مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۴ شماره ۴ صفحه‌های ۶۰۱ تا ۶۱۶ (۱۴۰۲)
مقاله پژوهشی

ارزیابی برخی ویژگی های میوه‌کاری و درصد روغن برخی نژادگان‌های برتر گردو در مناطق مختلف گردوکاری استان کهگیلویه و بویراحمد

Evaluation of Fruit Characteristics and Oil Percentage of Some Superior Walnut Genotypes in Kohgilouye and Boyer Ahmed Province

زهرا داورخواه[۱]، مهدی حسینی فرهی*[۱و۲]، محسن رادی[۲و۳] و صدیقه قلی پور[۴]

۱. گروه علوم باغبانی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
۲. گروه پژوهشی امنیت غذایی و کشاورزی پایدار، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران
۳. گروه علوم صنایع غذایی، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
۴. گروه علوم پایه، واحد یاسوج، دانشگاه آزاد اسلامی، یاسوج، ایران.
*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (mehdi.hosseinifarahi@iau.ac.ir)
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۳/۲۹، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۷

چکیده

هدف از این پژوهش شناسایی و گزینش نژادگان‌های برتر گردو بر اساس ویژگی‌های میوه‌کاری، درصد روغن و میزان کلسیم و فسفر مغز گردو در مناطق مختلف گردوکاری استان کهگیلویه و بویراحمد بود. در این پژوهش ۱۴ نژادگان برتر گردو در مناطق مختلف استان مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که نژادگان‌های مختلف از نظر صفات میوه‌کاری دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. از میان ۱۴ نژادگان ارزیابی شده، بیشترین میانگین وزن میوه گردو با پوست سبز مربوط به نژادگان‌های کوخدان ۱ و دلی‌رج ۱ به ترتیب با میانگین ۷۶/۷۶ و ۷۳/۳۹ گرم، بیشترین وزن گردو بدون پوست سبز در نژادگان‌های کوخدان ۱ و ستنگان ۱ و۲ به ترتیب با میانگین ۳۰/۲۶ و ۲۸/۱۷ و ۲۷/۱۳ گرم به‌دست آمد. بیشترین وزن مغز گردو در نژادگان کوخدان ۱ به میزان ۱۳/۵۸ گرم در مقایسه با سایر نژادگان‌ها مشاهده گردید. نژادگان کوخدان ۱ بیشترین طول و قطر مغز گردو را به ترتیب به میزان ۳۶/۰۴ و ۳۶/۱۲ میلی‌متر در مقایسه با سایر نژادگان‌ها نشان داد. میزان درصد مغز گردو از ۴۸/۶۱ تا ۳۴/۴۵ درصد در نژادگان‌های مختلف متفاوت بود. نژادگان‌های کوخدان ۱، دلی رج ۱، وزگ ۲، شهنیز و کوخدان ۲ به ترتیب بیشترین درصد مغز گردو را به ترتیب به میزان ۴۸/۶۱، ۴۸/۴۵، ۴۷، ۴۵/۴۴ و ۴۵/۴۱ درصد در مقایسه با سایر نژادگان‌ها نشان دادند. بیشترین درصد روغن به میزان ۶۳/۶۹ درصد در نژادگان وزگ ۱ و کمترین درصد روغن به میزان ۳۶/۷۱ در نژادگان دلی‌رج ۲ به‌دست آمد. نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو شاخص مهمی در کیفیت مغز گردو می باشد. این نسبت از ۰/۲۶۳ تا ۰/۰۶۴ متغیر بود که در بین نژادگان‌های مورد ارزیابی بیشترین و کمترین نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو به ترتیب در نژادگان‌های ستنگان ۱ و۲ و شهنیز ۱ و دلی‌رج ۲ مشاهده گردید. بنابراین در میان نژادگان‌های مورد ارزیابی، از نظر خصوصیات میوه‌کاری و ارزش تغذیه ای نژادگان‌های کوخدان ۱، ستنگان ۱و۲، سی‌سخت ۲ و وزگ ۱، به عنوان نژادگان‌های برتر انتخاب و استفاده از این نژادگان‌ها در برنامه‌های به‌نژادی پیشنهاد می‌شود.

واژه های کلیدی: درصد مغز، درصد پوکی، فسفر، کلسیم، وزن میوه.

مقدمه

گردو با نام علمی *Juglans regia* L. از مهمترین گونه‌های اقتصادی است که به دلیل تولید میوه و کیفیت مطلوب چوب در سراسر جهان کشت می‌شود. گردو گسترده‌ترین درخت آجیلی در جهان است که در دهه گذشته، تولید آن در سراسر جهان افزایش یافته است. در بین گونه‌های گردو، گردوی ایرانی بیشترین گونه کشت و از نظر تجاری مهم‌ترین گونه است. علاوه بر

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

این، گردو دارای ارزش غذایی بسیار بالایی می‌باشد. مغز گردو غنی از پروتئین، مواد معدنی و لیپیدها حاوی حدود ۷۰ درصد اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه است. گردو یکی از آجیل‌هایی است که به طور کلی در رژیم غذایی بسیاری از کشورها یافت می‌شود (Chatrabnous *et al.*, 2018; Rabadán *et al.*, 2018).

بر اساس آمارنامه فائو در سال ۲۰۲۱ میزان تولید گردو در کل دنیا ۳۵۰۰۱۷۲ تن بوده است که بالاترین میزان تولید گردو به‌ترتیب متعلق به پنج کشور چین، آمریکا، ایران، ترکیه و شیلی می‌باشد. کشور چین بزرگترین تولید کننده گردو در دنیا محسوب می‌شود ایران با تولید ۳۸۶۹۷۶ تن گردو بعد از چین و آمریکا سومین کشور بزرگ تولیدکننده گردو می‌باشد، همچنین سطح زیر کشت گردو در کل دنیا ۱۱۳۷۷۸۸ هکتار بوده که ایران با سطح زیر کشت ۵۳۵۰۴ هکتار در جایگاه ششم بعد از کشورهای چین، آمریکا، ترکیه، مکزیک و بورکینافاسو قرار دارد (FAO, 2021). سطح زیر کشت خشکبارها در کشور ۹۴۳/۴۹ هکتار و میزان تولید ۷۵۸/۹۹۸ تن می‌باشد که در این بین گردو با سطح زیر کشت ۱۶۵/۰۵۸ هکتار و میزان تولید ۲۶۱/۲۶۲ تن رتبه دوم را در بین خشکبارها پس از پسته به خود اختصاص داده است. در استان کهگیلویه و بویراحمد سطح زیر کشت و میزان تولید گردو به ترتیب ۳۳۶۶ هکتار و ۴۸۴۸ تن می‌باشد (Anonymous, 2022).

کشت درخت گردو در مکان‌های مختلف، توسعه نژادگان‌های جدید گردو را تشویق کرده است که با شرایط محیطی منطقه رشد آن‌ها و ترجیحات بازارهای محلی سازگار است. همه این ارقام دارای منبع ژنتیکی عظیمی از مواد گیاهی هستند که برای شناخت ویژگی‌های خاص آن‌ها و استفاده بهینه از آن باید مورد مطالعه قرار گیرد (Jun Yang *et al.*, 2009). گردو به دلیل تکثیر زایشی و دگرگرده‌افشانی دارای تنوع ژنتیکی زیادی است. این گیاه دارای تنوع ژنتیکی بسیار غنی بوده و صفات برتری نظیر زود به بار نشستن، باردهی روی شاخه‌های جانبی، بزرگ‌تر بودن مغز، ترکیبات بیوشیمیایی و سایر صفات با ارزش در نژادگان‌ها وجود دارد که پس از شناسایی می‌توانند مورداستفاده قرار گیرند(Salehi Shanjani *et al.*, 2021; Vahdati and Zareie, 2004).

علاقه به تولید و مصرف گردو با خواص سلامتی گردو مرتبط است. مصرف گردو دارای اثرات ضدسرطانی و ضدآتروژنیک، بهبود پروفایل لیپوپروتئین خون بوده و به تنظیم فعالیت ایمنی و پاسخ التهابی کمک می‌کند (Awad and Fink, 2000; Jilong Yang *et al.*, 2009). مغز گردو به دلیل ترکیب شیمیایی اسیدهای چرب از لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی اهمیت داشته و تأثیر مثبتی در سلامتی انسان دارد. شناسایی و گزینش نژادگان‌های برتر گردو بر اساس ویژگی‌های عملکردی و ترکیبات فیتوشیمیایی در مناطق مختلف گردوکاری کشور یک کار ارزشمند می‌باشد (Hakimi *et al.*, 2022; Shafaei Chorush and Arzani, 2018).

با توجه به اینکه ایران به‌عنوان یکی از تولیدکنندگان اصلی گردو در جهان می باشد لذا بررسی تنوع ژنتیکی، شناسایی و معرفی نژادگان‌های برتر گردو اهمیت زیادی دارد. شناسایی تنوع ژنتیکی موضوع مهمی در برنامه‌های به‌نژادی، مدیریت منابع ژنتیکی و انتخاب نژادگان‌های برتر گردو از مناطق مختلف ایران است. رویکردهای مختلفی برای ارزیابی تنوع ژنتیکی گردو وجود دارد. اولین مورد استفاده از ویژگی‌های میوه‌کاری است. وزن میوه و مغز، ضخامت پوسته، نحوه جداسازی مغز از پوسته چوبی و درصد مغز از مهم‌ترین شاخص‌های تولید اقتصادی گردو می باشند (Davoodi *et al.*, 2019; Sharifi *et al.*, 2021). تحقیقات متعددی در نقاط مختلف ایران و دنیا، در ارزیابی پومولوژیکی ارقام و نژادگان‌های مختلف گردو به‌منظور شناسایی ارقام و نژادگان‌های برتر صورت گرفته است. مطالعات انجام شده بر روی نژادگان‌های گردو در منطقه گواس واقع در شرق آنتالیا در ترکیه نشان داده است که بین نژادگان‌های برتر وزن میوه بین ۱۰/۴-۱۷/۰ گرم، وزن مغز ۵/۹-۷/۹، ضخامت پوست سخت بین ۰/۹-۱/۸ میلی‌متر، درصد مغز بین ۴۵/۱-۵۹/۳ درصد متغیر است (Yarilgac *et al.*, 1999). در پژوهشی که به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ۲۸ نژادگان منتخب گردو پرورش یافته در ایستگاه تحقیقات دانشگاه تهران، نتایج نشان داد که نژادگان‌های UTW10 و UTW09 دارای بیشترین درصد مغز به ترتیب به مقدار ۶۹/۱۲ و ۶۷/۱۴ درصد بودند. نژادگان‌های UTW09 و UTW05 به ترتیب بیشترین وزن مغز با میزان ۸/۰۵ و ۷/۸۷ گرم را دارا بودند. نژادگان‌های UTW22 و UTW05 به ترتیب با ۱۴/۴۸ و ۱۳/۹۳ گرم بیشترین وزن خشک میوه را به خود اختصاص دادند و در مجموع نژادگان‌های UTW01، UTW04، UTW06، UTW07، UTW08، UTW20 و UTW22 به عنوان نژادگان‌های امیدبخش انتخاب شدند (Hakimi *et al.*, 2022). در پژوهشی که به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در شش منطقه استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گرفت نتایج نشان داد که تفاوت زیادی در میان نژادگان‌ها از نظر دوره رشد سالانه (۱۹۰-۲۳۰ روز)، بیشترین وزن میوه و مغز (۶۳/۴۴-۸/۳۵ گرم) مشاهده

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

گردید. همچنین افزایش ارتفاع و کاهش دما ویژگی‌های فنولوژیکی نژادگان‌های گردو را به تاخیر انداخت و نژادگان‌های مناطق ستنگان و گنجگان به دلیل داشتند خصوصیات مفید دیربرگ و دیرگل دهنده جهت برنامه‌های به‌نژادی و حفاظتی گردو از خطرات سرمازدگی بهاره پیشنهاد شدند (Sharifi *et al*., 2021). در پژوهشی که به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ۲۱ نژادگان برتر گردو با نشانگر ISSR در منطقه شاهرود انجام گرفت نتایج نشان داد که میانگین وزن میوه و وزن مغز در نژادگان‌های انتخابی به ترتیب ۱۴/۳۴ و ۷/۳۳ گرم بود. بیشترین میزان وزن میوه و مغز به ترتیب به میزان ۱۷/۵۰ و ۱۰/۳ گرم در نژادگان OR23 مشاهده شد. میانگین درصد مغز گردوهای برگزیده ۵۱/۱۷ درصد بود. بیشترین میزان درصد مغز (۶۲/۷ درصد) در نژادگان T12مشاهده شد (Davoodi *et al*., 2019).

در پژوهشی که بر روی ۱۸ نژادگان امیدبخش گردو در استان کرمانشاه بر اساس ویژگی‌های روغن گردو انجام گرفت نتایج نشان داد که بیش از ۸۸ درصد ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو از نوع غیراشباع بود. از اسیدهای چرب روغن گردو لینولئیک اسید (۵۷/۷۷-۳۹/۳۸ درصد)، اسید چرب غالب و اولئیک اسید (۴۱/۲۹-۲۰/۶۷ درصد)، لینولنیک اسید (۱۲/۸۹-۷/۸۴ درصد)، پالمتیک اسید (۹/۳۳-۶/۷ درصد) و استئاریک اسید (۴/۶۷-۱/۴۷ درصد) بیشترین مقادیر را داشتند. ارزیابی همبستگی بین صفات در این بررسی نشان داد، ارتباط منفی معنی‌داری بین اسیدهای چرب اولئیک اسید و لینولئیک اسید وجود دارد (Shafaei Chorush and Arzani, 2018). همچنین در پژوهشی دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز در نژادگان‌های مورد مطالعه نژادگان‌های گردو در منطقه تفت استان یزد به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶گرم و ۷۹/۶-۳۸/۴ درصد گزارش شده است (Arzani *et al*., 2008). در پژوهشی خصوصیات پومولوژیکی و ترکیب اسیدهای چرب ۱۳ رقم و نژادگان برتر گردو شامل ارقام چندلر، سر، وینا، لارا، پدرو، دماوند، جمال، RDM ، B21، K72، Z53، Z60 و Z67 مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این پژوهش نشان داد که نژادگان‌های B21 و RDM به ترتیب بالاترین درصد مغز و روغن را دارا بودند و بیشترین درصد پروتئین برای رقم جمال به دست آمد. همچنین، نژادگان‌های Z53 و Z60 و رقم چندلر درصد بالایی از اسیدهای چرب غیراشباع (PUFA) داشتند و در رقم جمال و نژادگان‌هایZ67، Z53 و K72 بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اسیدهای چرب اشباع (UFA/SFA)مشاهده شد (Yazdani *et al*., 2017).

با توجه به اینکه گردو یکی از مهمترین محصولات باغبانی کشور و استان کهگیلویه و بویراحمد می‌باشد و در مناطق سردسیری استان بیش از سه هزار هکتار سطح زیر کشت داشته و دارای تنوع ژنتیکی بالایی می‌باشد لذا ارزیابی نژادگان‌های برتر گردو از نظر خصوصیات کمی، کیفی از جمله درصد مغز و روغن و میزان عناصر فسفر و کلسیم در مغز گردو در مناطق مختلف گردوکاری استان لازم و ضروری می‌باشد. لذا این پژوهش برای اولین بار در استان کهگیلویه و بویراحمد انجام گردید.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی، مکان و نحوه نمونه‌گیری

از آنجائی‌که استان کهگیلویه و بویراحمد به عنوان یکی از مهم‌ترین مناطق تولید کننده گردو در کشور می‌باشد لذا به منظور بررسی خصوصیات کمی، کیفی و برخی ترکیبات فیتوشیمیایی نژادگان‌های برتر گردو، پژوهشی در سال ۱۳۹۹ در مناطق اصلی گردوکاری استان کهگیلویه و بویراحمد (شامل شهرستان‌های بویراحمد، دنا و مارگون) انجام گرفت. در این پژوهش ۱۴ نژادگان برتر گردو که بر اساس دیسکریپتور IPGRI[1] ((IPGRI, 1994) و گزارش پژوهش‌های انجام شده توسط Kavoosi, (2009) در مناطق مختلف پرورش گردو شناسایی، اتیکیت گذاری (شکل ۱ و ۲ و جدول ۱) و در فصل برداشت با مراجعه به این مناطق نسبت به برداشت میوه اقدام گردید. برداشت گردو بر اساس ترک خوردن پوست سبز گردو (شاخص برداشت گردو) انجام گرفت. برای هر نژادگان تعداد ۱۰۰ عدد میوه به طور تصادفی از کل محصول درخت برداشت گردید. ابتدا میوه در آزمایشگاه وزن و سپس جدا کردن پوسته سبز و خشک کردن گردوها طبق شرایط استاندارد انجام گرفت (Yerlikaya *et al*., 2012).

۱- International Plant Genetic Resources Institute

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

الف- a ب- b

شکل ۱- نقشه استان کهگیلویه و بویراحمد (الف) مناطق گردوکاری استان (ب).

Fig. 1. Map of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces (a) The main areas of walnut cultivation (b).

شکل ۲- تصاویر گوگل ارث مناطق گردو کاری استان کهگیلویه و بویراحمد.

Fig. 2. Google Earth images of walnut cultivation areas of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces (Google Earth Pro 2023).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

جدول ۱- پراکنش و مشخصات جغرافیایی نژادگان‌های مورد بررسی.

Table 1. Distribution and geographic characteristics of the investigated genotypes in the main walnut cultivation areas.

محل جمع آوری Collection site	محل نمونه‌برداری Site	کد ژنوتیپ Genotype Code	ارتفاع از سطح دریا (متر) Altitude (m)	طول جغرافیایی Longitude	عرض جغرافیایی Latitude
دنا Dena	Cisakht سی سخت	C1 C2	2365	30° 87.200 N	51°.45.791 E
	Kowkhdan کوخدان	KO1 KO2	2162	30° 83.073 N	51°.48.490 E
مارگون Maregoon	Delirej دلی رج	D1 D2	1626	31° 03.698 N	50°.93.020 E
	Shahniz شهنیز	Sh1 Sh2	1964	30° 03.260 N	51°.03.744 E
بویراحمد Boyerahmad	Setangan ستنگان	S1 S2	2264	30° 46.176 N	51°.67.316 E
	Ganjegonگنج گون	G1 G2	2203	30° 46.799 N	51°.69.984 E
	Vezg وزگ	V1 V2	2060	30° 54.258 N	51°.65.399 E

صفات مورد اندازه گیری

وزن میوه، وزن مغز و درصد مغز

وزن و مغز میوه به کمک ترازوی دیجیتال برحسب گرم اندازه‌گیری شد. همچنین از نسبت وزن مغز به وزن میوه، درصد مغز محاسبه گردید (Sarikhani Khorami and Vahdati, 2019).

درصد روغن مغز گردو

برای استخراج و اندازه‌گیری درصد روغن گردو، شصت گرم از هر نمونه همراه بـا ۳۰۰ سی‌سی حلال هگزان با استفاده از شیکر به مدت ۸ ساعت در تاریکی مخلوط و سپس به وسیله قیف بوخنر و با کاغذ واتمن شماره ۴۱ صاف گردید. در ادامه از سانتریفیوژ ۵۰۰۰ گرم برای جداسازی بیشتر استفاده گردید. سپس نمونه‌ها در دستگاه تبخیرکننده روتاری (هایدولف، کشور آلمان) در دمای ۴۰ درجه سلسیوس، حلال زدایی و درنهایت برای حذف باقیمانده حلال نیز از عبور جریان ملایم نیتروژن از روی نمونه استفاده گردید. مغز گردو توسط آسیاب آزمایشگاهی به‌صورت کاملاً یکنواخت پودر و با استفاده از روش سوکسله (در دمای ۴۵ درجه سلسیوس و حلال در اتیل اتر خشک) روغن‌گیری گردید. حلال موجود در روغن استخراج شده با استفاده از روتاری تحت خلاء در دمای ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵دقیقه، جداسازی و اندازه‌گیری میزان روغن آن با استفاده از ترازوی دیجیتال انجام گرفت. نهایتاً میزان روغن به‌صورت درصد روغن در ۱۰۰ گرم مغز گردو محاسبه گردید (Yazdani *et al*., 2017).

اندازه‌گیری فسفر و کلسیم مغز گردو

برای تهیه عصاره جهت اندازه‌گیری فسفر و کلسیم از دو روش هضم به روش مخلوط اسیدسولفوریک و اسیدسالیسیلیک (هضم تر) و هضم به روش سوزاندن خشک و ترکیب با HCL (هضم خشک) استفاده گردید (Yaghobifar *et al*., 2020). برای این منظور ۴ گرم نمونه مغز گردو خشک شده آسیاب و در کروزه چینی ریخته و در کوره به مدت ۲۴ ساعت با حرارت ۵۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شد. خاکسترها را با چند قطره آب مقطر خیس کرده و پنج میلی‌لیتر اسیدکلریدریک دو مولار به آن اضافه گردید. سپس کروزه‌های چینی را روی حمام بن ماری با دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار داده داده و بعد از یک ساعت محتویات کروزه به وسیله یک قیف در یک بالن ۵۰ سی‌سی ریخته و به حجم رسانده شد. محتویات بالن را از کاغذ صافی عبور داده و عصاره به‌دست آمده جهت قرائت عناصر آماده شد. بعد از عصاره‌گیری، عنصر فسفر به روش کالریمتری توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و کلسیم با استفاده از دستگاه جذب اتمی (مدل AS. A 2000) بر حسب میلی‌گرم در صدگرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. از تقسیم فسفر به کلسیم نسبت فسفر به کلسیم محاسبه گردید.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

واکاوی آماری داده‌ها

این پژوهش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار ده عدد میوه استفاده شد. واکاوی داده‌ها و انحراف معیار از میانگین با استفاده از نرم‌افزار MSTATC انجام و میانگین‌ها توسط آزمون LSD در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

نتایج و بحث

صفات عملکردی و میوه‌کاری

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نژادگان‌های مختلف از نظر صفات عملکردی دارای اختلاف معنی‌داری (P ۰/۰۱ >) می‌باشند. از میان ۱۴ نژادگان انتخاب شده، بیشترین میانگین وزن میوه گردو با پوست سبز مربوط به نژادگان‌های کوخدان ۱ و دلی‌رج ۱ به ترتیب با میانگین ۷۶/۷۶ و ۷۳/۳۹ گرم و کمترین در نژادگان‌های شهنیز ۱، وزگ ۱ و۲ به ترتیب با میانگین ۴۲/۰۶، ۴۳/۲۲ و ۴۳/۴۰ گرم به‌دست آمد. بیشترین وزن گردو بدون پوست سبز در بین نژادگان‌های مورد ارزیابی در نژادگان‌های کوخدان ۱ و ستنگان ۱ و۲ به ترتیب با میانگین ۳۰/۲۶ و ۲۸/۱۷ و ۲۷/۱۳ گرم و کمترین وزن گردو بدون پوست سبز در نژادگان‌های وزگ ۲، شهنیز ۲، ۱ و دلی‌رج ۲ به ترتیب به میزان ۱۶/۴۲، ۱۷/۱۵، ۱۷/۸۷ و ۱۹/۱۰ گرم به‌دست آمد. از نظر وزن پوست سبز میوه گردو، نژادگان دلی‌رج ۱ به میزان ۵۲/۰۸ گرم بیشترین و نژادگان‌های وزگ ۱، شهنیز۱، وزگ ۲، گنجگون ۱ و شهنیز ۲ به ترتیب کمترین میزان وزن پوست سبز میوه گردو را به میزان ۲۲/۵۹، ۲۳/۸۲، ۲۷/۸۱ و ۲۸/۴۳ گرم به‌دست آمد. بیشترین میزان وزن پوست چوبی میوه گردو به ترتیب در نژادگان‌های ستنگان ۱، گنجگون ۱ و ستنگان ۲ به ترتیب به میزان ۱۷/۶۸، ۱۶/۶۳ و ۱۵/۸۸ گرم و کمترین میزان وزن پوست چوبی در نژادگان‌های شهنیز ۱ و۲، دلی‌رج ۱ و۲، سی‌سخت ۱و۲ و کوخدان ۲ به ترتیب به میزان ۹/۴۰، ۹/۶۵، ۹/۹۵، ۱۰/۱۹، ۱۰/۶۸، ۱۰/۳۴ و ۱۰/۵۴ گرم مشاهده گردید (جدول شماره ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نژادگان‌های مختلف از نظر وزن، طول و قطر مغز گردو دارای اختلاف معنی‌داری ($P <$ ۰/۰۱) می‌باشند. نژادگان‌های مختلف گردو از نظر وزن مغز اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند. در میان ۱۴ نژادگان مورد ارزیابی، بیشترین وزن مغز گردو در نژادگان کوخدان ۱ به میزان ۱۳/۵۸ گرم و کمترین وزن مغز گردو به ترتیب در نژادگان‌های شهنیز۲، سی سخت ۱ و ۲، وزگ ۱، دلی‌رج ۱، شهنیز ۱ و گنجگون ۲ به ترتیب به میزان ۷/۰۸، ۷/۲۸، ۷/۶۲، ۷/۶۳، ۷/۹۲، ۷/۹۵ و ۷/۹۹ گرم مشاهده گردید. بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری در میزان طول و قطر مغز در میان نژادگان‌های مختلف گردو مشاهده گردید. نژادگان کوخدان ۱ بیشترین طول و قطر مغز گردو را به ترتیب به میزان ۳۶/۰۴ و ۳۶/۱۲ میلی‌متر در مقایسه با سایر نژادگان‌ها نشان داد. کمترین میزان طول مغز گردو به میزان ۲۴/۷ میلی‌متر و کمترین میزان قطر مغز گردو به میزان ۲۷/۴۹ و ۲۶/۹۷ میلی‌متر به ترتیب در نژادگان‌های کوخدان ۲ و وزگ ۱ مشاهده گردید (جدول شماره ۲).

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نژادگان‌های مختلف از نظر درصد مغز و درصد پوکی دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند ($P <$ ۰/۰۱). بر اساس نتایج مقایسه میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری در میزان درصد مغز در میان نژادگان‌های مختلف گردو مشاهده گردید. میزان درصد مغز گردو از ۴۸/۶۱ تا ۳۴/۴۵ درصد در نژادگان‌های مختلف متفاوت بود. نژادگان‌های کوخدان ۲، دلی‌رج ۱، وزگ ۲، شهنیز و کوخدان ۲ به ترتیب بیشترین درصد مغز گردو را به ترتیب به میزان ۴۸/۶۱، ۴۸/۴۵، ۴۷، ۴۵/۴۴ و ۴۵/۴۱ درصد در مقایسه با سایر نژادگان‌ها نشان داد. کمترین میزان درصد مغز گردو به میزان ۳۴/۴۵، ۳۶/۴۰ و ۳۷/۴۳ درصد به ترتیب در نژادگان‌های گنجگون ۱، ستنگان ۱ و وزگ ۱ مشاهده گردید (جدول ۳). از نظر درصد پوکی مغز گردو در میان ۱۴ نژادگان مورد ارزیابی، اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید. کمترین میزان درصد پوکی مغز گردو در نژادگان‌های شهنیز ۱، وزگ ۲، وزگ ۱ و شهنیز۲ به ترتیب به میزان ۰/۳۳ ، ۲/۱۴، ۳/۰۹، ۳/۲۴ در مقایسه با سایر نژادگان‌ها مشاهده گردید. بیشترین درصد پوکی مغز میوه در نژادگان‌های دلی‌رج ۱ و ۲ به میزان ۱۲/۵۹ و ۱۲/۲۶ مشاهده گردید (جدول ۳). از دلایل پوکی مغز گردو می‌توان به دیگوکامی و عدم همزمان رسی گل نر و ماده و فرایند گرده افشانی و لقاح اشاره کرد. تفاوت در شاخص‌های پومولوژیکی مرتبط با مغز و میوه گردو در مطالعات سایر پژوهشگران گزارش شده است. بررسی نتایج سایر پژوهشگران نشان

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

می‌دهد که دامنه تغییرات وزن میوه و مغز، درصد مغز و سایر صفات پومولوژیکی گردو متفاوت بود. دلیل این تنوع می‌تواند مربوط به تعداد و نوع نژادگان‌های مورد مطالعه و همچنین شرایط اکولوژیکی محل پژوهش باشد(Bayazit *et al.*, 2019).

مهم‌ترین صفات در برنامه‌های به‌نژادی گردو مربوط به میوه می‌باشد. تنوع زیاد در خصوصیات میوه نشان‌دهنده پتانسیل بالای نژادگان‌ها در منطقه برای انتخاب نژادگان‌های برتر بر اساس برنامه‌های به‌نژادی است. وزن میوه و وزن مغز ایده‌آل یک میوه گردو بایستی بین ۱۲-۱۸ و ۶-۱۰ گرم باشد و یا وزن مغز حداقل ۵۰ درصد وزن دانه را شامل شود Khadivi-Khub, (2014). در پژوهشی که به منظور انتخاب نژادگان‌های برتر گردو از بین ۵۸ نژادگان مورد ارزیابی شده از مناطق مختلف استان چهارمحال و بختیاری انجام گرفت، نتایج نشان داد که بیشترین درصد مغز (۶۲/۸۸) و کمترین وزن پوست چوبی (۴/۲۷ گرم) متعلق به نژادگان شماره ۲۰ بود. بیشترین محصول در نژادگان‌های ۱۸ و ۴۲ مشاهده گردید. نژادگان شماره ۲۱ نیز بیشترین وزن میوه و وزن مغز با به ترتیب به میزان ۲۸/۱۷ و ۱۰/۱۱ گرم را به خود اختصاص داد و در نهایت نژادگان‌های شماره ۳، ۵، ۱۵، ۱۸، ۲۰، ۲۱، ۲۲ و ۴۲ به عنوان نژادگان‌های امیدبخش و قابل توصیه برای احداث باغ و استفاده در برنامه‌های به‌نژادی معرفی شدند (Mousavi *et al.*, 2015).

در پژوهشی که به منظور بررسی خصوصیات کمی و کیفی ۱۳ رقم و نژادگان برتر گردو پرورش یافته در استان همدان انجام گرفت، نتایج نشان داد که ارقام و نژادگان‌های مختلف تفاوت معنی‌داری را در میزان وزن میوه نشان دادند. در پژوهش ذکر شده بیشترین و کمترین میزان وزن میوه به ترتیب به میزان ۱۶/۲ و ۷/۶ گرم در رقم جمال و RDM مشاهده گردید (Yazdani *et al.*, 2017). در پژوهش دیگری که در منطقه کهریز ارومیه انجام گرفت تفاوت در وزن میوه در بین نژادگان‌های مورد بررسی مشاهده گردید و بیشترین میزان وزن گردو به مقدار ۱۶/۳ گرم در نژادگان‌های KZ3 و KZ4 گزارش گردید (Rezaei *et al.*, 2020). در پژوهش‌های دیگری که به منظور بررسی ارزیابی خصوصیات پومولوژی نژادگان‌های گردو در استان گلستان و شهرستان نی‌ریز در استان فارس انجام گرفت بیشترین میزان وزن میوه به مقدار ۱۶/۴ و ۱۵/۳ گرم گزارش گردید (Ebrahimi *et al.*, 2010; Ehteshamnia *et al.*, 2012).

در پژوهشی انجام شده در استان گلستان، اختلاف مشاهده شده وزن میوه با پوست سبز بین ۱۴/۸۸ تا ۵۵/۸۸، وزن میوه با پوست سخت بین ۵/۶۴ تا ۲۵/۹۱، وزن مغز بین ۲/۱۴ و ۷/۵۱ گرم و درصد مغز بین ۱۹/۹۵ تا ۵۰/۱۹ متغیر بود. همچنین نتایج نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، درصد پروتوژینی و میزان چربی کاهش و میزان پروتئین افزایش می‌یابد (Ebrahimi et al., 2010). در پژوهشی که به منظور ارزیابی نژادگان‌های بومی گردو در غرب اسپانیا انجام گرفت، تفاوت معنی دار بالایی در صفات مورد بررسی و همچنین همبستگی معنی‌داری بین تنوع جغرافیایی و برخی صفات دیگر گزارش گردید (Diaz *et al.*, 2004). در پژوهشی که با هدف ارزیابی صفات مورفولوژیک و پومولوژیک ۳۳ نژادگان گردو در ملایر انجام گرفت نتایج نشان داد که بیشترین درصد و وزن مغز به ترتیب با ۶۷/۵۱ درصد و ۵/۹۴ گرم در نژادگان MSG15 و کمترین وزن پوسته چوبی با ۳ گرم در نژادگان شماره MKG82 به‌دست آمد. همچنین نژادگان MKG105 بیشترین وزن تر میوه با پوست سبز را نسبت به سایر نژادگان‌ها با ۳۳/۸۰ گرم دارا بود(Rasouli and Ershadi, 2018) .

در پژوهشی که به منظور انتخاب نژادگان‌های برتر گردو در مقایسه با رقم چندلر در ارومیه انجام گرفت نتایج نشان داد که وزن خشک میوه از ۹/۱ گرم در نژادگان PG7 تا ۱۵/۳۶ گرم در نژادگان PG6 و وزن مغز بین ۵/۰۳ گرم در نژادگان PG5 تا ۶/۷۳ گرم در نژادگان PG6 متغیر بود. بالاترین درصد مغز با کمترین ضخامت پوست سخت در نژادگان PG7 مشاهده شد که به طور معنی‌داری بالاتر از رقم چندلر بود. همه نژادگان‌های مورد مطالعه غیر از نژادگان PG2، درصد چربی بالاتر از ۵۵ درصد داشتند(Tarhi *et al.*, 2021). در پژوهشی نژادگان GL۰۱۹۰ به دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوبی نظیر وزن دانه (۲۰/۱۰ گرم)، درصد مغز (۶۱/۴۰ ٪) و ضخامت پوسته سخت (۱/۲۴ میلی متر) به عنوان ژنوتیپ امیدبخش در هندوستان معرفی گردید (Sharma *et al.*, 2014).

همچنین نتایج تحقیقات انجام شده بر روی ۵۸ نژادگان بذری گردو در منطقه هیماچال پرادش هندوستان نشان دهنده تغییرات زیاد بین نژادگان‌های مورد ارزیابی بود به‌طوریکه وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵ -۶/۴ و ۷/۱ و ۱/۵ گرم و درصد مغز بین ۶۲/۵ و ۱۲ ٪ متغیر بود(Sharma and Sharma, 2001) . در پژوهشی که به منظور دستیابی به نژادگان‌های پرمحصول و سازگار پکان (گردوی گرمسیری) در دزفول انجام گرفت، نتایج نشان داد که نژادگان‌های P۲۰۰-7 و P۲۰۰-8 به ترتیب با

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

۱۴/۳ و ۴/۲ گرم درشت‌ترین و ریزترین میوه را داشتند (Ajamgard *et al*., 2022). در پژوهشی که به منظور شناسایی و گزینش نژادگان‌های امیدبخش گردو طی سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ در دو منطقه از استان کرمانشاه انجام شد، نتایج نشان داد که میانگین وزن دانه، وزن مغز و درصد مغز به ترتیب ۲۲/۳۵ – ۹/۳۱ گرم، ۱۱/۲۰ – ۴/۳۴ گرم و ۶۸/۲۹ – ۳۶/۹۱ درصد بود. بیشترین درصد مغز (۶۸/۲۸) متعلق به نژادگان Kh86 بود. نژادگان Kh65 بیشترین وزن دانه (۲۲/۳۵ گرم) و وزن مغز (۱۱/۲۰ گرم) را داشت (۴۰). در پژوهشی که به منظور دستیابی به نژادگان‌های پرمحصول و سازگار پکان (گردوی گرمسیری) در دزفول انجام گرفت، نتایج نشان داد که نژادگان P220-2-1 بیشترین و نژادگان‌های P200-9 و P220-2-5 به ترتیب کمترین درصد میوه‌های پوک را داشتند (Ajamgard *et al*., 2022).

درصد روغن مغز گردو

از نظر درصد روغن مغز گردو اختلاف معنی‌داری در میان نژادگان‌های مختلف گردو مشاهده گردید. بر اساس مقایسه میانگین‌های نژادگان‌های مورد بررسی، بیشترین درصد روغن به میزان ۶۳/۶۹ در نژادگان وزگ ۱ و کمترین درصد روغن به میزان ۳۶/۷۱ در نژادگان دلی‌رج ۲ در مقایسه با نژادگان‌های مورد بررسی مشاهده گردید (جدول ۳). خشکبارها به دلیل داشتن اسیدهای چرب از لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی دارای اهمیت می باشند. در میان خشکبارها روغن گردو منبع خوبی از اسیدهای چرب غیراشباع امگا ۳ و امگا ۶ است و به عنوان یک رژیم غذایی سالم و منحصربه فرد مورد توجه قرار گرفته است. خوردن مغز گردو قلب را در برابر بیماری‌های عروق کرونر محافظت می‌کند(Muradoglu *et al*., 2010; Yerlikaya *et al*., 2012). مغز گردو به دلیل ترکیب شیمیایی اسیدهای چرب از لحاظ تغذیه‌ای و اقتصادی اهمیت داشته و تأثیر مثبتی در سلامتی انسان دارد (Sharifi *et al*., 2021). درصد روغن و ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو در نژادگان‌های مختلف، متفاوت است و این ویژگی در تشخیص تفاوت بین نژادگان‌های بومی و شناسایی نژادگان‌هایی که اسیدهای چرب با بهترین کیفیت تغذیه دارند مهم است(Ozcan, 2009). در پژوهشی میزان روغن ۱۲ نژادگان مورد بررسی در استان مرکزی بین ۵۱ تا ۷۳ درصد متغیر بود (Ghasemi *et al*., 2010). محیط و منطقه رشد گردو، نژادگان و بلوغ میوه هنگام برداشت و اثر متقابل آن‌ها روی درصد روغن و تنوع اسیدهای چرب غیراشباع مؤثر است. در بین این عوامل، نژادگان عامل اصلی تنوع در میزان و ترکیب اسیدهای چرب روغن گردو به شمار می رود و تنها تفاوت‌های جزئی به شرایط محیطی و فصل برداشت نسبت داده شده است (Martínez *et al*., 2010).

به خوبی شناخته شده است که عوامل متعددی مانند نژادگان، رقم، منشاء جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا، دما، ماهیت خاک و شیوه‌های کشاورزی می‌توانند بر ارزش غذایی و ترکیبات شیمیایی گردو تأثیر بگذارند (Sharma and Sharma, 2001; Verardo *et al*., 2009). در این پژوهش میزان تغییرات درصد روغن گردو در بین نژادگان‌های مختلف از ۳۶/۷۱ تا ۶۳/۶۹ متغیر بود. در پژوهشی انجام گرفته تغییرات درصد روغن از ۵۷ تا ۷۲/۱ درصد متغیر بود (Yazdani *et al*., 2017). در پژوهشی که با هدف ارزیابی درصد روغن ۳۳ نژادگان گردو در ملایر انجام گرفت نتایج نشان داد که کمترین و بیشترین درصد روغن به ترتیب در نژادگان‌های MKG46 و MSG15 به میزان ۵۱/۹۳ و ۷۲/۹۵ درصد مشاهده شد (Rasouli and Ershadi, 2018). در پژوهشی ترکیبات روغن و پودر مغز گردو در ۹ رقم مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج نشان داد که ترکیبات اسیدچرب و پروتئین و ترکیبات آنتی‌اکسیدان بین ارقام و شرایط اقلیمی مختلف متفاوت می‌باشد (Rabadán *et al*., 2018). در پژوهشی یرلیکایا و همکاران (Yerlikaya *et al*., 2012)، با ارزیابی یازده نژادگان برتر و سه رقم تجاری گردو در ترکیه، میزان روغن نمونه‌ها را بین ۳۲ / ۶۱ تا ۳۵ / ۶۹ درصد گزارش کردند.

جدول ۲- نتایج مقایسه میانگین‌های خصوصیات پومولوژی ۱۴ نژادگان برتر گردو در استان کهگیلویه و بویراحمد.

Table 2. The results of comparing the average pomological characteristics of 14 top walnut genotypes in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces.

کد ژنوتیپ Genotype Code	وزن گردو با پوست سبز Weight of walnuts with husk	وزن گردو بدون پوست سبز Weight of walnuts	وزن پوست سبز Husk Weight	وزن مغز Kernel weight	طول مغز Kernel length	قطر مغز Kernel diameter	وزن پوست چوبی shell weight

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

		without husk					
C1	51.165d-f	18.328^{c-e}	32.674^{c-e}	7.282^{e}	24.7 e	29.04 c-e	10.347c-e
C2	64.116c	18.525c-e	45.035^{b}	7.633e	31.94 b	32.17 b	10.547c-e
KO1	76.76 a	30.26 a	45.71 b	13.58 a	36.04 a	36.13 a	15.43 b
KO2	67.39 bc	21.09 c	44.85 b	10.13 bc	28.51^{cd}	27.49 d-f	10.68 c-e
D1	73.03 ab	20.8 c	52.08 a	9.98 bc	29.73 c	28.31 c-e	10.19 d-e
D2	53.37 de	19.1 c-e	33.95 cd	7.92 de	29.667^{c}	29.4 cd	9.959de
Sh1	42.06 g	17.87 c-e	23.82 fg	7.95 de	28.48 cd	27.31 d-f	9.4 de
Sh2	45.821e-g	17.15^{de}	28.432^{d-g}	7.086e	29.138^{c}	25.517^{f}	9.652de
V1	64.47^{c}	28.178^{ab}	35.267^{c}	10.155^{bc}	31.936^{b}	29.828^{c}	17.683^{a}
V2	59.305^{cd}	27.139^{ab}	31.97^{c-e}	10.903^{b}	32.546^{b}	28.332^{c-e}	15.888^{ab}
G1	54.493^{de}	26.342^{b}	27.81^{d-g}	9.119^{cd}	32.286^{b}	28.213^{c-e}	16.631^{ab}
G2	48.833^{e-g}	19.375^{c-e}	29.217^{c-f}	7.992^{de}	29.166^{c}	28.157^{c-e}	11.224^{cd}
S1	43.224^{fg}	20.363^{cd}	22.594^{g}	7.62^{e}	31.331^{b}	26.976^{ef}	12.42^{c}
S2	43.404^{fg}	16.642^{e}	26.469^{e-g}	7.825^{de}	27.133^{d}	28.5^{c-e}	8.653^{e}

Means with the same letter (s) are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

جدول ۲- ادامه.

Table 2. Continued.

Genotype Code	طول گردو بدون پوست سبز The length of a walnut without husk	قطرگردو بدون پوست سبز The diameter of a walnut without husk	ضخامت پوست سبز husk thickness	ضخامت پوست چوبی Shell thickness	قطرگردو با پوست Diameter of walnut with husk	طول گردو با پوست سبز Length of walnut with husk
C1	34.179g	35.695e-g	5.31 d-f	2.56 b-d	41 f	39.484h
C2	39.743ef	37.74cd	6.97 b	2.17 de	52.45 a	54.046bc
KO1	46.05 ab	42.7 a	5.81 cd	2.43 b-d	54.51 a	57.56 a
KO2	38.63 f	37.07 c-e	6.39 bc	2.39 b-d	48.73 b	51.35 cd
D1	42.31 cd	35.33 e-g	8.16 a	1.96 e	43.48 d-f	50.47 de
D2	38.62 f	36.3 d-f	6.36 bc	2.62 bc	45.24 de	46.62 fg
Sh1	39.33 f	33.04 h	4.87 ef	2.4 b-d	42.78 ef	47.75 ef
Sh2	40.061d-f	32.932h	5.305d-f	2.445b-d	44.602de	51.317cd
V1	46.014ab	39.661b	5.078d-f	2.758ab	49.815b	56.281ab
V2	47.958a	38.281bc	4.722fg	2.498b-d	47.838bc	56.55ab
G1	43.698bc	36.392d-f	4.668fg	2.781ab	44.619de	51.035cd
G2	38.628f	35.126fg	5.691c-e	2.597bc	45.921cd	47.38f
S1	41.831c-e	34.194gh	4.032g	3.004a	42.013f	50.82 d
S2	34.017g	35.1fg	5.24d-f	2.311c-e	45.131de	44.029g

Means with the same letter (s) are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین‌های درصد مغز، درصد روغن و درصد پوکی مغز ۱۴ نژادگان برتر گردو در استان کهگیلویه و بویراحمد.

Table 3. The results of comparing the content of kernel%, oil % and blank nut % of 14 top walnut genotypes in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces.

کد نژادگان Genotype Code	درصد مغز Kernel %	درصد روغن Oil %	درصد پوکی مغز Blank nut %
C1	39.62 $^{d-f}$	44.22 ^{g}	4.277 ^{f}
C2	41.19 ^{cd}	40.40 ^{h}	9.21 ^{c}

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

KO1	45.47 a-d	52.99 e	5.08 e
KO2	48.06 ab	57.27 cd	5.15 e
D1	48.45 a	39.34 h	12.59 a
D2	41.38 ce	36.72 i	12.26 ab
Sh1	44.45 ad	60.05 b	0.33 i
Sh2	42.27 be	56.41 d	3.24 g
V1	36.41 cd	59.48 b	11.79 b
V2	40.78 e	52.66 e	6.97 d
G1	34.46 f	54.02 e	4.28 f
G2	41.30 ce	58.29 bc	2.16 h
S1	37.44 ef	63.69 a	3.09 g
S2	47.00 ac	48.00 f	2.14 h

Means with the same letter (s) are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

میزان فسفر و کلسیم مغز گردو

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که نژادگان‌های مختلف از نظر میزان فسفر،کلسیم و نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشند. میزان فسفر مغز در بین نژادگان‌های مورد ارزیابی از ۲۶/۰۳ تا ۸/۹۴ میلی‌گرم در صدگرم متفاوت بود بطوریکه بیشترین میزان فسفر مغز گردو به مقدار ۲۶/۰۳ و ۲۱/۶ میلی‌گرم در صدگرم در نژادگان‌های ستنگان ۲و۱ و سی‌سخت ۲ و کمترین آن در نژادگان دلی‌رچ ۱ به میزان ۸/۹۴ میلی‌گرم در صدگرم مشاهده گردید (جدول ۴). میزان کلسیم مغز گردو در بین ۱۴ نژادگان مورد ارزیابی از ۲۶۹/۵ تا ۹۸/۸۳ میلی‌گرم در صدگرم متفاوت بود بطوریکه بیشترین میزان کلسیم به مقدار ۲۶۹/۵ میلی‌گرم در صدگرم در نژادگان دلی‌رچ ۲ و کمترین آن در نژادگان وزگ ۲ به میزان ۹۸/۸۳ میلی گرم در صدگرم مشاهده گردید (جدول ۴). نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو شاخص مهمی در کیفیت مغز گردو می‌باشد. این نسبت از ۰/۲۶۳ تا ۰/۰۶۴ متغیر بود که در بین نژادگان‌های مورد ارزیابی بیشترین نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو در نژادگان‌های ستنگان ۱ و۲ و کمترین آن در نژادگان شهنیز ۱ و دلی‌رج ۲ مشاهده گردید (جدول ۴).

کیفیت میوه گردو و مغز آن به شدت تحت تاثیر نژادگان و محیط و برهمکنش بین این دو قرار دارد (McGranahan and Leslie, 2012). مغز گردو به دلیل ارزش غذایی و اقتصادی بالا معروف است و معمولاً مغز آن منبع خوبی از مواد معدنی و اسیدهای‌آمینه ضروری در نظر گرفته می‌شود. از طرف دیگر، عناصر معدنی به عنوان ترکیبات ارزشمند در مغز گردو شناسایی شده‌اند. گردو منبع خوبی از مواد معدنی در رژیم غذایی محسوب می‌شود. پتاسیم، فسفر، منیزیم و آهن به مقدار قابل توجهی در این خشکبار مهم یافت می‌شود. کلسیم، سدیم، روی و مس نیز به میزان متوسطی وجود دارند. حدود ۲ درصد از کل وزن بدن انسان را کلسیم تشکیل می‌دهد. کلسیم، یک ماده مغذی ضروری و یک الکترولیت حیاتی برای بدن انسان است. همچنین نقش کلسیم در رشد استخوان و دندان به خوبی شناخته شده است (Aryapak and Ziarati, 2014; Lavedrine *et al*., 2000; Meizhi *et al*., 2014).

در پژوهشی که به منظور بررسی میزان عناصر معدنی کلسیم، منیزیم، آهن، منگنز، مس و روی مغز ۱۱ گونه گردو (*Juglans sigillata*) و ۱۷ نوع گردو (*Juglans regia*) در چین انجام گرفت نتایج نشان داد که محتوای کلسیم بین ۱۵۵.۱۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در رقم Y096 و ۴۸۲.۰۳ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در رقم Y101 متغیر بوده است و میانگین کلسیم در گونه *J. sigillata* مقدار ۲۸۸.۴۲ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بوده است. همچنین محتوای کلسیم بین ۲۵۳.۹۰ در رقم XJ004 تا ۵۰۴.۰۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم در رقم SS004 در *J. regia* متغیر بود و مقدار میانگین ثبت شده ۳۵۲.۱۸ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود (Meizhi et al., 2014). مغز گردو غنی از برخی مواد معدنی می‌باشد و در پژوهشی میزان برخی ترکیبات معدنی از جمله کلسیم (۱۱۰۸.۶ میلی‌گرم بر کیلوگرم)، پتاسیم (۴۶۲۷/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم)، فسفر (۳۶۲۱/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم)، سدیم (۴۴/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم)، منیزیوم (۱۰۸۹/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) و منگنز (۴۶/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) گزارش شده است (Ozcan, 2009). همچنین برخی پژوهشگران میزان برخی عناصر معدنی از قبیل فسفر ۲۸۰-۳۸۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، پتاسیم ۲۳۰-۳۴۰ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، منیزیوم ۸۱-۹۹ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم و کلسیم ۶۷-۱۰۵.۵ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم کلسیم در مغز گردو تازه را گزارش کرده‌اند (Çağlarırmak, 2003). تحقیقات قبلی نشان داد که ۵ نوع عنصر معدنی اصلی (پتاسیم، فسفر، منیزیم،

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

کلسیم و منگنز) در مغز ارقام گردو Franquette و Hartley به ترتیب از فرانسه و کالیفرنیا وجود دارد که در آنها محتویات پتاسیم، فسفر و منیزیم با توجه به عواملی مانند انواع گردو، شرایط رشد و آب و هوا تفاوت معنی‌داری داشتند (Lavedrine *et al*., 2000). در پژوهش دیگری نتایج ارزیابی عناصر معدنی در ۵ نژادگان مختلف گردو (Sebin-Type-I، Körcegöz، Karabodur، Tozam و Güvenli) کشت شده در ترکیه نشان داد که میانگین محتوای عناصر معدنی برای فسفر، پتاسیم، کلسیم، منیزیم، روی، منگنز، مس و آهن به ترتیب ۳۱۶، ۲۷۰، ۸۵، ۹۰، ۲، ۲.۵، ۲.۹، و ۱ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم بود (Çağlarırmak, 2003). میزان کلسیم نمونه‌های گردو در پژوهش ما از ۲۶۹/۵ تا ۹۸/۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم متغیر بود که با نتایج به‌دست آمده از تحقیق (Çağlarırmak, 2003) مطابقت دارد. برخی پژوهشگران غلظت کلسیم، منیزیم، پتاسیم، آهن و سدیم در گردو را بیشتر از سایر عناصر گزارش کردند (Ossai, 2015). در پژوهش انجام شده توسط برخی پژوهشگران میزان کلسیم دو برابر سایر پژوهش‌ها گزارش شده است (Aryapak and Ziarati, 2014) . همچنین در برخی پژوهش‌ها غلظت کمتر کلسیم نیز گزارش شده است (Cosmulescu *et al*., 2009) . اکثر محققان تفاوت در مقدار عنصر کلسیم را به تأثیر رقم، سال برداشت و محل رشد و اقلیم محل تولید گردو مرتبط دانسته‌اند.

جدول ۴- نتایج مقایسه میانگین‌های میزان عناصر فسفر و کلسیم مغز ۱۴ نژادگان برتر گردو در استان کهگیلویه و بویراحمد

Table 4- The results of comparing the content of phosphorus and calcium elements in the kernel of 14 top walnut genotypes in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad provinces.

کد نژادگان Genotype Code	فسفر P (mg/100 g)	کلسیم Ca (mg/100 g)	نسبت فسفر به کلسیم مغز گردو Kernel P/Ca
C1	17.14^{f}	122.937^{h}	0.139^{f}
C2	21.72^{b}	125.387^{g}	0.173^{c}
KO1	15.787^{g}	164.823^{c}	0.095^{h}
KO2	17.157^{f}	150.8^{f}	0.113^{g}
D1	8.947^{j}	122.01^{i}	0.073^{i}
D2	18.073^{de}	269.563^{a}	0.067^{ij}
Sh1	12.19^{i}	188.163^{b}	0.064^{ij}
Sh2	14.923^{h}	156.677^{d}	0.095^{h}
V1	18.527^{d}	113.08^{j}	0.163^{d}
V2	11.893^{i}	121.497^{i}	0.097^{h}
G1	17.587^{ef}	112.793^{j}	0.155 ^{e}
G2	20.613^{c}	152.24^{e}	0.135^{f}
S1	21.63^{b}	110.82^{k}	0.195^{b}
S2	26.033^{a}	98.837^{l}	0.263^{a}

Means with the same letter (s) are not significantly different at 5% level using Duncan's multiple range test.

همبستگی بین صفات

نتایج همبستگی بین صفات مورد ارزیابی قرارگرفته نشان داد که بین برخی از صفات همبستگی مثبت و منفی معنی‌دار وجود دارد (شکل ۳). وزن مغز همبستگی مثبت و معنی‌داری با قطر مغز (۰/۶۱۹*) و طول مغز (۰/۶۹۶**) که ویژگی‌های مرتبط با اندازه و بزرگی مغز هستند نشان داده است. این صفت همچنین با صفات قطر گردو با پوست و وزن پوست سبز در سطح احتمال ۵٪ و با صفات طول گردو با پوست سبز، قطر گردو بدون پوست سبز، طول گردو با پوست سبز، وزن پوست چوبی، وزن گردو بدون پوست سبز و وزن گردو با پوست سبز در سطح احتمال ۱٪ همبستگی مثبت نشان داد. افزایش صفات فوق در واقع به طور مستقیم و غیرمستقیم (از طریق سایر صفات) منجر به افزایش صفت وزن مغز می‌شود. صفت قطر مغز ارتباط مثبت و معنی‌داری با طول مغز (۰/۵۹۱*) و همچنین قطر گردو با پوست سبز، قطر گردو بدون پوست سبز، (۰/۸۴۹**) و وزن پوست سبز (۰/۵۳۸*) نشان داده است. ارتباط مثبت و معنی‌دار قطر مغز با صفات فوق که تعیین کننده قطر مغز هستند قابل انتظار است. طول مغز با صفات مرتبط با ابعاد میوه گردو از جمله قطر گردو با پوست سبز (۰/۶۹۹*)، طول گردو با پوست سبز (۰/۸۹۱**)، قطر گردو بدون پوست سبز (۰/۶۸۷**)، طول گردو بدون پوست سبز (۰/۸۶۰**) و همچنین صفاتی چون وزن

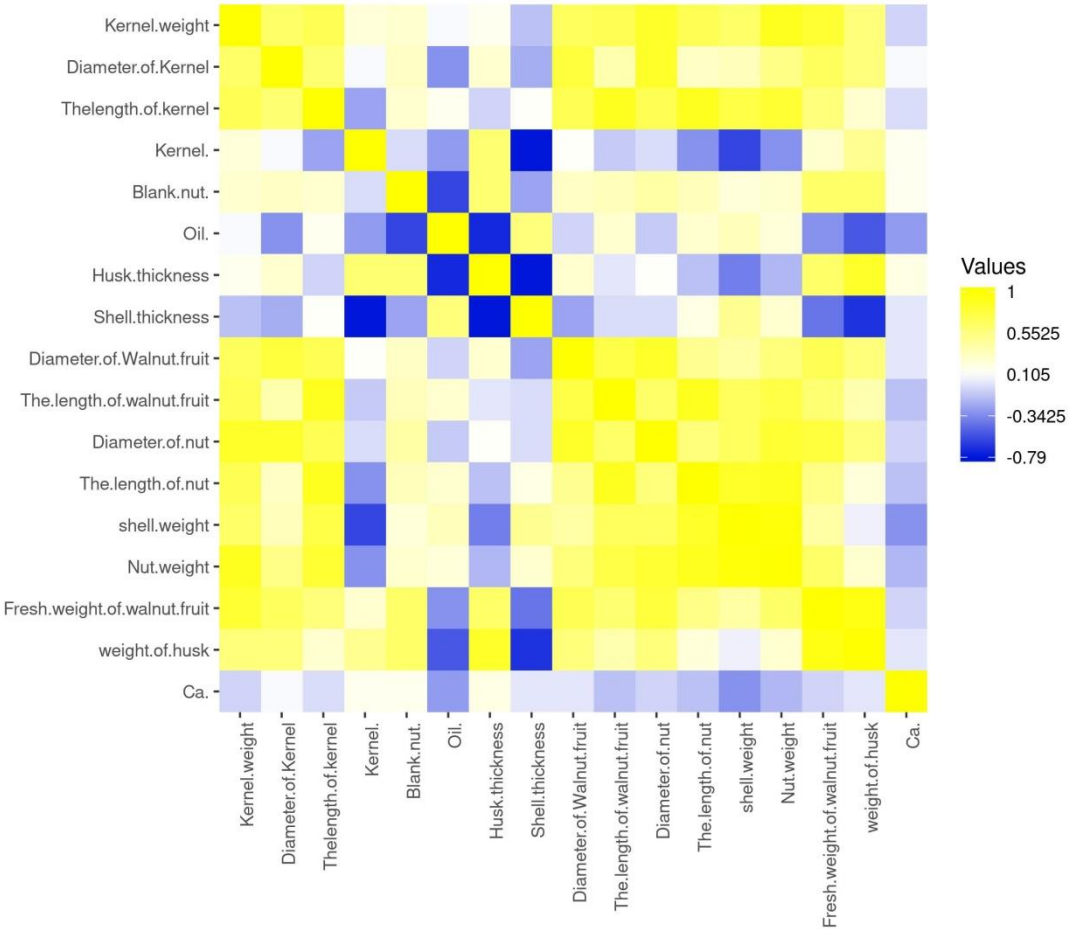
[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

پوست چوبی (**۰/۷۱۷)، وزن گردو بدون پوست سبز (**۰/۷۸۷) و وزن گردو با پوست سبز (*۰/۵۳۹) ارتباط مثبت و معنی دار نشان داده است. این روند همبستگی بین صفت طول مغز گردو و صفات فوق در مورد صفت وزن مغز نیز مشاهده شد. در واقع صفات مرتبط با افزایش مغز و طول گردو یکسان هستند. همبستگی وزن و مغز گردو (**۰/۶۹۶) این مهم را تایید می‌نماید. درصد مغز بذر بطور قابل توجه‌ای تنها با صفت ضخامت پوست سبز همبستگی مثبت و معنی‌دار (*۰/۵۹۷) نشان داد. این موضوع ارتباط نزدیک دو صفت را نشان می دهد. از سوی دیگر درصد مغز با صفات ضخامت پوست چوبی و وزن پوست چوبی به‌ترتیب در سطح احتمال ۰/۱ و ۰/۵ همبستگی منفی نشان داده است. این نتایج کاهش درصد مغز در اثر افزایش در صفات فوق را تایید می‌کند. همبستگی مثبت و معنی‌دار درصد پوکی با صفاتی چون ضخامت پوست سبز، وزن گردو با پوست سبز و وزن پوست سبز نشان داد که گردوهای با ضخامت و وزن پوست سبز بیشتر دارای درصد پوکی بیشتر هستند. درصد پوکی با درصد روغن همبستگی منفی و معنی‌داری(*۰/۵۹۷-) نشان داد. با توجه به اینکه گردوهای پوک فاقد مغز و روغن هستند این نتایج قابل انتظار است. گردوهای با ضخامت پوست سبز بیشتر دارای ضخامت پوست چوبی کمتر بوده‌اند و بلعکس. این نتایج از همبستگی منفی (**۰/۷۹۰-) این دو قسمت به خوبی قابل مشاهده است. همگی مثبت ضخامت پوست سبز با وزن گردو با پوست سبز و وزن پوست نیز به این دلیل که معمولا ضخامت پوست سبز و وزن پوست همبسته هستند قابل انتظار است. وزن پوست سبز با وزن پوست چوبی همبستگی منفی (**۰/۶۵۴-) نشان داد که این موضوع نشان می دهد افزایش یکی منجر به کاهش دیگری می‌شود و بلعکس. همبستگی مثبت قطر گردو با پوست سبز با صفاتی چون طول مغز گردو با پوست سبز، قطر گردو بدون پوست سبز، وزن گردو با پوست سبز و وزن پوست سبز نیز باتوجه به اینکه همگی خصوصیات مرتبط با اندازه گردو هستند و افزایش یا کاهش یکی منجر به افزایش و کاهش دیگری می شود قابل انتظار است. ارتباط مثبت طول گردو بدون پوست سبز با صفاتی چون وزن پوست چوبی و وزن گردو بدون پوست سبز نشان داده که گردوهای با اندازه بزرگتر دارای وزن پوست چوبی و همچنین وزن گردو بدون پوست سبز بیشتر هستند.

مطالعه و آگاهی از همبستگی بین خصوصیات مهم درخت و میوه گردو، می تواند در برنامه های بهنژادی گردو موثر باشد و همچنین مطالعه همبستگی بین صفات، امکان بهبود سایر صفات را در کنار بهنژادی برای صفات موردنظر را فراهم میکند. وزن میوه و مغز، اندازه میوه و ضخامت پوست سخت از فاکتورهای مؤثر بر درصد مغز گردو می‌باشد. همچنین صفات مهمی از قبیل وزن میوه، وزن مغز، ضخامت پوست سخت و سهولت جدا شدن مغز از میوه، چهار خصوصیت کلیدی در تعیین مقدار درصد مغز گردو است که همبستگی بین این صفات باید در برنامه های به‌نژادی گردو در نظر گرفته شوند (Amiri *et al.*, 2010; Rezaei *et al.*, 2020; Ribeiro *et al.*, 2016). در پژوهشی مطالعه همبستگی بین صفات در ۳۲۵ نژادگان انتخابی گردو در استان‌های فارس، مازندران و ایلام نشان داد که عملکرد با تاریخ برگ‌دهی (**۰/۵۸)، وزن میوه (**۰/۶۴)، مغز (*۰/۴۶)، اندازه میوه (**۰/۵۶) و عادت باردهی جانبی (**۰/۵۳) همبستگی مثبت نشان داد (Sarikhani Khorami and Vahdati, 2019).

در پژوهشی بر روی جمعیت گردوی استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که میوه‌های درشت‌تر دارای وزن مغز، درصد مغز، طول، عرض و قطر میوه بیشتری بوده، اما درصد پوست چوبی آنها کمتر می‌باشد (Mousavi *et al.*, 2015) . همچنین در پژوهشی صورت گرفته در کشور هند نتایج نشان داد که وزن میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری با عرض، طول و ضخامت میوه، ضخامت تیغه میانی، ضخامت پوست سخت، وزن مغز، عرض، طول و ضخامت مغز دارد و همچنین همبستگی منفی بین درصد مغز با وزن میوه، اندازه میوه و ضخامت پوست سخت گزارش شده است (Sharma and Sharma, 2001) که این نتایج با نتایج حاصل از مطالعه حاضر مطابقت داشت. در پژوهشی همبستگی مثبت و معنی‌داری (**۰/۹۶) بین تاریخ برگ‌دهی و تاریخ برداشت، عملکرد درخت با وزن دانه (**۰/۶۳) و درصد باردهی جانبی (**۰/۷۳) به‌دست آمد(Rezaei *et al.*, 2020) . ارتباط مثبت معنی دار بین وزن مغز و وزن میوه توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است (Amiri *et al.*, 2010; Ghasemi *et al.*, 2011; Mousavi *et al.*, 2015; Sarikhani Khorami and Vahdati, 2019) همچنین ارتباط منفی درصد مغز و وزن مغز با ضخامت پوست چوبی توسط برخی پژوهشگران گزارش شده است که نتایج حاصل از این پژوهش با نتایج اکثر محققان مطابقت دارد (Norouzi *et al.*, 2013; Sarikhani Khorami and Vahdati, 2019).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]



شکل ۳- همبستگی بین برخی صفات پومولوژیک در ۱۴ نژادگان گردو مورد ارزیابی در استان کهگیلویه و بویراحمد.

Fig. 3. Heatmap correlation between some pomological traits in 14 evaluated walnut genotypes in Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province.

نتیجه گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده از این پژوهش در مجموع نژادگان‌های کوخدان۱، وزگ ۱ ، ستنگان ۲ و سی‌سخت ۲ به دلیل بالا بودن وزن میوه، درصد مغز، طول و قطر مغز و درصد روغن به عنوان نژادگان‌های امیدبخش انتخاب شدند. بنابراین با توجه به تنوع موجود و خصوصیات مهم میوه‌کاری، استفاده از این نژادگان‌ها در برنامه‌های به‌نژادی گردو در استان کهگیلویه و بویراحمد توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از رساله دکتری نویسنده اول می‌باشد که به گروه علوم باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد یاسوج ارائه شده است. بدینوسیله از معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی تشکر می‌گردد.

منابع

References

Ajamgard, F., Gazaiean, M., Shooshi, D. A., and Yavarinejad, R. (2022). Morphological, Phenological and Pomological Characteristics of Some Promising Pecan (*Carya illinoinensis*) Genotypes in Dezful in Iran. *Seed and Plant*, *38*, 33-52.

Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M. R., and Leslie, C. (2010). Correlations between some horticultural traits in walnut. *HortScience*, *45*(11), 1690-1694.

Anonymous. (2022). *Statistics of agricultural products* (Vol. Vol 3: Greenhouse and Horticultural Crops). Minestry of Jihad - Agricultura.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Aryapak, S., and Ziarati, P. (2014). Nutritive value of Persian walnut (*Juglans regia* L.) Orchards. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, *14*(11), 1228-1235.

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A., and Roozban, M. R. (2008). Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, *36*(3), 159-168.

Awad, A. B., and Fink, C. S. (2000). Phytosterols as anticancer dietary components: evidence and mechanism of action. *The Journal of Nutrition*, *130*(9), 2127-2130.

Bayazit, S., Caliskan, O., and Kilic, D. (2019). Pomological and chemical properties of some walnut genotypes in central Anatolia. *Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG)*, *36*(3), 243-249.

Çağlarırmak, N. (2003). Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia*, L.). *Food/Nahrung*, *47*(1), 28-32.

Chatrabnous, N., Yazdani, N., Tavallali, V., and Vahdati, K. (2018). Preserving quality of fresh walnuts using plant extracts. *LWT - Food Science and Technology*, *91*, 1-7. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.026

Cosmulescu, S. N., Baciu, A., Achim, G., Mihai, B., and Trandafir, I. (2009). Mineral composition of fruits in different walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *37*(2), 156-160.

Davoodi, F., Rezaei, M., Hidari, P., and Hokmabadi, H. (2019). Genetic diversity of superior walnut genotypes revealed by ISSR markers in Shahrood, Iran. *Journal of Horticultural Science*, *32*(4), 593-604.

Diaz, R., E. Alonso and J. Fernandez-Lopez. (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., FttahiMoghadam, M., Zamani, Z., and Vahdati, K. (2010). An Investigation on Genetic Diversity of 608 Persian Walnut Accessions for Screening of some Genotypes of Superior Traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *40*(4), 83-94. https://ijhs.ut.ac.ir/article_20925_afe31a44e0a1bee2f63d41aecadefde6.pdf

Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., Moghadam, V., Mousavizadeh, S., and Mohsenipourtakelo, S. (2012). Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia*) in Golestan province, Iran. *Journal of Plant Production Research*, *16*(3), 29-52. https://jopp.gau.ac.ir/article_353_ec67b5a4d4aa2dd1b6d59f9fe930820e.pdf

FAO. (2021). *Production yearbook. Rome.*

Ghasemi, M., Arzani, K., Hassani, D., and Ghasemi, S. (2011). Variability in nuts of twelve walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, *8*(32), 63-68. http://fsct.modares.ac.ir/article-7-2587-fa.html

Ghasemi, M., Arzani., K., Hassani, D., and Ghasemi, S. (2010). Fatty acids composition of some selected walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in Markazi province. *Journal of Food Science and Technology (Iran)*, *7*(24), 31-37. http://fsct.modares.ac.ir/article-7-3908-en.html

Hakimi, Y., Fattahi, M., and Zamani, Z. (2022). Evaluation of genetic diversity among some selected walnut by using morphological and pomological characteristics. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *53*(1), 209-224. https://doi.org/10.22059/ijhs.2021.318674.1896

IPGRI. (1994). *Descriptors for Walnut (Juglans spp.). International plant genetic resources institute, Rome, Italy.*

Kavoosi, B. (2009). *Identification and complementary collection of the best genotypes of Iranian walnut: Case study of Kohgilouye and Boyerahmad provinces*.

Khadivi-Khub, A. (2014). Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut for morphological characters in Markazi province from Iran. *Brazilian Journal of Botany*, *37*(3), 273-281.

Lavedrine, F., Ravel, A., Villet, A., Ducros, V., and Alary, J. (2000). Mineral composition of two walnut cultivars originating in France and California. *Food Chemistry*, *68*(3), 347-351.

Martínez, M. L., Labuckas, D. O., Lamarque, A. L., and Maestri, D. M. (2010). Walnut (*Juglans regia* L.): genetic resources, chemistry, by-products. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *90*(12), 1959-1967.

McGranahan, G., and Leslie, C. (2012). Walnut. *Fruit Breeding*, 827-846.

Meizhi, Z., Zhenyuan, W., Dan, W., Jing, X., and Guanzhao, S. (2014). Comparative analysis of mineral elements and essential amino acids compositions in *Juglans sigillata* and *J. regia* walnuts kernels. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, *42*(1), 36-42.

Mousavi, S., Tatari, M., Moradi, H., and Hassani, D. (2015). Evaluation of genetic diversity among the superior walnut genotypes based on pomological and phenological traits in Chahar Mahal va Bakhtiari province. *Seed and Plant Improvement Journal*, *31*(2).

Muradoglu, F., Oguz, H. I., Yildiz, K., and Yilmaz, H. (2010). Some chemical composition of walnut (*Juglans regia* L.) selections from Eastern Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, *5*(17), 2379-2385.

Norouzi, R., Heidari, S., Asgari-Sarcheshmeh, M. A., 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*(9), 2438-2445.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Ossai, E. K. (2015). Comparative study on essential and trace metals in plant nuts consumed in Nigeria. *Pakistan Journal of Nutrition*, *14*, 84-87.

Ozcan, M. M. (2009). Some nutritional characteristics of fruit and oil of walnut (*Juglans regia* L.) growing in Turkey. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, *28*(1), 57-62. https://doi.org/10.30492/IJCCE.2009.6915

Rabadán, A., Pardo, J. E., Pardo-Giménez, A., and Álvarez-Ortí, M. (2018). Effect of genotype and crop year on the nutritional value of walnut virgin oil and defatted flour. *Science of the Total Environment*, *634*, 1092-1099.

Rasouli, M., and Ershadi, B. (2018). Study on genetic diversity of 33 walnut genotypes (*Juglans regia*) using morphological and pomological markers for introducing of superior genotypes. *Research in Pomology*, *3*(2), 27-39. https://rip.urmia.ac.ir/article_120761_d3129c4cda411322cf18462c9b1662ed.pdf

Rezaei, A., Arzani, K., and Sarikhani, S. (2020). Morphological evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) superior genotypes in north Hamadan province of Iran. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *51*(2).

Ribeiro, H. L. C., Santos, C. A. F., Diniz, L. d. S., Nascimento, L. A. d., and Nunes, E. D. (2016). Phenotypic correlations and path analysis for plant architecture traits and grain production in three generations of cowpea. *Revista Ceres*, *63*, 33-38.

Salehi Shanjani, P., Dadmand, M., Seyedian, S. E., Rasoulzadeh, L., Falah Hoseini, L., Ramazani Yeganeh, M., . . . Pahlevani, M. R. (2021). Investigation of genetic diversity of *Juglans regia* using quantitative and qualitative growth traits. *Forest and Wood Products*, *74*(2), 209-221.

Sarikhani Khorami, S., and Vahdati, K. (2019). Determination of Persian walnut yield components and its correlation with phenological, morphological and biochemical traits. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *50*(3), 549-560. https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.260251.1474

Shafaei Chorush, Z., and Arzani, K. (2018). Evaluation of diversity of walnut promising genotypes in Kermanshah province according to oil properties and determine the correlation of these traits with some morphological and ecological characters. *Iranian Journal of Horticultural Science*, *48*(4), 887-897. https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.212758.1054

Sharifi, S., Amiri Fahliani, R., and Masoumi Asl, A. (2021). Walnut genetic diversity investigation using phenological and morphological characteristics and ISSR markers. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *23*(1), 187-200.

Sharma, O., and Sharma, S. (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*(2), 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*(2), 257-262.

Sharma, S., and Sharma, O. (2001). 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. IV International Walnut Symposium 544,

Tarhi, K., Farokhzad, A. R., Ghasemzadeh, R., and Mohseniazar, M. (2021). Evaluation of pomological and biochemical attributes of promising walnut genotypes with lateral bearing in Urmia in Iran. *Seed and Plant Journal*, *37*(3), 293-316. https://doi.org/10.22092/sppi.2022.356920.1238

Vahdati, K., and Zareie, N. (2004). Evaluation of side-stub and hypocotyle grafting efficiency for walnut propagation in Iran. *V International Walnut Symposium* 705, 347-350.

Verardo, V., Bendini, A., Cerretani, L., Malaguti, D., Cozzolino, E., and Caboni, M. F. (2009). Capillary gas chromatography analysis of lipid composition and evaluation of phenolic compounds by micellar electrokinetic chromatography in Italian walnut (*Juglans regia* L.): irrigation and fertilization influence. *Journal of Food Quality*, *32*(2), 262-281.

Yaghobifar, S., rabiei, v., Razavi, F., Javadi, D., and Hassani, A. (2020). Investigation of phytochemical compounds and antioxidant capacity of 11 cultivars and genotypes of hazelnut fruit in Rudsar Eshkevarat region. *Journal of Food Science and Technology(Iran)*, *17*(103), 151-165. https://doi.org/10.52547/fsct.17.103.151

Yang, J., Du, X., Chen, K., Ylipää, A., Lazar, A. J. F., Trent, J., and Zhang, W. (2009). Genetic aberrations in soft tissue leiomyosarcoma. *Cancer Letters*, *275*(1), 1-8. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.canlet.2008.06.013

Yang, J., Liu, R. H., and Halim, L. (2009). Antioxidant and antiproliferative activities of common edible nut seeds. *LWT - Food Science and Technology*, *42*(1), 1-8. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.07.007

Yarilgac, T., Koyuncu, F., Koyuncu, M., Kazankaya, A., and Sen, S. (1999). Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.). IV International Walnut Symposium 544, 93-96.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Yazdani, N., Hamidi, S., Rezaei, K., Vahdati, K., and Rahmanian Haghighi, A. R. (2017). Evaluation of some pomological characteristics and fatty acids composition of thirteen walnut cultivars. *Journal of Crops Improvement*, *19*(1), 189-201. https://doi.org/10.22059/jci.2017.60390

Yerlikaya, C., Yucel, S., Erturk, Ü., and Korukluoğlu, M. (2012). Proximate composition, minerals and fatty acid composition of *Juglans regia* L. genotypes and cultivars grown in Turkey. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, *55*, 677-683.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 24 (4): 601-616 (2023)
Research article

Evaluation of Fruit Characteristics and Oil Percentage of Some Superior Walnut Genotypes in Kohgilouye and BoyerAhmed Province

Zahra Davarkhah[1], Mehdi Hosseinifarahi[*1,2] , Mohsen Radi [2,3], and Sedigheh Ghoilpour[4]

1. Department of Horticultural Science, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.
2. Sustainable Agriculture and Food Security Research Group, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.
3. Department of Food Science, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.
4. Department of Chemistry, Yasuj Branch, Islamic Azad University, Yasuj, Iran.

Corresponding author: Email:(mehdi.hosseinifarahi@iau.a.cir)

The purpose of this research was to identify and select superior walnut genotypes based on pomological characteristics, oil percentage and calcium content of walnut kernels in different walnut growing areas of Kohgiluyeh and Boyer-Ahmad province. In this research, 14 top walnut genotypes in different regions of the province were evaluated. The results showed that different genotypes have significant differences in terms of pomological traits. Among the 14 evaluated genotypes, the highest average walnut fruit is related to Kowkhdan 1 and Delirej1 genotypes with an average of 76.76 and 73.39 g respectively, the highest nut weight is in Kowkhdan 1 genotypes and Setangan 1 and 2 were obtained with an average of 30.26, 28.17 and 27.13 g, respectively. The highest kernel weight was observed in Kowkhdan 1 genotype at the rate of 13.58 g compared to other genotypes. Kowkhdan 1 genotype showed the highest length and diameter of kernel by 36.04 and 36.12 mm, respectively, compared to other genotypes. The kernel % varied from 48.61 to 34.45% in different genotypes. Kowkhdan 1, Delirej 1, Vezag 2, Shahniz, and Kowkhdan 2 genotypes have the highest kernel %, 48.61, 48.45, 47, 45.44, and 45.41 %, respectively, compared to other genotypes. The highest oil % was 63.69% in Vezg 1 genotype and the lowest % oil was 36.71% in Delirej 2 genotype. The ratio of phosphorus to calcium is an important indicator in the quality of walnut kernels. This ratio varied from 0.263 to 0.064, and among the evaluated genotypes, the highest and lowest P/Ca of kernels was observed in Setengan 1 and 2, Shahniz 1 and Delirej 2 genotypes, respectively. Therefore, among the evaluated genotypes, in terms of pomological and nutritional value characteristics, Kowkhdan 1, Setengan 1, 2, Sisakhatt 2 and Vezg 1 genotypes were selected as the best genotypes and these genotypes were recommended in breeding programs.

Keywords: % Kernel, Blank nut, Phosphorus, Calcium, Nut weight.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-09-11]