

ارزیابی ویژگی‌های فندقه در نژادگان‌های برتر گردوی کلکسیون ذخایر ژنتیکی استهبان

Evaluation of Nut Traits in Superior Persian Walnut (*Juglans regia*) Genotypes of Estahban Genetic Resources Collection

یوسف‌علی سعادت^{۱*}، پرویز زندی^۲، علیرضا عباسی^۳، لیلیا سیاح^۴ و عباس نعمتی^۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۰/۱۲

(مقاله پژوهشی)

چکیده

هدف این پژوهش، ارزیابی ویژگی‌های ۱۱۰ نژادگان برتر گردو در ایستگاه تحقیقات درختان چندمنظوره استهبان بود. ویژگی‌های ظاهری فندقه، ضخامت پوسته چوبی، وزن فندقه، وزن مغز، درصد مغز، رنگ مغز، میزان گوشتی بودن مغز، پرشدن کامل فندقه، آسانی جدا شدن مغز از پوسته چوبی مهم‌ترین ویژگی‌های مورد ارزیابی بودند. نتایج نشان داد که میانگین وزن هر فندقه با پوسته چوبی از ۷/۴ تا ۱۷/۹ گرم، میانگین وزن مغز هر فندقه از ۳/۷ تا ۸/۲ گرم و درصد مغز از ۳۵/۶ تا ۶۰/۶ متغیر و شاخص گرد بودن از ۰/۷۳ تا ۱/۰۸ متفاوت بود. رنگ مغز و رنگ پوسته چوبی به ترتیب در ۶۸/۲ و ۵۶/۴ درصد نژادگان‌ها روشن، جدا شدن مغز از پوست در ۵۶/۴ درصد نژادگان‌ها راحت، پر بودن مغز در ۵۰/۹ درصد نژادگان‌ها خوب و گوشتی بودن مغز در ۷۰ درصد نژادگان‌ها متوسط بود. وزن متوسط مغز هر فندقه همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول، قطر، پهنا و وزن متوسط هر فندقه نشان داد. ضریب همبستگی بین درصد مغز و وزن مغز در هر فندقه (۰/۴۳۹)، درصد مغز و پر بودن فندقه (۰/۲۵۳)، هم‌چنین درصد مغز و گوشتی بودن مغز (۰/۲۲۴)، مثبت و معنی‌دار بود. بر اساس شاخص‌های ارزیابی شده، نژادگان‌های ۵، ۷، ۸، ۱۵، ۲۳، ۲۹، ۳۴، ۴۲، ۴۹، ۱۰۷، ۱۰۸ و ۱۰۹ به‌عنوان نژادگان‌های امیدبخش برای تولید گردو پیشنهاد می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: وزن مغز، درصد مغز، شاخص گردبودن، ضخامت پوسته چوبی

۱۳۸۰ و ۱۳۸۵، حق‌جویان و همکاران، ۱۳۸۴؛ احتشام‌نیا و همکاران، ۱۳۸۸، ساریخانی‌خرمی و همکاران، ۱۳۹۱، قاسمی و همکاران، ۱۳۹۰، موسوی و همکاران ۱۳۹۴، وحدتی، (۱۳۸۸): در پژوهشی عاطفی (1997) ۲۳ صفت را بر روی ۲۵۰ نژادگان گردو ارزیابی کرد و ۱۵ نژادگان را به‌عنوان بهترین‌ها معرفی و براساس میزان محصول، گل‌دهی جانبی، وزن هر گردو، زمان آغاز رشد و درصد مغز، چهار نژادگان E60, Z63, G3, B21-1/3 را برای تولید تجاری توصیه نمودند.

فورده و مک‌گراناهان^۸ (1996) با توصیف صفات کمی و کیفی مطلوب برای به‌نژادی گردو اظهار کردند که کیفیت مغز گردو می‌تواند تحت تأثیر عوامل محیطی و عوامل ژنتیکی به‌عنوان یک معیار اساسی برای گزینش ارقام تجاری قرار گیرد. در اکثر ارقام تجاری وزن مغز هر فندقه ۵ تا ۷ گرم و حتی تا ۹ گرم است. روشن بودن رنگ مغز یک صفت قابل توارث است، اما تحت تأثیر محیط نیز خواهد بود. ساختار مغز گردو از حالت نازک تا کاملاً گوشتی متفاوت خواهد بود و مطلوب است که مغز گردو کاملاً فضای داخل پوسته چوبی را پر کند، اما نه در حدی که امکان جدا کردن مغز از پوسته وجود نداشته باشد (مک‌گراناهان و لنزی^۹، 1990). درصد مغز گردو از صفاتی است که همواره مدنظر به‌نژادگران گردو بوده و اندازه گردو، میزان گوشتی بودن مغز^{۱۰}، پرشدن کامل و ضخامت پوسته گردو از عواملی هستند که روی درصد مغز مؤثر هستند. به‌طور کلی میزان ۶۰ درصد مغز در گردو میزان مطلوبی است. ضخامت پوسته چوبی گردو می‌تواند متغیر باشد و پوسته گردوهای تجاری باید به‌حدی قوی باشد که در هنگام برداشت شکسته نشود، زیرا در گردوهای شکسته، مغز به‌دلیل روغن بالا خیلی زود فاسد خواهد شد. داشتن یک پوسته جذاب، صاف و با رنگ روشن برای گردوهایی که همراه با پوسته چوبی عرضه خواهند شد یک صفت با ارزش است. محل اتصال گردو به دمگل در بعضی از ارقام به‌خوبی مسدود نیست و این یک صفت نامطلوبی است که منجر به فاسدشدن مغز خواهد شد. وزن بهینه فندقه برای فروش با پوسته چوبی ۱۲-۱۴ گرم یا بیش‌تر و برای گردوهایی که مغز آن‌ها فروخته می‌شود ۹-۱۱ گرم توصیه شده است (جرماین^{۱۱}، 1997). ایشان گزارش کردند که پوسته چوبی فندقه باید نسبتاً نازک باشد که راحت شکسته شود، هم‌چنین صاف، محکم و خوب چوبی شده باشد و بدون منفذ باشد که دو ویژگی اخیر برای برداشت مکانیکی بسیار مهم است.

گردو (*Juglans regia* L.) یکی از درختان میوه خشکباری است که به‌منظور تولید میوه و چوب از دیرباز موردتوجه انسان قرار داشته است. سطح زیرکشت گردو در سال ۱۳۹۳ در کشور ۱۴۶۲۱۹ هکتار (درختان بارور و غیر بارور) است که استان‌های همدان، کرمان، آذربایجان شرقی، فارس و کرمانشاه بیش‌ترین سطح زیرکشت را داشتند. استان فارس با عملکرد ۲۵۰۳ کیلوگرم در هکتار از نظر عملکرد در واحد سطح در جایگاه ششم کشور در سال ۱۳۹۳ قرار دارد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۴). میوه گردو از سه جز جدا از هم شامل پوسته سبز^۱، پوسته چوبی^۲ و مغز خوراکی^۳ تشکیل شده است و واژه فندقه^۴ به‌مجموع پوسته چوبی و مغز خوراکی اطلاق می‌شود (لب‌ویچ و پولیتو^۵، 1985).

با وجودی که ایران رویشگاه گردو است اما تاکنون فقط دو رقم برتر و تجاری گردو توسط حسنی و همکاران (۱۳۹۱ الف و ب) به نام‌های جمال و دماوند معرفی شده است. در بیش‌تر مناطق برای احداث باغ گردو از نهال‌های بذری استفاده می‌شود که این امر هم‌گوناگونی ژنتیکی این درخت را افزایش داده و زمینه را برای دستیابی به ذخیره ژنتیکی غنی فراهم نماید و هم سبب شده است که محصول گردوی ایران از نظر تولید مغز و فروش همراه با پوسته به‌ویژه در بازارهای خارجی به‌دلیل نایک‌نواختی و مخلوط بودن نژادگان‌ها از بازارپسندی مناسبی برخوردار نباشد (طباطبایی و همکاران، ۱۳۷۷). بنابراین معرفی نژادگان‌هایی با عملکرد کمی و کیفی مطلوب برای توسعه باغ‌های گردوی یک‌نواخت ضرورت است که باید به آن توجه شود.

برای معرفی نژادگان‌های برتر در گام اول لازم است ارزیابی درختان برتر گردوی موجود در کشور از نظر ویژگی‌های مهم مربوط به درخت و فندقه صورت پذیرد. بیشتر تلاش‌های انجام شده در مورد تحقیقات گردو توسط بخش تحقیقات باغبانی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شده (عاطفی^۶، 1990، 1997) که هنوز هم ادامه دارد. خوشبختانه در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی در دانشگاه‌ها و مراکز پژوهشی در مورد گردو انجام شده و نتایج آن در مجلات علمی منتشر شده است (ابراهیمی و همکاران ۱۳۸۸، اسکندری^۷ و همکاران 2006؛ پارسا و همکاران، ۱۳۸۰، سعادت و زندگی،

1. Husk
2. Shell
3. Kernel
4. Nut
5. Labavitch and Polito
6. Atefi
7. Eskandari

8. Forde and McGranahan
9. McGranahan and Leslie
10. Kernel plumpness
11. Germain

قاسمی و همکاران (۱۳۹۰) چندین ویژگی پومولوژیکی تعداد ۱۲ نژادگان گردو در ۴ منطقه از استان مرکزی را بررسی و گزارش کرده‌اند در نژادگان‌های مورد ارزیابی، وزن میوه و مغز از تنوع زیادی برخوردار بودند. بیش‌ترین میانگین وزن میوه و مغز (به‌ترتیب ۱۵/۲۵ و ۸/۱ گرم) متعلق به نژادگان MS15 و بیش‌ترین درصد مغز (۶۰/۵۱) متعلق به نژادگان MS43 بود. صفات فنولوژیکی و پومولوژیکی نژادگان‌های برتر گردوی شمال فارس توسط ساریخانی خرمی و همکاران (۱۳۹۱) ارزیابی و ۱۱ نژادگان برتر گزینش و معرفی شدند براساس نتایج به‌دست‌آمده دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوسته چوبی به ترتیب بین ۱۹/۸-۸/۶ گرم، ۹/۵-۲/۸ گرم، ۶۲/۶-۱۷/۵ درصد و ۰/۸۶-۳ میلی‌متر بود. مطالعه همبستگی بین صفات مهم در پژوهش ایشان نشان داد که اندازه طول، ضخامت و عرض میوه در تعیین وزن میوه و مغز گردو نقش اساسی دارند به‌طوری‌که نژادگان‌های گردوی با میوه درشت‌تر و پوست نازک‌تر از وزن میوه و مغز بالاتر و در نتیجه درصد مغز و عملکرد بهتری برخوردار بودند. همبستگی مثبت و قوی بین وزن مغز با وزن میوه و درصد مغز وجود داشت و بین وزن میوه و مغز با اندازه میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد (ساریخانی خرمی و همکاران، ۱۳۹۱). تنوع ژنتیکی نژادگان‌های برتر گردو در استان چهارمحال و بختیاری توسط موسوی و همکاران (۱۳۹۴) ارزیابی و گزارش نموده‌اند که در کلیه صفات بررسی شده از تنوع زیادی برخوردار بودند. نژادگان شماره ۲۱ بیش‌ترین وزن میوه (۱۷/۲۸ گرم) و بیش‌ترین وزن مغز (۱۰/۱۱ گرم) را به خود اختصاص داد. ایشان گزارش کرده‌اند که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین وزن میوه و وزن مغز وجود دارد ولی وزن پوسته چوبی با درصد مغز همبستگی منفی معنی‌دار داشت.

در سال‌های اخیر به همت مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس کلکسیون‌ی از ۱۱۰ نژادگان برتر گردوی استان فارس (سعادت و زندی، ۱۳۸۰ و ۱۳۸۵) در ایستگاه تحقیقات درختان چندمنظوره استهبان ایجاد شده است. هدف از این پژوهش ارزیابی نژادگان‌های برتر گردوی موجود در ایستگاه یاد شده برای شناخت توانمندی‌های ژنتیکی این درخت در استان و معرفی نژادگان‌های امیدبخش گردو در استان فارس بود.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات درختان چندمنظوره استهبان با ۱۳۳۰ متر ارتفاع از سطح دریا در سال‌های ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ اجرا شد. در یک دوره آماربرداری هواشناسی از مهرماه

زودباردهی (عملکرد ۵۰۰ کیلوگرم در هکتار در سن ۴ سالگی)، دیربازشدن جوانه‌های برگ برای فرار از سرمازدگی بهاره و بیماری بلایت (*Xanthomonas campestris* pv. *Juglandis*)، رشد رویشی زیاد با گل‌دهی به‌صورت جانبی، نداشتن سال‌آوری و ریزش گل و میوه، عملکرد بالا، صاف بودن و بدون منفذ بودن پوسته چوبی، دارا بودن درصد مغز بیش‌تر از ۵۰، گوشتی بودن و روشن بودن رنگ مغز، جدا شدن آسان مغز از پوسته چوبی و وزن ۷-۸ گرم مغز در هر فندقه از ویژگی‌های مطلوب یک رقم تجاری گردو است که توسط بریتون^۱ و همکاران (2007) توصیه شده است.

در پژوهشی سعادت و زندی (۱۳۸۰) جمعیت‌های گردوی مناطق مختلف استان فارس را بررسی و گزارش نمودند که تغییرات ژنتیکی زیادی در بین جمعیت‌های گردوی حاصل از بذر وجود دارد. هم‌چنین دریافتند که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن متوسط فندقه با طول و قطر، وزن متوسط پوسته چوبی و وزن متوسط مغز هر فندقه وجود دارد. درصد متوسط مغز هر فندقه همبستگی منفی و معنی‌داری با وزن متوسط و وزن متوسط پوسته چوبی هر فندقه نشان داد، اما همبستگی آن با وزن متوسط مغز هر گردو مثبت و معنی‌دار بود. براساس پژوهشی توسط اسکندری و همکاران (2006) گزارش شده که از نظر تاریخ شکفتن جوانه‌های برگ، نوع گل‌دهی، وزن فندقه، وزن مغز، درصد مغز، رنگ مغز، ضخامت پوسته چوبی، شکل فندقه، بافت پوسته چوبی و گوشتی بودن مغز بین نژادگان‌های جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران گوناگونی وجود دارد. با بررسی ویژگی‌های نژادگان‌های منطقه شاهرود، کرج (ارقام خارجی و بومی)، تویسرکان، ارومیه و مشهد توسط حق‌جویان و همکاران (۱۳۸۴) مشخص شد که نژادگان‌های منطقه مشهد از نظر درصد مغز با میانگین ۵۳/۰۴ درصد نسبت به نژادگان‌های سایر مناطق اختلاف معنی‌دار داشتند. با ارزیابی ۵۰ ویژگی در ۴۸ نژادگان گردو در تبریز گزارش شده که بین نژادگان‌های مختلف از نظر ویژگی‌های موردارزیابی گوناگونی وجود دارد و بین ضخامت پوسته چوبی و درصد مغز ارتباط معکوس وجود دارد (پارسا و همکاران، ۱۳۸۰). ابراهیمی و همکاران (۱۳۸۸) تنوع ژنتیکی و ویژگی‌های مورفولوژیکی ۶۰۸ نژادگان مختلف گردو در شهرستان نیریز را بررسی و همبستگی بین صفات وزن دانه با وزن مغز و هم‌چنین ارتباط بین زمان باز شدن برگ با زمان برداشت محصول را مثبت و معنی‌دار گزارش کرده‌اند. ایشان دیر بازشدن برگ‌ها، باردهی جانبی و کیفیت مطلوب دانه را از صفات مطلوب نژادگان‌های امیدبخش بیان نمودند.

۱۳۸۲ الی مهرماه ۱۳۸۹، بارندگی متوسط ۲۸۹/۳ میلی‌متر، حداکثر مطلق دما ۴۱ درجه سانتی‌گراد (تیرماه ۱۳۸۴)، حداقل مطلق ۸/۲ - درجه سانتی‌گراد (دی‌ماه ۱۳۸۴)، میانگین دمای سالانه ۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد، میانگین دمای حداکثر سالانه ۲۵/۶ درجه سانتی‌گراد، میانگین دمای حداقل سالانه ۹/۴ درجه سانتی‌گراد و میانگین تعداد روزهای یخبندان ۵۲ روز است. حداکثر، حداقل و متوسط رطوبت نسبی هوای استهبان در یک دوره آماربرداری از مهرماه ۱۳۸۲ الی مهرماه ۱۳۹۰ به ترتیب ۵۸، ۲۰ و ۳۹ درصد گزارش شده است (اداره کل هواشناسی استان فارس، ۱۳۹۰). از خرداد تا پایان مهرماه در استهبان بارندگی نیست.

درخت‌های برتر گردوی موردبررسی در کلکسیون شامل ۵۶ نژادگان پیوندی و ۲۲ نژادگان بذری با سن ۸-۵ سال بود و علاوه بر آن هم‌زمان از ۳۲ درخت بذری با سن بیش از ۱۵ سال (در سال ۱۳۸۶ سال شروع پروژه) که از بین درخت‌های بالغ موجود در ایستگاه شناسایی شده بودند نیز یادداشت‌برداری صورت گرفت. بنابراین جمع درخت‌های مورد بررسی ۱۱۰ نژادگان است. نژادگان‌های پیوندی از جمعیت درختان گردوی شهرستان‌های آباد، اقلید، بوانات، سپیدان، شیراز، مناطق سرد کازرون و استهبان قبلاً شناسایی و در ایستگاه بر روی پایه‌های بذری دوساله گردو پیوند شده و سپس نهال‌هایی که پیوند آن‌ها گرفته و رشد نموده بود به کلکسیون منتقل و به‌صورت طرح هندسی مربع مستطیل و به فاصله 9×12 متر کاشته شده بودند.

به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های هر نژادگان، براساس توصیف نامه درختان گردو (موسسه بین‌المللی ذخایر ژنتیکی گیاهی^۱)، ۱۹۹۴) و دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در گردو (موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۱۳۸۶) یک شناسنامه تدوین شد. برای هر نژادگان موجود در کلکسیون، ثبت اطلاعات کامل انجام و در صورت وجود درختان هم‌گروه از هر نژادگان حداکثر ۳ درخت یادداشت‌برداری شد و میانگین ویژگی‌های سه درخت برای هر نژادگان در نظر گرفته شد.

هر سال از چهار طرف هر درخت، تعداد ۲۰ گردوی سالم جمع‌آوری و در داخل پاکت کاغذی قرار داده شدند و به آزمایشگاه مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی فارس واقع در شیراز منتقل شدند. ابتدا نسبت به جداکردن پوسته سبز اقدام شد و سپس گردوها به مدت ۲ ماه در دمای اتاق برای خشک شدن نگهداری شدند و در نهایت نسبت به اندازه‌گیری

ویژگی‌های کمی و کیفی فندقه شامل شکل فندقه، قطر، طول و پهنای فندقه، بافت و رنگ پوسته چوبی، روزنه در محل اتصال فندقه به دمگل، ضخامت تیغه میانی لپه‌ها، وزن فندقه با پوسته چوبی، وزن مغز، درصد مغز، میزان پر بودن مغز، میزان گوشتی بودن مغز، رنگ مغز و شاخص گرد بودن فندقه اقدام شد. اندازه‌گیری طول، قطر، پهنای، ضخامت پوسته چوبی و ضخامت تیغه‌های میانی فندقه نمونه‌ها به‌وسیله کولیس دیجیتال انجام شد و برای توزین نمونه‌ها از ترازوی دیجیتال با دقت یک هزارم گرم استفاده شد.

براساس توصیف نامه گردو (موسسه بین‌المللی ذخایر ژنتیکی گیاهی، ۱۹۹۴) ارزیابی بافت پوست براساس درجه‌بندی خیلی صاف، صاف، متوسط، ناصاف، خیلی ناصاف، سخت و چوبی، رنگ پوسته چوبی با درجه‌بندی خیلی روشن، روشن، متوسط، تیره، خیلی تیره، سختی پوسته چوبی براساس درجه‌بندی کاغذی، ضعیف، متوسط، زیاد، ضخامت پوسته چوبی با اندازه‌گیری ضخامت آن در نزدیکی وسط پوسته چوبی (میلی‌متر) انجام شد. برای اندازه‌گیری ضخامت تیغه میانی لپه‌ها، بعد از شکستن فندقه، مغز را از پوسته چوبی جدا کرده و تیغه‌های میانی را از بین لپه‌ها خارج نموده و با کولیس دیجیتال ضخامت آن‌ها (میلی‌متر) اندازه‌گیری شد. میزان پر بودن مغز با درجه‌بندی ضعیف، متوسط، خوب، زیاد و میزان گوشتی بودن مغز با درجه‌بندی نازک، متوسط و گوشتی انجام شد. رنگ مغز با درجه‌بندی بیش‌از‌حد روشن، روشن، متوسط، تیره صورت گرفت. شاخص گرد بودن فندقه با استفاده از فرمول زیر محاسبه گردید (موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۱۳۸۶).

دو برابر طول (پهنای × قطر) = شاخص گرد بودن

به‌منظور گروه‌بندی نژادگان‌های موردارزیابی براساس ویژگی‌های وزن هر فندقه، وزن مغز هر فندقه و درصد مغز هر نژادگان، تجزیه خوشه‌ای بر اساس فاصله اقلیدسی و با استفاده از نرم‌افزار مینی‌تیب^۲ (نسخه ۱۴) انجام شد. آنالیز همبستگی با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶) انجام شد.

نتایج و بحث

ارزیابی ویژگی‌های فندقه‌ی نژادگان‌ها در سه سال متوالی نشان داد که میانگین وزن هر فندقه با پوسته چوبی از ۷/۴ گرم تا ۱۷/۹ گرم، میانگین وزن مغز هر فندقه از ۳/۷ تا ۸/۲ گرم و درصد مغز که از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی درختان گردو

1. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)

2. Minitab Inc.

موردانتظار بود. روشن بودن رنگ مغز طبق نظر فوردر و مک گراناهان (1996) یک صفت قابل توارث است.

ویژگی‌های ظاهری طول، قطر، پهنا، شاخص گرد بودن، ضخامت پوسته چوبی و ضخامت تیغه میانی لپه‌های فندقه نژادگان‌های گردوی موردارزیابی از گوناگونی زیادی برخوردار بودند. طول فندقه از حداقل ۲۸/۸۷ تا حداکثر ۴۳/۰۳ میلی‌متر، قطر فندقه از حداقل ۲۵/۳۴ تا حداکثر ۴۰/۰۵ میلی‌متر و پهنای فندقه در نژادگان‌های مختلف از حداقل ۲۶/۴۰ تا حداکثر ۳۸/۵ میلی‌متر متفاوت بود (جدول ۲). شاخص گرد بودن در نژادگان‌های موردارزیابی گوناگونی زیادی نشان داد و از حداقل ۰/۷۳ تا حداکثر ۱/۰۸ متفاوت بود (جدول ۲). این ویژگی از نظر فروش گردو با پوسته اهمیت ویژه‌ای دارد، زیرا گرد بودن گردو باعث جذابیت ظاهری و جلب نظر مشتریان خواهد شد. ضخامت پوسته چوبی فندقه در نژادگان‌های مختلف از حداقل ۰/۷۹ تا حداکثر ۵/۴۱ میلی‌متر متفاوت بود. ضخامت تیغه میانی لپه‌ها در نژادگان‌های مختلف از حداقل ۰/۰۲ تا حداکثر ۰/۸۰ میلی‌متر متفاوت بود (جدول ۲).

اندازه فندقه از نظر عملکرد و بازارپسندی (برتری گردوهای درشت‌تر در مقایسه با ریزتر) به اندازه طول، قطر و پهنای فندقه بستگی دارد. گوناگونی در شکل ظاهری فندقه پیش‌ازاین نیز توسط سعادت و زندی (۱۳۸۰)، (پارسا و همکاران، ۱۳۸۰)، موسوی و همکاران (۱۳۹۴) و محمدی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است و با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. به‌طور کلی هرچه شکل فندقه به حالت کروی بودن نزدیک‌تر باشد حالت بازارپسندی بهتری دارد و چون شکل مغز نیز تا حد زیادی از شکل فندقه پیروی می‌کند جذابیت بهتری برای جلب نظر مصرف‌کننده خواهد داشت و تکیه بر شاخص گرد بودن برای گزینش نژادگان‌های گردو منطقی‌تر است چون از خطای کم‌تری برخوردار است.

ضخامت پوسته چوبی در نژادگان‌های موردارزیابی از گوناگونی زیادی برخوردار و از حداقل ۰/۷۵ تا ۵/۵ میلی‌متر متغیر بود (جدول ۲). این صفت به‌ویژه در برداشت مکانیکی بسیار اهمیت دارد و باید در حدی باشد که در زمان برداشت پوسته چوبی نشکند و از طرفی استحکام آن‌قدر زیاد نباشد که برای شکستن فندقه و جدا کردن مغز از پوست مشکل ایجاد کند. کاغذی بودن پوسته چوبی باعث افزایش درصد مغز می‌شود، اما عملکرد در هکتار کاهش خواهد یافت. هم‌چنین کاغذی و ضعیف بودن پوسته چوبی حمله پرنده‌گان به میوه را آسان و در هنگام برداشت مشاهده گردید که با سوراخ کردن پوسته چوبی، مغز بسیاری از گردوهای با پوسته کاغذی و

است از حداقل ۳۵/۶ تا حداکثر ۶۰/۶ درصد متغیر بود (جدول ۱).

وزن متوسط هر فندقه با پوسته چوبی در ۶۵ درصد از نژادگان‌ها بیش از ۱۱ گرم و حدود ۲۸ درصد از نژادگان‌ها دارای مغز بیش از ۶ گرم در هر فندقه بودند (جدول ۱). جرماين (۱۹۹۷) وزن بهینه فندقه برای فروش با پوسته چوبی، ۱۲-۱۴ گرم یا بیش‌تر و وزن مغز را ۹-۱۱ گرم توصیه نموده است. بریتون و همکاران (2007) میزان ۷-۸ گرم مغز در هر فندقه و فوردر و مک گراناهان (1996) میزان ۵-۷ و یا ۹ گرم مغز در هر فندقه را از ویژگی‌های مطلوب یک رقم تجاری بیان کرده‌اند. بنابراین نتایج این پژوهش توانمندی تولید بالای نژادگان‌های گردوی موردارزیابی را نشان می‌دهد و امکان معرفی نژادگان‌های با عملکرد بالا را فراهم می‌سازد. حدود ۴۴ درصد از نژادگان‌ها دارای درصد مغز بیش از ۵۰ بودند (جدول ۱). فوردر و مک گراناهان (1996) درصد مغز معادل ۶۰ و جرماين (1997) درصد مغز ۴۸-۵۵ را برای رقم‌های تجاری مطلوب دانسته‌اند. گوناگونی در درصد مغز و وزن مغز در هر فندقه توسط سعادت و زندی (۱۳۸۰)، حق جویان و همکاران (۱۳۸۴)، پارسا و همکاران (۱۳۸۰)، عاطفی (1997)، اسکندری و همکاران (2006)، آکچا و اوزون‌گون^۱ (2004)، سوتیمز و ناسکا^۲ (2006)، سولار و استمپر^۳ (2006)، زنلی^۴ و همکاران (2005)، موسوی و همکاران (۱۳۹۴) و محمدی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده که با نتایج این پژوهش مطابقت دارد. از آن‌جاکه کلیه نژادگان‌ها در شرایط رشد تقریباً یکسانی قرار داشتند گوناگونی در ویژگی‌های درصد مغز، وزن هر فندقه با پوسته چوبی و وزن مغز در هر فندقه را می‌توان به ساختار ژنتیکی نژادگان‌ها نسبت داد.

رنگ مغز در بیش از ۸۰ درصد از نژادگان‌ها روشن و خیلی روشن بود (شکل ۱) که نویدبخش گزینش نژادگان‌های امیدبخش با رنگ مغز روشن و بازارپسند است. گوناگونی رنگ مغز در نژادگان‌های مختلف گردو توسط پارسا و همکاران (۱۳۸۰)، موسوی و همکاران (۱۳۹۴) و محمدی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است. گوناگونی در رنگ مغز جمعیت‌های مختلف گردو توسط آکچا و اوزون‌گون (2004) و اسکندری و همکاران (2006) نیز گزارش شده است. از آن‌جاکه نژادگان‌های موردبررسی از جمعیت‌های گردوی مناطق مختلف استان فارس جمع‌آوری شده و یا نهال‌های بذری بودند^۵ گوناگونی رنگ مغز

1. Akca and Ozungun
2. Sutyemez and Naska
3. Solar and Stamper
4. Zenely

ضعیف توسط پرندگان خورده شده بود. گوناگونی در ضخامت پوسته چوبی گردو توسط شرما و شرما^۱ (2001)، موسوی و همکاران (۱۳۹۴) و محمدی و همکاران (۱۳۹۴) گزارش شده است که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد.

یافته‌های این پژوهش نشان داد که ضخامت تیغه میانی لپه‌های فندقه در نژادگان‌های ارزیابی شده از گوناگونی زیادی برخوردار است و از حداقل ۰/۰۲ تا حداکثر ۰/۸۰ میلی‌متر متفاوت بود. این ویژگی از نظر ارتباط با صفات کمی و کیفی فندقه بسیار حائز اهمیت هست (جدول ۲). ضخامت تیغه میانی لپه‌های فندقه از ویژگی‌های مهم گردو است که در جدا شدن مغز از پوسته چوبی تأثیر زیادی دارد. در نژادگان‌هایی که تیغه‌های میانی ضخیم هستند جدا شدن مغز به‌سختی امکان‌پذیر است و اگر توأم با پر شدن فضای داخلی توسط مغز باشد نمی‌توان مغز را از پوسته چوبی جدا کرد و به‌عنوان یک ویژگی بسیار نامطلوب و حذف‌کننده نژادگان‌ها در نظر گرفته می‌شود.

ویژگی‌های جدا شدن مغز از پوسته چوبی، میزان پر بودن و گوشتی بودن مغز، رنگ پوسته چوبی، بافت پوسته چوبی و چگونگی روزه در محل اتصال فندقه به دمگل نژادگان‌های گردوی مورد ارزیابی از گوناگونی زیادی برخوردار بودند. (جدول ۳). جدا شدن مغز از پوسته چوبی که یک ویژگی بسیار مهم در گردو است در ۱۳/۶ درصد از نژادگان‌ها خیلی راحت، ۵۶/۴ درصد از نژادگان‌ها راحت، ۲۴/۵ درصد از نژادگان‌ها متوسط و در ۵/۵ درصد از نژادگان‌ها سخت بود. این ویژگی مورد تأکید همه پژوهش‌گران گردو است (بریتون و همکاران، 2007؛ جرمان، 1993؛ مک گرانهان و لزل، 1990) و از ویژگی‌های جدایی‌ناپذیر یک رقم تجاری است. در صورتی که جدا کردن مغز از پوسته چوبی به‌سختی انجام شود علاوه بر کاهش درصد مغز و عملکرد، موجب خرد شدن مغز نیز می‌گردد که از کیفیت آن می‌کاهد. جدا شدن راحت مغز از پوسته چوبی برای مغز کردن مکانیکی گردو یک ویژگی ضروری است. در تعدادی دیگر از نژادگان‌های مورد ارزیابی در سال‌های ۸۶ و ۸۷ مغز به‌سختی از پوسته چوبی جدا می‌شد که این نژادگان‌ها از چرخه ارزیابی حذف شدند. نژادگان‌هایی که مغز به‌سختی از پوسته چوبی جدا می‌شود از نظر تجاری قابل قبول نیستند. اگر جدا شدن راحت مغز از پوسته چوبی به‌دلیل نازک بودن یا چروکیده بودن مغز باشد منجر به کاهش درصد مغز و بدی طعم و مزه آن خواهد شد و یک صفت نامطلوب است.

رنگ پوسته چوبی و بافت آن در نژادگان‌های مورد ارزیابی از گوناگونی زیادی برخوردار بود (جدول ۳). همان‌طور که قبلاً ذکر

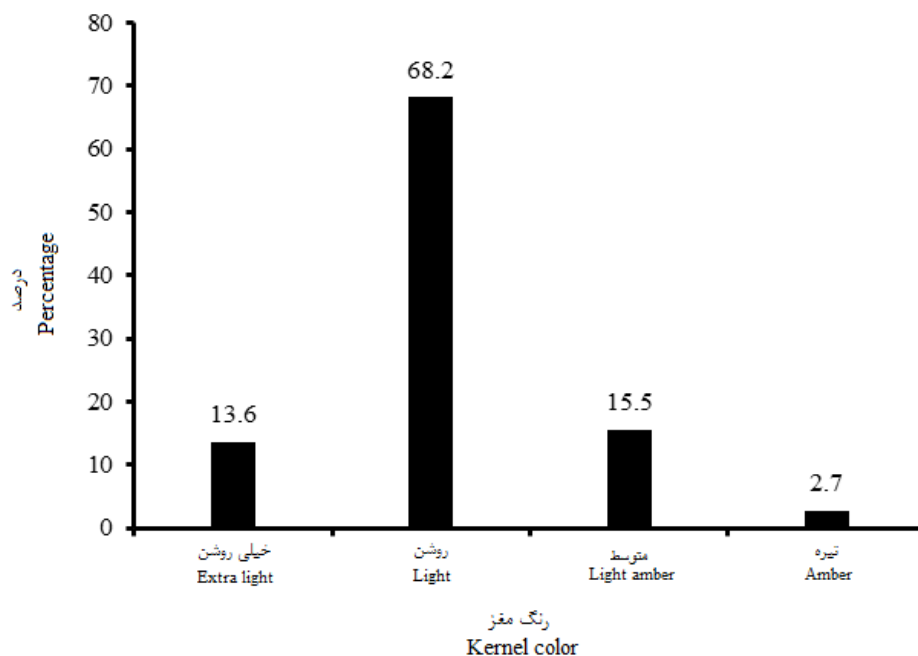
گردید نژادگان‌های مورد بررسی از جمعیت‌های گردوی مناطق مختلف استان فارس جمع‌آوری شده و یا نهال‌های بذری بودند و گوناگونی رنگ پوسته چوبی و بافت آن مورد انتظار بود. داشتن یک پوسته جذاب، صاف و با رنگ روشن برای گردوهایی که با پوسته چوبی به فروش می‌رسند ضروری است (جرمان، 1997؛ مک گرانهان و لزل، 1990).

میزان پر بودن فضای داخلی پوسته چوبی از مغز در نژادگان‌های مورد ارزیابی از حالت ضعیف تا خوب متفاوت بود (جدول ۳). مطلوب است که مغز گردو کاملاً فضای داخل پوسته چوبی را پر کند، اما نه در حدی که امکان جدا کردن مغز از پوسته چوبی وجود نداشته باشد. پر بودن مغز از ویژگی‌های یک رقم تجاری گردو است (مک گرانهان و لزل، 1990).

میزان گوشتی بودن مغز که از مهم‌ترین صفات کیفی گردو به حساب می‌آید، در نژادگان‌های مورد ارزیابی از حالت نازک تا کاملاً گوشتی متفاوت بود (جدول ۳). گوشتی بودن مغز علاوه بر افزایش کیفیت و جلب نظر مصرف‌کننده، موجب افزایش درصد مغز و عملکرد خواهد شد و همان‌طور که در جدول ۵ نشان داده شده ضریب همبستگی بین درصد مغز و گوشتی بودن مغز مثبت و معنی‌دار بود. گوناگونی در گوشتی بودن مغز در نهال‌های حاصل از بذره‌های جمع‌آوری شده از نقاط مختلف ایران توسط اسکندری و همکاران (2006) گزارش گردیده که با یافته‌های این پژوهش مطابقت دارد. از آنجا که کلیه نژادگان‌ها در شرایط رشد نسبتاً یکسانی قرار داشتند، بنابراین می‌توان ویژگی گوشتی بودن مغز را به ساختار ژنتیکی نژادگان‌ها نسبت داد و بایستی در گزینش و معرفی ارقام تجاری به آن توجه شود.

جدول ۱: فراوانی نسبی وزن متوسط هر فندقه با پوسته چوبی، وزن متوسط مغز هر فندقه و درصد مغز در نژادگان‌های برتر گردو
 Table 1: Relative frequency of average weight of nut with shell, kernel average weight per nut, and kernel percentage of superior Persian walnut genotypes

دامنه Range					ویژگی فندقه Nut trait
15.01-18	13.01-15	11.01-13	9.01-11	≤9	وزن متوسط هر فندقه با پوسته چوبی (گرم) Average weight of nut with shell (g)
4.5	14.5	46.4	28.2	6.4	فراوانی نسبی Relative frequency
7.01-8.2	6.01-7	5.01-6	4.01-5	≤4	وزن متوسط مغز هر فندقه (گرم) Kernel average weight per nut (g)
8.2	20.0	48.2	19.1	4.5	فراوانی نسبی Relative frequency
55.01-61	50.01-55	45.01-50	40.01-45	≤40	درصد مغز Kernel percentage
10	32.7	38.2	12.7	6.4	فراوانی نسبی Relative frequency



شکل ۱: فراوانی نسبی رنگ مغز در نژادگان‌های مختلف برتر گردو در سال‌های ۸۷ و ۸۸
 Fig. 1: Relative frequency of kernel color in superior Persian walnut genotypes in 2008 and 2009

جدول ۲: فراوانی نسبی ویژگی‌های ظاهری فندقه در نژادگان‌های برتر گردو

Table 2: Relative frequency of nut morphological traits of superior Persian walnut genotypes

دامنه Range		ویژگی فندقه Nut trait		
40.01-45	35.01-40	31.01-35	28-31	طول (میلی‌متر) Length (mm)
8.2	46.4	41.8	3.6	فراوانی نسبی Relative frequency
40.01-45	35.01-40	30.01-35	25-30	قطر (میلی‌متر) Diameter (mm)
0.9	12.7	68.2	18.2	فراوانی نسبی Relative frequency
36.01-40	33.01-36	30.01-33	26-30	پهنا (میلی‌متر) Width (mm)
10.9	31.8	40	17.3	فراوانی نسبی Relative frequency
1.01-1.1	0.91-1.0	0.86-0.9	0.7-0.85	شاخص گرد بودن Roundness index
10.9	52.7	17.3	19.1	فراوانی نسبی Relative frequency
2.01-5.5	1.61-2	1.31-1.6	0.75-1.3	ضخامت پوسته چوبی (میلی‌متر) Shell thickness (mm)
4.5	44.5	30.0	20.9	فراوانی نسبی Relative frequency
0.46-0.8	0.31-0.45	0.16-0.30	0.02-0.15	ضخامت تیغه‌های میانی (میلی‌متر) Packing tissues thickness (mm)
7.3	10.9	41.8	40	فراوانی نسبی Relative frequency

جدول ۳: فراوانی نسبی ویژگی‌های کیفی پوسته چوبی و مغز فندقه در نژادگان‌های برتر گردو

Table 3: Relative frequency of nut shell and kernel traits in superior Persian walnut genotypes.

فراوانی نسبی Relative frequency	رنگ پوسته چوبی Shell color	فراوانی نسبی Relative frequency	جدا شدن مغز از پوسته چوبی Ease of removal of kernel
7.3	خیلی روشن Very light	13.6	خیلی راحت Very easy
56.4	روشن Light	56.4	راحت Easy
32.7	متوسط Medium	24.5	بینابین Moderate
3.6	تیره Dark	5.5	سخت Difficult
فراوانی نسبی Relative frequency	میزان گوشتی بودن مغز Kernel plumpness	فراوانی نسبی Relative frequency	پر بودن مغز Kernel fill
10.9	نازک Thin	8.2	ضعیف Weak
70.0	متوسط Moderate	40.9	متوسط Moderate
19.1	گوشتی Plump	50.9	خوب Well
فراوانی نسبی Relative frequency	چگونگی روزنه در محل اتصال فندقه به دمگل Shell seal	فراوانی نسبی Relative frequency	ظاهر پوسته چوبی Shell appearance
10.9	باز یا دارای پوشش بسیار نازک Open or very weak	0.9	خیلی صاف Very smooth
22.7	دارای پوشش نازک Weak	38.2	صاف Smooth
42.7	دارای پوشش متوسط Intermediate	50.9	متوسط Medium
23.6	دارای پوشش قوی Strong	8.2	ناصاف Rough
0.0	دارای پوشش بسیار قوی Very strong	1.8	خیلی ناصاف Very rough

جدول ۴: ماتریس ضریب همبستگی (اسپیرمن) صفات اندازه‌گیری شده فندقه درختان جمع‌آوری شده برتر گردو

Table 4: Correlation coefficient matrix (Spearman) of evaluated nut traits in superior Persian walnut genotypes

وزن متوسط مغز هر فندقه Average kernel weight per nut	وزن متوسط هر فندقه Average weight of nut	پهنای متوسط هر فندقه Average depth of nut	قطر متوسط هر فندقه Average length of nut	طول متوسط هر فندقه Average length of nut	ویژگی فندقه Nut trait
			0.877**	0.430**	پهنای متوسط هر فندقه Average depth of nut
		0.533**	0.669**	0.520**	وزن متوسط هر فندقه Average weight of nut
	0.808**	0.514**	0.653**	0.438**	وزن متوسط مغز هر فندقه Average kernel weight per nut
0.439**	-0.164	0.047	0.069	-0.046	درصد مغز هر فندقه Kernel percentage

** : همبستگی در سطح ۱ درصد معنی‌دار است

** : Correlations are significant at $P < 0.01$

جدول ۵: ماتریس ضریب همبستگی (اسپیرمن) ویژگی‌های ارزیابی شده فندقه در نژادگان‌های برتر گردو

Table 5: Spearman's correlation coefficient among evaluated nut traits in superior Persian walnut genotypes

درصد مغز Kernel percentage	گوشتی بودن مغز Kernel plumpness	پر بودن مغز Kernel fill	ضخامت پوسته چوبی Shell thickness	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها Packing tissue thickness	ویژگی فندقه Nut trait
				----	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها Packing tissue thickness
			----	0.388**	ضخامت پوسته چوبی Shell thickness
		----	-0.069	0.317**	پر بودن مغز Kernel fill
	----	0.376**	-0.165	0.097	گوشتی بودن مغز Kernel plumpness
----	0.224*	0.253**	-0.55**	-0.197*	درصد مغز Kernel percentage

** , * : همبستگی به ترتیب در سطح ۱ درصد و ۵ درصد از نظر آماری معنی‌دار است

** , * : Correlations are statistically significant at $p < 0.01$ and $p < 0.05$, respectively

جدول ۶: ارزش نسبی ویژگی‌های مورد ارزیابی خوشه‌های مختلف نژادگان‌های گردو نسبت به میانگین کل

Table 6: Relative value of evaluated traits of different clusters in Persian walnut genotypes to the total average

اختلاف میانگین درصد مغز با میانگین کل Difference between average kernel percentage and total average	اختلاف میانگین وزن مغز در هر فندقه با میانگین کل (گرم) Difference between average kernel weight per nut and total average (g)	اختلاف میانگین وزن هر فندقه با میانگین کل (گرم) Difference between average nut weight and total average (g)	گروه‌بندی نژادگان‌ها Clustering of genotypes
-2.54	0.16	0.94	خوشه 1 Cluster 1
1.57	-0.38	-1.17	خوشه 2 Cluster 2
2.24	1.38	2.17	خوشه 3 Cluster 3
4.82	-0.21	-1.47	خوشه 4 Cluster 4
8.74	1.2	0.28	خوشه 5 Cluster 5
-8.77	-1.13	-0.25	خوشه 6 Cluster 6
میانگین درصد مغز Average of kernel percentage	میانگین وزن مغز در هر فندقه (گرم) Average kernel weight per nut (g)	میانگین وزن هر فندقه (گرم) Average weight per nut (g)	کل نژادگان‌ها All genotypes
48.44	5.62	11.64	

جدول ۷: نژادگان‌های امیدبخش حاصل از ارزیابی سه ساله نژادگان‌های برتر گردوی کلکسیون ذخایر زنتیکی استهبان و ویژگی‌های مهم آن‌ها

Table 7: Promising genotypes of Persian walnut selected by three years evaluation of superior Persian walnut genotypes from Estahban genetic resources collection

درصد مغز Kernel percentage	میانگین وزن مغز هر فندقه Average weight of kernel	میانگین وزن فندقه Average weight of nut	میزان محصول Yield	آسانی جدا شدن مغز از پوست Ease of kernel removal	گوشتی بودن مغز Kernel plumpness	رنگ مغز Kernel color	تاریخ شکفتن جوانه برگ Date of bud break	منشأ جغرافیایی Geographical origin	شماره نژادگان Genotype No.
55.93	6.91	12.35	زیاد High	آسان Easy	گوشتی Plump	خیلی روشن Extra light	اوایل فروردین Late March	بوانات Bavanat	15
57.61	6.21	10.78	زیاد High	آسان Easy	متوسط Moderate	روشن Light	اواخر اسفند Mid-March	استهبان Estahban	8
55.65	7.07	12.7	زیاد High	آسان Easy	گوشتی Plump	روشن Light	اواخر اسفند Mid-March	کازرون Kazeroun	42
56.28	6.33	11.25	زیاد High	آسان Easy	متوسط Moderate	خیلی روشن Extra light	-	استهبان Estahban	109
52.17	5.56	10.66	زیاد High	آسان Easy	گوشتی Plump	روشن Light	اواخر اسفند Mid-March	استهبان Estahban	7
52.73	5.45	10.34	زیاد High	متوسط Intermediate	متوسط Moderate	خیلی روشن Extra light	اواخر اسفند Mid-March	فصردشت Ghasrdasht	34
52.5	7.67	14.6	زیاد High	آسان Easy	نازک Thin	کهربایی روشن Light amber	اوایل فروردین Late March	نامعلوم Unknown	23
51.42	5.97	11.6	زیاد High	آسان Easy	گوشتی Plump	روشن Light	-	استهبان Estahban	107
50.23	6.75	13.43	زیاد High	خیلی آسان Very easy	متوسط Moderate	کهربایی روشن Light amber	اوایل فروردین Late March	ممسنی Mamasani	49
50.14	5.74	11.46	زیاد High	متوسط Intermediate	متوسط Moderate	خیلی روشن Extra light	اواخر اسفند Mid-March	استهبان Estahban	5
49.41	6.33	12.8	زیاد High	آسان Easy	متوسط Moderate	روشن Light	اوایل فروردین Late March	سپیدان Sepidan	29
49.06	5.93	12.08	زیاد High	آسان Easy	گوشتی Plump	روشن Light	-	استهبان Estahban	108
60.58	7.52	12.41	زیاد High	متوسط Intermediate	متوسط Moderate	روشن Light	اواخر اسفند Mid-March	وارداتی Vina cv	55



نژادگان ۲۳، درصد مغز = ۵۳
Genotype 23, kernel percentage = 53



نژادگان ۱۵، درصد مغز = ۵۶
Genotype 15, kernel percentage = 56



نژادگان ۳۴، درصد مغز = ۵۳
Genotype 34, kernel percentage = 53



نژادگان ۱۰۹، درصد مغز = ۵۶
Genotype 109, kernel percentage = 56

شکل ۲: تصویر فندقه‌ی نژادگان‌های امیدبخش گردو در استان فارس
Fig. 2: Nut image of promising genotypes of Persian walnut in Fars province

ناحیه محل اتصال گردو به دمگل در ۳۴ درصد از نژادگان‌ها، باز یا دارای پوشش بسیار نازک و نازک بود (جدول ۳)، اما ۶۵ درصد بقیه نژادگان‌ها محل اتصال گردو به دمگل بدون منفذ بود. در گزینش نژادگان‌های امیدبخش به این ویژگی باید توجه شود. پژوهش‌گران گردو بر لزوم بسته بودن محل اتصال فندقه به دمگل تأکید دارند (مک‌گراناهان و لزلزی، ۱۹۹۰). نژادگان‌های متعددی وجود داشتند که از نظر اندازه، درصد مغز و سایر ویژگی‌ها در حد مطلوب بودند اما به دلیل بسته نبودن محل اتصال فندقه به دمگل حذف گردیدند.

آنالیز همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده فندقه‌ی نژادگان‌های ارزیابی شده نشان داد که همبستگی بین درصد مغز و وزن متوسط، طول متوسط، قطر متوسط و پهنای متوسط هر فندقه معنی‌دار نبود. به‌علاوه، ضریب همبستگی درصد مغز با طول و وزن متوسط هر فندقه منفی بود. وزن متوسط مغز هر فندقه همبستگی مثبت و معنی‌داری با طول، قطر، پهنای و وزن متوسط هر فندقه نشان داد. ضریب همبستگی قطر متوسط هر فندقه با پهنای و طول هر فندقه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴). ضریب همبستگی بین درصد مغز و وزن مغز در هر فندقه مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۴) که با یافته‌های ساریخانی خرمی و همکاران (۱۳۹۱) مطابقت دارد. ضریب همبستگی بین درصد مغز و وزن فندقه با پوسته چوبی منفی و معنی‌دار نبود. این امر لزوم توجه توأم به وزن مغز در هر فندقه و درصد مغز را در گزینش نژادگان‌ها بیان می‌کند. همبستگی منفی بین درصد مغز و وزن فندقه با پوسته چوبی را به ضخامت پوسته چوبی و ضخامت تیغه میانی لپه‌ها می‌توان نسبت داد؛ زیرا همبستگی بین ضخامت پوسته چوبی و ضخامت تیغه میانی لپه‌ها با درصد مغز نیز منفی و معنی‌دار بود (جدول ۴). همبستگی منفی و معنی‌دار بین درصد مغز و وزن فندقه و هم‌چنین درصد مغز و ضخامت پوسته چوبی توسط سعادت و زندی (۱۳۸۰) و اسکندری و همکاران (۲۰۰۶) نیز گزارش شده که یافته‌های این پژوهش را تأیید می‌کند. همبستگی منفی بین وزن پوسته چوبی و درصد مغز توسط موسوی و همکاران (۱۳۹۴) نیز گزارش شده است.

ضریب همبستگی بین درصد مغز، پر بودن مغز و گوشتی بودن مغز مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی بین گوشتی بودن مغز و پر بودن مغز نیز مثبت و معنی‌دار بود. علاوه بر این همبستگی بین ضخامت تیغه‌میانی لپه‌ها و ضخامت پوسته چوبی نیز مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۵). باتوجه به ضریب همبستگی ویژگی‌های فندقه در گردو می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ویژگی‌های پر بودن مغز، گوشتی بودن مغز و وزن متوسط

مغز هر فندقه از عوامل تأثیرگذار مثبت بر درصد مغز هستند. برعکس ضخامت پوسته چوبی و ضخامت تیغه‌های میانی لپه‌ها از عوامل تأثیرگذار منفی بر درصد مغز هستند و باید در گزینش نژادگان‌های برتر گردو مدنظر قرار گیرد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد ضخامت پوسته چوبی در برداشت مکانیکی بسیار اهمیت دارد و باید در حدی باشد که در زمان برداشت نشکند و از طرفی استحکام آن قدر زیاد نباشد که برای شکستن فندقه و جدا کردن مغز از پوسته چوبی مشکل ایجاد کند (جرماین، ۱۹۹۷، مک‌گراناهان و لزلزی، ۱۹۹۰).

با گروه‌بندی نژادگان‌های مورد ارزیابی براساس ویژگی‌های وزن هر فندقه، وزن مغز هر فندقه و درصد مغز هر نژادگان، نژادگان‌ها در ۶ خوشه قرار گرفتند. نژادگان‌های خوشه ۱ شامل نژادگان‌های شماره ۶۵، ۶۷، ۷۰، ۷۴، ۷۵، ۷۶، ۸۰، ۸۲، ۸۴، ۸۶، ۸۹، ۹۱، ۹۵، ۹۶، ۱۰۱ و ۱۰۶ از نظر ویژگی درصد مغز نسبت به میانگین کل نژادگان‌ها منفی و این گروه از جنبه تولید فندقه نامطلوب و باید حذف شوند، هرچند از نظر وزن هر فندقه نسبت به میانگین کل نژادگان‌ها برتری دارند (جدول ۶). نژادگان‌های خوشه ۲ شامل نژادگان‌های شماره ۲، ۵، ۹، ۲۴، ۲۷، ۳۷، ۴۴، ۵۱، ۵۶، ۶۱، ۶۸، ۶۹، ۷۱، ۷۲، ۷۹، ۸۳، ۸۵، ۸۷، ۹۲، ۹۸، ۱۰۲، ۱۰۴، ۱۰۷ و ۱۰۸ از نظر ویژگی درصد مغز نسبت به میانگین کل نژادگان‌ها مثبت ولی از نظر وزن هر فندقه و وزن مغز در فندقه نسبت به میانگین کل نژادگان‌ها منفی هستند؛ بنابراین از نظر تولید تجاری به دلیل عملکرد کم مورد تأیید نیستند. در نژادگان‌های خوشه ۳ نژادگان‌هایی وجود دارند که وزن فندقه و وزن مغز هر فندقه آن‌ها زیاد، اما در مقایسه با خوشه ۵ و ۴ درصد مغز کم‌تری دارند، اما با توجه به سنگین‌تر بودن وزن فندقه عملکرد آن‌ها زیاد خواهد بود. نژادگان‌های خوشه ۴ شامل نژادگان‌های ۷، ۸، ۱۴، ۳۰، ۳۴، ۳۵، ۳۶، ۵۳، ۵۴، ۵۷، ۶۰، ۶۲، ۶۳، ۷۸، ۱۰۰، ۱۰۳ و ۱۱۰ از نظر درصد مغز تفاوت زیادی با میانگین کل نژادگان‌ها دارند، اما از نظر میانگین وزن هر فندقه و وزن مغز هر فندقه نسبت به میانگین کل منفی است. نژادگان‌های خوشه ۵ شامل نژادگان‌های شماره ۱۵، ۲۰، ۲۶، ۳۹، ۴۲، ۵۵، ۷۳، ۹۳ و ۱۰۹ از نظر ویژگی‌های میانگین وزن هر فندقه، وزن مغز هر فندقه و درصد مغز در مقایسه با میانگین کل نژادگان‌ها بیش‌تر و در رتبه اول قرار دارند؛ بنابراین باتوجه به سایر ویژگی‌های مطلوب تجاری می‌توان برای تولید انبوه از این نژادگان‌ها استفاده کرد. نژادگان‌های خوشه ۶ شامل نژادگان‌های ۱۷، ۲۲، ۳۲، ۳۸، ۴۷، ۴۸، ۵۹، ۶۴، ۷۷، ۸۱، ۸۸، ۹۰، ۹۴، ۹۷ و ۹۹ از نظر تمام ویژگی‌ها نسبت به میانگین کل نژادگان‌ها منفی و در رتبه آخر

تشکر و قدردانی

اعتبار لازم برای اجرای این پروژه از محل اعتبارهای کارگروه پژوهش آمار و فناوری اطلاعات استان فارس، گروه کارشناسی کشاورزی و منابع طبیعی تأمین گردید، این همکاری ارزشمند شایسته تشکر و سپاسگزاری است.

قرار دارند و در گروه نژادگان‌های حذفی این پژوهش از جنبه تولید فندقه قرار گرفتند. نژادگان‌هایی که دارای ویژگی‌های مطلوب تجاری هستند و برای تولید تجاری قابل توصیه هستند در جدول ۷ ارائه شده است و تصویر فندقه تعدادی از نژادگان‌ها در شکل ۲ نشان داده شده است.

منابع

- ابراهیمی، ع.، فتحی‌مقدم، م.، زمانی، ذ. و وحدتی، ک. ۱۳۸۸. بررسی تنوع ژنتیکی ۶۰۸ ژنوتیپ بذری گردو (*Juglans regia*) و انتخاب برخی از ژنوتیپ‌های دارای صفات برتر. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰: ۸۳-۹۴
- احتشام‌نیا، ع.، شریفانی، م.، وحدتی، ک.، عرفانی‌مقدم، و.، موسوی‌زاده، ج. و محسنی پورتکلو، س. ۱۳۸۸. بررسی تنوع مورفولوژیکی توده‌های گردوی بومی مناطق مختلف استان گلستان. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۵: ۲۹-۴۸.
- احمدی، ک.، قلیزاده، ح.، عبادزاده، ح.، ر.، حاتمی، ف.، حسین‌پور، ر.، کاظمی‌فرد، ر. و عبدشاه، ه. ۱۳۹۵. آمارنامه کشاورزی، جلد ۳، محصولات باغبانی، وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات. تهران، ۲۴۰ صفحه.
- اداره کل هواشناسی استان فارس ۱۳۹۰. داده‌های ایستگاه هواشناسی سینوپتیک استهبان، بازه زمانی ۱۳۸۲-۱۳۸۹.
- پارسا، ج.، گریگوریان، و.، طلائی، ع. و خلیقی، ا. ۱۳۸۰. بررسی‌های مقایسه‌ای صفات مورفو-بیولوژیکی در توده‌ای از گردوهای ایرانی (*Juglans regia* L.) برای انتخاب نژادگان‌های برتر. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۲: ۱۰۸-۹۵.
- حسینی، د.، عاطفی، ج.، حقیجویان، ر.، دستجردی، ر.، کشاورزی، م.، مظفری، م.، ر.، سلیمانی، ا.، رحمانیان، ع.، نعمت‌زاده، ف. و مالمیر، ع. ۱۳۹۱ الف. جمال، رقم جدید گردوی ایرانی برای کاشت در مناطق معتدل سرد ایران. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۸: ۵۲۷-۵۲۵.
- حسینی، د.، عاطفی، ج.، حقیجویان، ر.، دستجردی، ر.، کشاورزی، م.، مظفری، م.، ر.، سلیمانی، ا.، رحمانیان، ع.، نعمت‌زاده، ف. و مالمیر، ع. ۱۳۹۱ ب. دماوند، رقم جدید گردو به‌عنوان برده‌دهنده برای ارقام و ژنوتیپ‌های گردوی ایرانی. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۲۸: ۵۳۱-۵۲۹.
- حق جویان، ر.، قره‌یاضی، ب.، صانعی شریعت پناهی، م. و خلیقی، ا. ۱۳۸۴. بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردوی مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگر مورفولوژیک کمی. مجله پژوهش و سازندگی در زراعت و باغبانی، ۶۹: ۳۰-۲۲.
- ساریخانی خرمی، س.، ارزانی، ک. و روزبان، م. ۱۳۹۱. شناسایی و گزینش دوازده ژنوتیپ برتر و امیدبخش گردو در استان فارس. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۱-۲۸: ۲۷۷-۲۹۶.
- سعادت، ی. ع. و زندی، پ. ۱۳۸۰. شناسایی و ارزیابی درختان برتر گردو در استان فارس. مجله پژوهش و سازندگی، ۵۲: ۱۸-۱۴.
- سعادت، ی. ع. و زندی، پ. ۱۳۸۵. گزارش نهایی طرح پژوهشی ایجاد کلکسیون و حفظ ذخایر ژنتیکی درختان برتر گردو در استان فارس. مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، شماره ثبت ۸۶/۱۲۸، ۳۰ صفحه.
- طباطبایی، م.، دهلوی، ا. و احمدی، ع. ر. ۱۳۷۷. گردو، هیوکوری و پکان. چاپ دوم. انتشارات جهاد دانشگاهی، تهران، ایران. ۴۰۶ صفحه.
- قاسمی، م.، ارزانی، ک.، حسینی، د. و قاسمی، ش. ۱۳۹۰. تنوع در خصوصیات میوه ۱۲ ژنوتیپ گردو (*Juglans regia* L.) در استان مرکزی. فصلنامه علوم و صنایع غذایی، ۸: ۶۸-۶۳.
- موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، ۱۳۸۶. دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری در گردو، سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی، موسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، تهران، ۳۴ صفحه.
- محمدی، ع.، وحدتی، ک.، عبدوسی، و.، نجف‌آبادی، ف. و محمودی، م. ج. ۱۳۹۴. شناسایی برخی ژنوتیپ‌های برتر گردوی استان لرستان و گزینش ۵۴ ژنوتیپ برتر. مجله تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۵: ۳۶-۲۵.
- موسوی، ا.، تاتاری، م.، مرادی، ح. و حسینی، د. ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های برتر گردو براساس خصوصیات پومولوژیک و فنولوژیک در استان چهارمحال و بختیاری. مجله به‌نژادی نهال و بذر، ۱-۳۱: ۳۸۹-۳۶۵.

وحدتی، ک. ۱۳۸۸. گزارشی از آخرین رهیافت‌های تحقیقاتی گردو در کشور. خلاصه مقالات ششمین کنگره علوم باغبانی ایران، دانشگاه گیلان، رشت، ایران، ۵۳۱-۵۳۰.

- Akca, Y. and Ozungun, S. 2004. Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32: 337-342.
- Atefi, J. 1990. Preliminary research of Persian walnut and correlation between pair characters. *Acta Horticulturae*, 284: 97-104.
- Atefi, J. 1997. Study on phenological and pomological characters on walnut promising clones in Iran. *Acta Horticulturae*, 442: 101-108.
- Britton, M.T., Leslie, C.H., McGranahan, G.H. and Dandekar, A.M. 2007. Walnuts, In: Pua, E.C. and Davey, N.R., (Eds.). *Biotechnology in Agriculture and Forestry*, 60: 349-370.
- Eskandari, S., Hassani, D. and Abdi, A. 2006. Investigation on genetic diversity of Persian walnut and evaluation of promising genotypes. *Acta Horticulturae*, 705: 159-166.
- Forde, H. I. and McGranahan, G. H. 1996. Walnuts. In: *Fruit Breeding, Volume III: Nuts*, In: Janick, J. and Moore, J. N. (Eds.). (pp. 241-273). *Purdue University Press*, West Lafayette, Indiana.
- Germain, E. 1993. The Persian walnut in Iran. *NUCIS Newsletter*, 1: 5-6.
- Germain, E. 1997. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae*, 442: 21-32.
- IPGRI. 1994. Descriptors for walnut (*Juglans* spp.). *International Plant Genetic Resources Institute*, Rome, Italy, 51p.
- Labavitch, J.M. and Polito, V.S. 1985. Fruit growth and development, In: D.E. Ramos (Ed.). *Walnut orchard management*. University of California, Davis. pp. 90-94.
- McGranahan, G. and Leslie, C. 1990. Walnuts (*Juglans*). *Acta Horticulturae*, 290: 907-951.
- Sharma, S.D. and Sharma, O.C. 2001. Studies on variation in nut and kernel characters and selection of superior walnut seedlings (*Juglans regia* L.) from Garsa and Jogindernagar area of Himachal Pradesh. *Acta Horticulturae*, 544: 47-50.
- Solar, A. and Stamper, F. 2006. Evaluation of some perspective walnut genotypes in Slovenia. *Acta Horticulturae*, 705: 131-137.
- Sutyemez, M. and Kaska, N. 2006. Comparison of the behavior of some locally selected genotypes and local and foreign walnut cultivars under ecological conditions of K. Maras. *Acta Horticulturae*, 705: 151-157.
- Westwood, M.N. 1978. *Temperate Zone Pomology*. W.H. Freeman and Company, San Fransisko. 428p.
- Zhadan, V., Strukov, M. 1977. Breeding walnut for fruit size. *Plant Breeding Abstract*, 47: 918.
- Zeneli, G., Kola, H. and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia Horticulturae*, 105: 91-100.

Evaluation of Nut traits in Superior Persian Walnut (*Juglans regia*) Genotypes of Estahban Genetic Resources Collection

Saadat^{1*}, Y. A., Zandi², P., Abbasi³, A., Sayah⁴, L. and Nemati⁵, A.

Abstract

This research was carried out to evaluate the traits of 110 superior Persian walnut genotypes in Estahban Genetic Resources Collection. Nut morphology, shell thickness, nut weight, kernel weight, kernel percentage, kernel color, kernel plumpness, kernel fill and ease of removal of kernel were evaluated. Great variability was observed among genotypes for evaluated traits of nuts. Results showed that in shell weight and kernel weight per nut varied between 7.4-17.9 and 3.7-8.2 g respectively. Kernel percentage varied between 35.6-60.6 and roundness index of nuts among evaluated genotypes varied between 0.73 -1.08. Kernel and shell color of 68.2 and 56.4 percent of genotypes was light respectively. Removal of kernel in 56.4 percent of genotypes was easy, kernel fill in 50.9 percent was well, and kernel plumpness in 70 percent of genotypes was moderate. Average kernel weight per nut showed a positive and significant correlation with average in shell weight and length, diameter and depth of nuts. Correlation coefficient of kernel percentage, kernel fill and kernel plumpness was positive and significant. Based on the results of evaluated traits, genotypes number 5, 7, 8, 15, 23, 29, 34, 42, 49, 107, 108 and 109 are introduced as promising genotypes for nut production.

Keywords: Kernel weight, Kernel percentage, Roundness index, Shell thickness

1, 2, 3, 4 and 5. Associate Professor and Experts, Respectively, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Centre, Shiraz, Iran

*: Corresponding author

Email: y.saadat1336@gmail.com