های جانبی، تعداد میوه روی شاخه و زمان ریزش برگ، صفات مورفولوژیکی مانند خصوصیات درخت (سن، ارتفاع، قطر تاج، محیط تنه، حساسیت به آنتراکنوز)، خصوصیات میوه خشک و مغز و نیز آنالیز مولکولی با استفاده از نشانگر SSR را انجام دادند. نتایج حاصله حاکی از ارزشمند بودن هشت ژنوتیپ مورد بررسی از لحاظ صفات میوه خشک و مغز، عدم مشابهت آنها با ارقام خارجی فرانکت و چندلر و متمایز بودن آنها از یکدیگر از لحاظ صفات مورفولوژیکی بود. در مطالعه دیگری در پاکستان (Azhar et al., 2019)، برای تفکیک ۶۴ رقم گردوی ایرانی جمع آوری شده از ۱۶ منطقه مختلف، از آنالیز مولکولی به روش SSR، تجزیه به عامل ها و رسم نمودار خوشه ای استفاده کردند. بر اساس نتایج حاصله این ارقام در ۶ گروه طبقه بندی شدند. در این مطالعه در خصوص ویژگیهای ژنوتیپ نازنین ۲ نسبت به ژنوتیپهای محلی و ژنوتیپ نازنین ۳ و ۱ دیربرگه تر می باشد. میوه دهی این ژنوتیپ صد درصد جانبی می باشد یعنی تمام جوانه های جانبی و انتهایی آن دارای

بار می باشد. باردهی میوه این ژنوتیپ بصورت یکی، دوتا، سه تا و حتی تا ده تا مشاهده شده است. داری فندقه تقریباً بزرگ بوده و پوست آن کاغذی تر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر می باشد. نسبت مغز به پوست این ژنوتیپ بیشتر بوده و کیفیت مغز نیز هم به لحاظ سفیدی و هم به لحاظ خوشمزه‌گی و درصد چربی بالا می باشد. با توجه به خصوصیتی که ذکر شد این ژنوتیپ به لحاظ عملکرد میتواند سه تا چهار برابر ارقام خارجی مثل چندلر باردهی داشته باشد. Cosmulescu و همکاران (۲۰۱۷) با هدف شناسایی و معرفی ظرفیت های توده های بومی گردوی ایرانی در کشور رومانی، ۶۴ ژنوتیپ بومی مناطق جنوب غربی این کشور را با استفاده از صفات مورفولوژیکی مربوط به مغز مورد بررسی قرار دادند. خصوصیات مورفولوژیکی اندام های تولید مثلی نر (شاتون، گل نر، بساک و دانه های گرده) ۶ ژنوتیپ گردوی ایرانی در برخی مناطق کشور صربستان اندازه گیری و مورد ارزیابی قرار گرفت (Milatović et al., 2020). نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها از لحاظ کلیه صفات اندازه گیری شده به جز صفت عرض شاتون بود. Bukucu و همکاران (۲۰۲۰) به منظور شناسایی تنوع فنولوژیکی بین ۶۸۴ ژنوتیپ گردوی ایرانی در بخش هایی از ترکیه، زمان باز شدن جوانه های برگ، برگدهی، زرد شدن و زمان برگ ریزی آنها را ثبت کردند. در این مطالعه نیز در خصوص ویژگیهای ژنوتیپ نازنین ۳ به لحاظ زمان برگدهی نسبت به اکثر ژنوتیپ های بومی دیر برگه تر بوده و برگدهی آن بعد از نازنین ۱ و قبل از ژنوتیپ نازنین ۲ می باشد. درصد باردهی ژنوتیپ

به‌طوری‌که، از میان صفات ارزیابی شده، تنها دو صفت شامل دوام نداشتن دمبرگ اصلی و پروتاندرو بودن بین سه ژنوتیپ کاندید و شاهد یکسان بود. ژنوتیپ نازنین ۱ به لحاظ زمان برگ‌دهی در مقایسه با ژنوتیپ‌های محلی متوسط برگ‌ده می‌باشد و حدود یک هفته زودتر از ژنوتیپ نازنین ۳ و تقریباً ده روز قبل از ژنوتیپ نازنین ۲ شروع به برگ‌دهی می‌کند. در مقایسه با ارقام خارجی نسبت مغز این ژنوتیپ، دو برابر چندلر و بیشتر از دو برابر مغز رقم فرنور می‌باشد. مقدار مغز این ژنوتیپ تقریباً برابر با مغز ژنوتیپ نازنین ۲ می‌باشد و مغز این ژنوتیپ حدوداً دو سوم مغز نازنین ۳ می‌باشد. در خصوص ژنوتیپ نازنین ۲ میوه دهی این ژنوتیپ صد درصد جانبی می‌باشد یعنی تمام جوانه‌های جانبی و انتهایی آن دارای بار می‌باشد. با توجه به خصوصیتی که ذکر شد این ژنوتیپ به لحاظ عملکرد می‌تواند تا سه برابر ارقام خارجی مانند چندلر باردهی داشته باشد. در خصوص ویژگی‌های ژنوتیپ نازنین ۳ دارای فندقه بزرگتر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بود.

منابع

- 1) Alinia Ahandani, E., Darzi Ramandi, H., Sarmad, J., Asadi Samani, M., Yavari, A. and R, Alinia Ahandani. 2014. Evaluation of morphological diversity among some Persian walnut accessions (*Juglans regia* L.) in Guilan, Northern Iran. *International Journal of Plant Biology & Research*, 2(3): 1015.
- 2) Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M.R. and C, Leslie. 2020. Correlations between some horticultural traits in walnut. *Hortscience*, 45(11): 1690-1694.
- 3) Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A. and M.R, Roozban. 2010. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New*

نازنین ۳ حدوداً ۸۰ درصد می‌باشد اما بزرگ بودن فندقه آن باعث جبران پایین بودن درصد میوه دهی جانبی کم تر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر را بنماید و دارای مغز پر و با رنگ روشن می‌باشد. دارای فندقه بزرگتر نسبت به دو ژنوتیپ دیگر بوده و به لحاظ وزنی هر فندقه آن در مقایسه با ارقام خارجی مثل چندلر قابل مقایسه نمی‌باشد. شکل فندقه هر سه ژنوتیپ تقریباً کروی می‌باشد و سطح فندقه تقریباً صاف و بدون سوراخ در انتهای فندقه می‌باشند. Karadağ and Akça (۲۰۱۱) و Aslantaş (۲۰۱۴) نیز با هدف بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های برتر برای انجام برنامه‌های اصلاحی در زمینه استفاده از ارقام دیر برگه، ژنوتیپ‌های گردوی بذری به ترتیب در استان آماسیا و شمال شرقی آناتولی در ترکیه را از لحاظ دیر گلدی، عادت گلدی، تحمل به بیماریهای بلایت و آنتراکنوز و کیفیت میوه مورد بررسی قرار دادند. Bayazit (۲۰۱۲) با استفاده از تکنیک آماری تحلیل مسیر، روی دوازده ژنوتیپ گردوی ایرانی نشان دادند که درصد مغز و عملکرد درخت به صورت مستقیم و غیر مستقیم تحت تاثیر صفات مورفولوژیکی میوه و درخت قرار می‌گیرند. به طوری که وزن میوه و پوسته میوه گردو به طور مستقیم باعث کاهش درصد مغز می‌شوند، اما وزن مغز با درصد مغز همبستگی مثبت و معنی داری دارد. تعداد میوه در هر درخت، ارتفاع میوه و درصد مغز مهمترین فاکتورهای تعیین کننده عملکرد درخت گردو بودند.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی از لحاظ ویژگی‌های مختلف وجود دارد.

- 11) Dogan, Y., Kafkas, S., Sütyemez, M., Akca, Y. and N, Türemis. 2014. Assessment and characterization of genetic relationships of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes by three types of molecular markers. *Scientia Horticulturae*, 168: 81–87.
- 12) Ebrahimi, A., Fatahi, R. and Z, Zamani. 2021. Analysis of genetic diversity among some Persian walnut genotypes (*Juglans regia* L.) using morphological traits and SSRs markers. *Scientia Horticulturae*, 130: 146-151.
- 13) Hussain, I., Sultan, A., Shinwari, Z.K., Raza, G. and K, Ahmed. 2016. Genetic diversity based on morphological traits in walnut (*Juglans regia*) landraces from karakoram region-I. *Pakistan Journal of Botany*, 48(2): 653-659.
- 14) Ipek, M., Arıkan, S., Pırlak, L. and A, Eşitken. 2019. Phenological, morphological and molecular Characterization of Some promising walnut (*Juglans regia* L) genotypes in Konya. *Erwerbs-Obstbau*. DOI: 10.1007/s10341-018-0411-9.
- 15) Iranian Agriculture Statistic . 2024. Horticultural Products. Ministry of Agricultural Jihad, Deputy for Planning and Economy, Information and Communication Technology Center. JAP.
- 16) Karadağ, H. and Y, Akça. 2011. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from selected native population in Amasya Province. *African Journal of Biotechnology*, 10(74): 16763-16768.
- 17) Karimi, R., Ershadi, A., Ehtesham, Nia A., Sharifani, M., Rasouli, M., Ebrahimi, A. and K, Vahdati. 2014. Morphological and molecular evaluation of Persian walnut populations in northern and western regions of Iran. *Journal of Nuts*, 5(2): 21-31.
- 18) Khadivi, A., Montazeran, A., Rezaei, M. and A, Ebrahimi. 2019. The *Zealand journal of crop and horticultural science*, 36(3): 159-168.
- 4) Aslantaş, R. 2014. Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. *New Zealand journal of crop and horticultural science*, 34(3): 231-237.
- 5) Azhar, N., Khan, M.Q., Riaz, M., Bibi, A.A., Ali, G.M. Begums, S. and J.Q, Swati. 2019. Genetic relationship analysis of walnut (*Juglans regia*) grown in westers Himalayan azad Kashmir. *Pakistan Journal of Animal and Plant Science*, 29(3): 122-141.
- 6) 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(2): 513-517.
- 7) Bernard, A., Hamdy, S., Corre, L.L., Dirlewanger, E. and F, Lheureux. 2020. 3D characterization of walnut morphological traits using X-ray computed tomography. *Plant Methods*, 16: 115.
- 8) Bukucu, Ş.B., Özcan, A., Sutyemez, M. and E, Yildirim. 2020. Determination the phenological difference levels of seedlings of some walnut getotypes (*Juglans regia* L.). *Applied ecology and environmental research*, 18(3): 4807-4815.
- 9) Cosmulescu, S., Stefanescu, D. and M, Birsanu Ionescu. 2017. Genetic diversity among *Juglans regia* genotypes based on morphological characters of nut. *Erwerbs-Obstbau*. Doi: 10.1007/s10341-017-0347-5.
- 10) Davoodi, F., Rezaei, M., Heydari, P. and H, Hokmabadi. 2020. Study of genetic diversity of superior walnut genotypes based on fruit morphological traits and ISSR markers in Shahrood region. *Journal of Horticultural Sciences*, 33(4): 604-593.

- for some quantitative and qualitative traits and study of genetic diversity of promising samples based on ISSR marker. *Plant Production (Agricultural Scientific Journal)*, 24 (4): 281-294.
- 26) Zhang, L., Lu, X., Zhou, Q. and J, Deng J. 2021. Morphological variability between geographical provenances of walnut fruit (*Juglans mandshurica*) in the Eastern Liaoning Province, P.R. China. *Poland Journal of Environment Studies*, 30(5): 4353-4364.
- pomological characterization of walnut (*Juglans regia* L.) to select the superior genotypes – An opportunity for genetic improvement. *Scientia Horticulturae*, 248: 29:33.
- 19) Milatović, D., Nikolić, D., Janković, S., Janković, D. and J, Stanković. 2020. Morphological characteristics of male reproductive organs in some walnut (*Juglans regia* L.) genotypes. *Scientia Horticulturae*, 272: 109587.
- 20) Mosivand, M., Hassani, D., Payamnour, V. and M, Jafar Aghaei. 2023. Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. *Crop Breeding Journal*, 3(1), 25-30.
- 21) Rezaei, Z. Khadivi, A., ValizadehKaji, B. and A, Abbasifar. 2018. The selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes as revealed by morphological characterization. *Euphytica*, 214: 6980.
- 22) Salehi Shanjani, P., Dadmand, M., Seydian, S.A., Rasoulzadeh, L., Fallah Hosseini, L., Ramezani Yeganeh, M., Amirkhani, M. and M.R, Pahlavani. 2022. Study of genetic diversity of Iranian walnut *Juglans regia* using quantitative and qualitative growth traits. *Forest and Wood Products, Journal of Natural Resources of Iran*, 74(2): 209-221.
- 23) Shah, R.A., Bakshi, P., Sharma, N., Jasrotia, A., Itoo, H., Gupta, R. and A, Singh. 2021. Diversity assessment and selection of superior Persian walnut (*Juglans regia* L.) trees of seedling origin from North-Western Himalayan region. *Resources, Environment and Sustainability*, 3: 100015.
- 24) Shah, U.N., Mir, J.I., Ahmed, N., Zaid, A., Jan, S., Fazili, K.M. and S.H, Wani. 2018. Biotechniques for improvement of qualitative and quantitative traits in walnut (*Juglans regia*). *Advances in Horticultural Science*, 32(1): 113-135.
- 25) Zare-Rashvandi, N., Erfani Moghadam, J. and A, Fazeli. 2021. Selection of Iranian walnut genotypes

Assessment of the differentiation, uniformity and stability of walnut registration candidate genotypes

Esfandiar Hassani Moghaddam (Corresponding author)^{1*}, Abdolreza Kavand², Mozafar Dolatshah³ and Mahdi Shaaban⁴

1- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran,
Es_hassani@yahoo.com

2- Assistant professor, Seed and Plant Certification and Registration Research Institute, AREEO, Karaj, Iran,
abdolreza.kavand@gmail.com

3- Instructor, Department of Agricultural and Horticultural Sciences, Lorestan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lorestan, Iran,
mdilatshah@gmail.com

4- Instructor, Department of Agricultural and Horticultural Sciences, Lorestan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Lorestan, Iran,
Shaaban.mehdi@gmail.com

Received: October 2025 Accepted: December 2025

Abstract

Introduction: The genus *Juglans* L. comprises 21 species worldwide, all of which are edible. The Persian walnut (*Juglans regia*) is one of the most important species, valued highly in Europe, Asia, and North America due to its high-quality fruit and timber.

Materials and Methods: This study was conducted to investigate the differentiation, uniformity and stability of different walnut genotypes. In this study, five trees from each of the three candidate walnut cultivar registration genotypes, including Nazanin 1, Nazanin 2 and Nazanin 3, were studied with two control walnut cultivars, Chandler and Farnour, available in Alashtar County, Lorestan Province.

Results and Discussion: The results indicated that there was a significant difference between the genotypes and cultivars studied in terms of various characteristics. So that, among the evaluated traits, only two traits, including the lack of persistence of the main petiole and being protander, were the same between the three candidate and control genotypes. The Nazanin 1 genotype is an average leaf-bearing genotype in terms of leaf-bearing time compared to local genotypes and begins leaf-bearing about a week earlier than the Narnin 3 genotype and approximately ten days before the Nazanin 2 genotype. Compared to foreign cultivars, the kernel ratio of this genotype is twice that of Chandler and more than twice that of the Farnour cultivar. The kernel quantity of this genotype is almost equal to the kernel of the Nazanin 2 genotype, and the kernel of this genotype is about two-thirds of the kernel of the Nazanin 3 genotype. Regarding the Nazanin 2 genotype, the fruiting of this genotype is 100% lateral, meaning that all its lateral and terminal buds are loaded.

Conclusion: Considering the characteristics mentioned, this genotype can yield up to three times as much fruit as foreign varieties such as Chandler. Regarding the characteristics of the Nazanin 3 genotype, it had larger hazelnuts than the other two genotypes.

Key words: Differentiation, Dried Fruit, Morphological Traits, Pomological Traits, Walnut