نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۰، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۵، ص. ۴۷۹-۴۶۹
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 30, No. 3, Fall 2016, P. 469-479
ISSN: 2008 - 4730

بررسی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردوی شهرستان آزادشهر

فاطمه شاملو[۱] - مهدی رضایی[۲*] - عباس بیابانی[۳] - علیرضا خان احمدی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۲/۱۸
تاریخ پذیرش ۱۳۹۴/۱۱/۱۳

چکیده

در این پژوهش با هدف بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردو در شهرستان آزادشهر، ۱۰۲ ژنوتیپ گردو از چهار منطقه (وامنان، کاشیدار، رودبار و سیدآباد) با ۳۰ خصوصیت مورفولوژیکی مربوط به میوه، برگ و ... ارزیابی مقدماتی شدند. نتایج آنالیز تشریحی صفات نشان داد که ژنوتیپ‌های این منطقه تنوع بالایی از لحاظ صفات میوه چون درصد مغز میوه، وزن مغز، میوه، رنگ مغز و آسان جدا شدن مغز از میوه دارند. ژنوتیپ Ka17 و Va31 دارای بیشترین میانگین وزن میوه (۱۹/۷۹گرم)، ژنوتیپ Va31 دارای بیش‌ترین وزن مغز (۹/۴ گرم) و ژنوتیپ ROOD4 و Va34 برای صفت آسان جدا شدن مغز از میوه (خیلی آسان) و مطلوب بودن طعم میوه (مطلوب) شاخص بودند. آنالیز کلاستر ژنوتیپ‌ها با تولید چهار خوشه اصلی به خوبی توانست ژنوتیپ‌های منطقه سیدآباد را از سایر ژنوتیپ‌ها جدا کند. بیشتر ژنوتیپ‌های منطقه وامنان و کاشیدار در خوشه یک و دو قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های منطقه رودبار در گروه چهارم قرار گرفتند. در خوشه‌بندی صفات شکل و اندازه میوه و برگ، رنگ ، وزن و درصد مغز میوه تأثیر بیش‌تری داشتند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، تنوع ژنتیکی خوبی در ژنوتیپ‌های گردوی این منطقه وجود دارد که می تواند به عنوان مواد اصلاحی در اختیار به نژادگران قرار گیرند.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، خوشه‌بندی، درصد مغز، ژنوتیپ‌های برتر

مقدمه

گردو با نام علمی *Juglans regia* L از خانواده‌ی Juglandaceae است. منشأ طبیعی گردو، مناطق کوهستانی آسیای مرکزی و ازجمله جنگل‌های شمال ایران است (۱۷). درخت گردو یکی از گونه‌های مهم درختان میوه، هم از نظر تولید میوه خوراکی (مغز میوه) و هم از نظر چوب دارای اهمیت می‌باشد (۵). گردو یکی از محصولات آجیلی و خشکباری مهم در ایران به شمار می‌رود. ایران با تولیدی بالغ بر ۴۸۵ هزار تن گردو در سال، پس از کشور چین، دومین تولیدکننده بزرگ گردو در دنیا محسوب می‌شود (۹). همان‌گونه که از نام انگلیسی گردو ایرانی[5] بر می‌آید ایران به‌عنوان خاستگاه اولیه گردو در دنیا شناخته می‌شود (۶) که خود سبب ایجاد تنوع ژنتیکی در این سرزمین شده است (۱۸). همچنین باغات سنتی گردو در ایران به عنوان یک منبع ژنتیکی غنی مطرح می‌باشند، از آنجایی که اکثر در باغ‌های گردو سنتی کشور از طریق بذر تکثیر شده‌اند، لذا تنوع‌ژنتیکی فراوانی در این توده عظیم درختان به چشم می‌خورد (۲). تکثیر جنسی گردو در سالیان متمادی، سبب به وجودآمدن تنوع ژنتیکی زیادی در صفات عمومی درخت و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شده است با وجود این تنوع ژنتیکی، در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین مشکلات احداث باغات گردو در کشور، عدم وجود پیوندک خوب می‌باشد (۱۸).

آمریکا سالانه حدود ۴۱۸ هزار تن گردو تولید می‌کند که حدود ۵۰ درصد آن را صادر می‌کند (۲۲). این در حالی است که سهم صادرات جهانی گردو ایران، بسیار ناچیز و در حدود ۰/۰۷ درصد است (۹). یکی از دلایل مهم عدم توفیق ایران در امر صادرات گردو، عدم یکنواختی محصول به دلیل نداشتن رقم و همچنین نامطلوب بودن کیفیت میوه و مغز آن می‌باشد که قدرت رقابت با کشورهای بزرگ صادر کننده این محصول را کاهش می‌دهد (۲ و ۷). امروزه با گزینش ارقام برتر گردو و اجرای برنامه‌های اصلاحی مانند دورگ‌گیری و گزینش، می‌توان خصوصیات میوه و مغز ژنوتیپ‌ها را بهبود بخشید و بازده اقتصادی این درخت را افزایش داد.

۱ و ۲- دانش اموخته کارشناسی ارشد و استادیار گروه علوم باغبانی، دانشگاه صنعتی شاهرود
(*- نویسنده مسئول: Email: mhrezaei@shahroodut.ac.ir)
۳- دانشیار گروه تولیدات گیاهی، دانشگاه گنبد کاووس
۴- مربی گروه علوم دام، دانشگاه گنبد کاووس

5- Persian Walnut

با توجه به ژرم‌پلاسم غنی و متنوع گردو در کشور، اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی آن شناسایی وگزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر گردو است (۲). در مسیر شناسایی و گزینش این ژنوتیپ‌ها، درختان بومی بیشتر مد نظر پژوهشگران اصلاحی می‌باشد چرا که علاوه بر سازگاری، تنوع زیادی در بین آن‌ها یافت می‌شود (۳). این امر در مورد گردو که یک محصول بسیار ارزشمند در کشور محسوب می‌شود نیز صادق است.

تحقیقات مختلفی در ایران و دنیا، به منظور بررسی تنوع مرفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو انجام گرفته است. در یک کار پژوهشی در کشور اسلوونی ۲۱۵ ژنوتیپ گردو بر اساس صفات رویشی، فنولوژیکی، میوه‌کاری و حساسیت به باکتری بلایت و آنتراکنوز بررسی شدند و ۲۴ ژنوتیپ برتر آن انتخاب و در مناطق آب و هوایی مختلف کشت و مورد بررسی قرار گرفتند و ژنوتیپ‌های برتر معرفی شدند (۲۰). همچنین در یک کار پژوهشی در منطقه هیماچال پرادش در کشور هندوستان ۵۸ ژنوتیپ گردو را بر اساس صفات مرفولوژیک بررسی کردند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵-۶/۴ و ۷/۱-۱/۵ گرم و درصد مغز ۶۲/۵-۱۲ درصد متغییر است و همچنین همبستگی بین برخی از صفات دانه را تعیین کردند (۱۹). در ایران نیز در چندین بررسی از این تکنیک برای ارزیابی تنوع استفاده گردیده است. ابراهیمی و همکاران (۶) ۶۰۸ ژنوتیپ گردو را در شهرستان نی‌ریز در استان فارس بر اساس صفات فنولوژیکی و صفات پومولوژیکی مورد پژوهش قرار دادند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن دانه، وزن مغز و همچنین بین زمان باز شدن برگ و زمان برداشت محصول وجود دارد. محسن پور و همکاران (۱۴) و وحدتی و همکاران (۲۳) در طی دو پژوهش مجزا با بررسی تنوع ژنتیکی گردوهای استان کرمان نشان دادند که تنوع بالایی در گردو های این منطقه وجود دارد. احتشام‌نیا و همکاران (۷) در منطقه استان گلستان ۹۶ ژنوتیپ گردو را مورد مطالعه قرار دادند. در این پژوهش ۳۲ صفت شامل صفات برگ، صفات فنولوژیکی و صفات پومولوژیکی مورد بررسی قرار گرفتند و نتایج حاصل از آن نشان داد که توده‌های مورد بررسی دارای تنوع بالایی بوده و گزینش باید از نظر صفات مورد نظر صورت گیرد. همچنین حق‌جویان و همکاران (۱۲) در بررسی تنوع ژنتیکی گردوهای مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگرهای مررفولوژیک ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی تویسرکان و ۴ کلکسیون کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد را از نظر ۱۶ صفت مرفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعات این بررسی نشان داد که بیش‌ترین تشابه بین ژنوتیپ تویسرکان و ژنوتیپ ۷۸ و ۸۴ مشهد و به ترتیب با نام‌های $K_{21/1}$ و $k_{21/2}$ وجود دارد. ایشان درصد مغز و متوسط وزن مغز تک میوه را در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب ۶۴-۲۴ درصد و ۱۴/۱-۱/۴۲ گرم گزارش کردند. ارزانی و همکاران (۲) به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت استان یزد، تعداد ۵۸ درخت را بر مبنای خصوصیات ظاهری انتخاب و صفاتی همچون تاریخ برگ‌دهی، تاریخ حداکثر پذیرش کلاله، تاریخ برداشت، وزن میوه و وزن مغز که دارای توارث‌پذیری بالا بودند مورد ارزیابی قرار دادند. بر اساس گزارش ایشان، دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۱۵/۲-۶ گرم، ۹/۱-۲/۶ گرم، ۷۹/۶ – ۳۸/۴ درصد و ۱/۴- ۰/۴ میلی‌متر بود. همچنین ژنوتیپ‌های AA33, AA35, AA115، BA150 و AA110 به عنوان ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت معرفی شدند که وزن مغز و درصد مغز در آن‌ها به ترتیب بین ۹/۱ گرم و ۷۹/۶ – ۴۶/۳ درصد بود. امیری و همکاران (۱) با بررسی روابط بین ۲۱ صفت باغبانی در ۷۱ ژنوتیپ از استان کرمان نشان دادند که بین عادت باردهی جانبی و عملکرد رابطه معنی‌دار بالایی وجود دارد. این محقیقن همچنین با آنالیز تحلیل مسیر[1] دو صفت درصد مغز و حساسیت با بلایت نشان دادند که وزن مغز، وزن میوه خشک، ضخامت پوسته و سختی جدا شدن مغز از میوه مهم‌ترین صفات در تغییرات درصد مغز هستند. وزن مغز و سختی جدا شدن مغز اثر مثبت و وزن خشک میوه اثر منفی در درصد مغر میوه دارند.

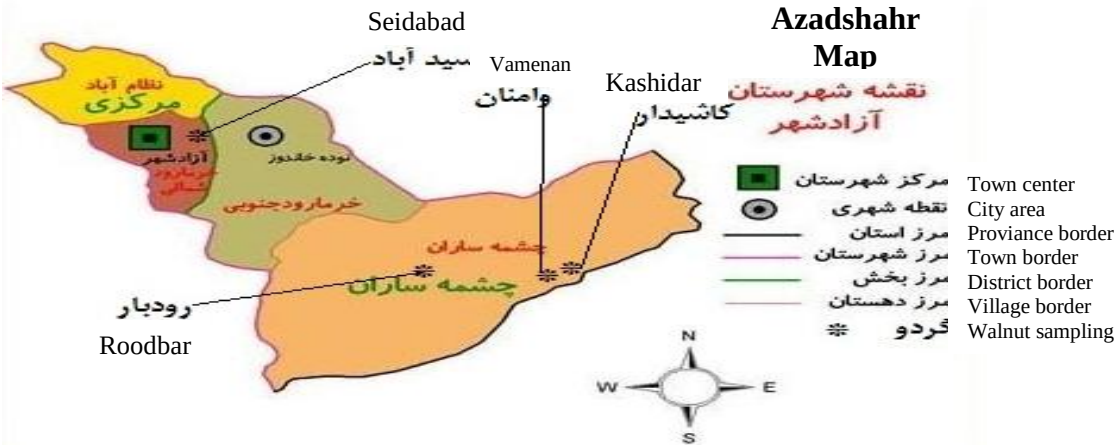
وجود تنوع ژنتیکی در کارهای اصلاحی به عنوان یک‌برتری تلقی می‌شود (۱۸). طبق بررسی ما گزارشی تحقیقات در مورد میزان تنوع ژنتیکی گردو شهرستان آزادشهر وجود ندارد. با توجه به بالا بودن کیفیت میوه‌های گردوهای شهرستان آزادشهر و مشاهده میوه‌هایی سفید مغز و با مقاومت نسبی در مقابل آفت‌هایی مانند کرم سیب تصمیم به بررسی تنوع ژنتیکی آن گرفته شد تا امکان شناسایی بهتر گردوهای این منطقه برای اهداف اصلاحی گردو فراهم گردد. تا در صورت اثبات وجود تنوع مرفولوژیکی کافی در صفات درخت و مغز، از نتایج آن می‌توان در برنامه‌های اصلاحی آینده گردو استفاده نمود.

مواد و روش‌ها

محل و روش نمونه‌برداری

این پژوهش در سال ۱۳۹۲ در شهرستان آزادشهر (با طول ″۳۳ ′۰۸ °۵۵ شرقی و عرض ″۳۱ ′۰۸ °۳۷ شمالی) واقع در استان گلستان انجام شد. از آنجا که در شهرستان آزادشهر پراکنش متفاوتی از نظر توده های گردو وجود دارد، بسته به تراکم گردو در روستاهای این شهرستان و میزان دسترسی به آن ها، مناطق مورد نظر مشخص گردید و در مجموع چهار توده گردوی بومی از ارتفاعات مختلف شهرستان انتخاب گردید.

1- Path analysis



شکل ۱- نقشه مکان‌های جمع آوری ژنوتیپ‌های گردو شهرستان آزادشهر

Figure 1- Local map of collected walnut genotypes of Azadshar

جدول ۱- مشخصات جغرافیایی و اقلیمی و کد هر یک از مناطق جمع‌آوری نمونه شهرستان آزادشهر

Table 1- Geographical and climate characters and coding of each collected accession area in Azadshar

مشخصات توده Population	کد محل Coding	عرض جغرافیایی Latitude	طول جغرافیایی Longitude	دامنه ارتفاع Altitude (m)
رودبار Roodbar	ROOD	36°54´ N	55°19´ E	1358
سیدآباد Seidabad	SID	37°06´ N	55°15´ E	194
کاشیدار Kashidar	KA	36°59´ N	55°33´ E	1328
وامنان Vamenan	VA	36° N	55°33´ E	1372

طبق نتایج تحقیقات مال ولتی و همکاران در سال ۱۹۹۳ در این پژوهش نیز برای تعیین توده‌ها، درختانی که حداقل ۱۵ کیلومتر با هم فاصله داشتند به عنوان یک توده در نظر گرفته شده و درختان به طور تصادفی برای نمونه‌برداری انتخاب شدند (۱۳). بسته به تراکم درختان در هر منطقه، از هر توده ۱۵ تا ۴۰ درخت انتخاب و پلاک‌کوبی شدند و در مجموع ۱۰۲ ژنوتیپ انتخابی از چهار توده مورد بررسی قرار گرفت. مناطق انتخابی شامل روستاهای وامنان، کاشیدار، رودبار و سیدآباد بودند (شکل۱ و جدول ۱). ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از ۱ تا ۱۰۲ شماره‌گذاری شدند. شیوه نام‌گذاری ژنوتیپ‌ها بر اساس کد محل نمونه گیری و شماره درخت که به عنوان نمونه انتخاب شده بودند انجام پذیرفت (جدول ۱). در مورد هر ژنوتیپ ۳۰ صفت مورفولوژیکی با استفاده از توصیف نامه بین‌المللی IPGRI[1] با اندکی تغییرات اندازه-گیری شد (جدول ۲). برای اندازه‌گیری صفات مربوط به میوه و برگ از هر درخت ۸- ۱۰ عدد میوه گردو و ۵ تا ۸ عدد برگ به صورت تصادفی جمع‌آوری و در پاکت‌های جداگانه قرار داده شد و برای اندازه‌گیری صفات به آزمایشگاه انتقال داده شد. اندازه‌گیری صفات مغز یک ماه بعد از برداشت پس از نگهداری دانه ها در دمای اتاق انجام شد.

آنالیز داده‌ها

داده‌های صفات رویشی، برگ و میوه در نرم افزار Excel ثبت و سپس برای محاسبه شاخص‌های آماری (انحراف معیار، متوسط، ضریب تغییرات صفات)، ضرایب همبستگی و رسم خوشه‌بندی از نرم‌افزار SPSS استفاده شد. ضرایب همبستگی صفات کمی و صفات کیفی به ترتیب از روش پیرسون[2] و اسپیرمن[3] استفاده شد و تجزیه کلاستر با روش وارد[4] انجام گرفت.

1- International Plant Genetic Resources Institute

2- Pearson
3- Spearman
4- Ward Method

جدول ۲- صفات کمی و کیفی مورد بررسی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو

Table 2- Quantitative and qualitative traits which measured in 102 walnut genotypes

No. شماره	Trait صفت	Abbreviation علامت ختصاری	Measuring Unit اندازه‌گیری
1	میانگین طول برگ Leaf length	Al	cm
2	طول بزرگ‌ترین برگ length of biggest Leaf	ALel	cm
3	عرض بزرگ‌ترین برگچه width of biggest Leaflet	ELW	cm
4	تعداد برگچه Leaflet number	NuL	تعدادNumber
5	شکل برگ leaf shape	LSh	۱- بیضوی باریک ۲- بیضوی ۳- بیضوی پهن 1- narrow elliptic, 2- elliptic ,3- broad elliptic
6	اطراف برگ leaf margin	Lma	۱- صاف ۲- دندانه ای ۳- ارّه ای 1-Entire, 2-Serrate, 3-Dentate
7	رنگ برگ leaf color	Lco	۳- سبز روشن ۵- سبز ۷-سبزتیره 3-light green, 5-green, 7- dark green
8	رنگ شاخه Shoot color	Sco	(۳- سبز ۵- قهوه ای ۷- سیاه) 3-green, 5-brown, 7-black
9	سال آوری Alternate bearing	AB	۳- کم ۵- متوسط ۷- زیاد 3-slight, 5-moderate, 7-significant
10	شکل میوه Nut shape	NSh	۱ تا ۹ (۱- گرد، ۹- قلبی شکل) 1-9 (1- round, 9-cordate)
11	قطر میو Nut diameterه	Ndi	میلی‌مترmm
12	طول میوه Nut length	NL	میلی‌مترmm
13	بافت پوسته Shell texture	Sht	۱ تا ۹ (۱- خیلی صاف، ۹- خیلی خشن) 1-9 (1- very smooth, 9-very rough)
14	روزنه انتهای میوه shell seal	shs	میلی‌مترmm
15	ضخامت پوسته Shell thickness	shthi	میلی‌مترmm
16	وزن پوسته shell weight	Insh w	گرمg
17	متوسط وزن مغز kernel weight	KW	گرمg
18	kernel flavor طعم مغز	Kfl	۱-مطلوب، ۲- نامطلوب 1-satisfactory 2-unsatisfactory
19	پر بودن مغز Kernel fill	KF	۱-ضعیف، ۵- متوسط،۷- کاملاً پر کامل 1-poor, 2-moderate, 3-well
20	گوشتی بودن مغز kernel plumpness	KPu	۱-چروکیده، ۵- متوسط،۷- گوشتی کامل 1- Shriveled, 5-moderate, 7-plump
21	آسان جدا شدن مغز از میوه Easy of removal kernel halves	Eco	۱ تا ۹ (۱- خیلی آسان، ۹- خیلی مشکل) 1-9 (1- very easy, 9-very difficult)
22	چروکیدگی مغز Kernel shrivel	ksh	۱نوک چروکیده، ۲- کمتر از ۵۰٪ چروکیدگی، ۳- بیشتر از ۵۰٪ چروکیدگی ۴- پوکی مغز 1-tip shrivel 2-less of 50% 3-more of 50% 4-kernels blank
23	عملکرد yield	y	۳-کم بار، ۵- متوسط، ۷- پربارlow cropping , 5- medium, 7-high cropping

24	عادت رشد growing habit	GH	۱- عمودی ۲- نیمه عمودی ۳- شلجمی 1-erect, 2- simierect, 3-spreading
25	حساسیت به کرم سیب Susceptibility to Codling moth	BSS	۰ تا ۹(۰ – بدون نشانه از میزبانی،۹- خیلی حساس) 0-none host response, 9-very high
26	طول میوه با پوست سبز Fruit length	LG	میلی‌متر mm
27	وزن میوه Nut weight	w	گرم g
28	ضخامت مغز kernel thickness	Th	میلی‌متر mm
29	رنگ مغز kernel color	kco	۱-کاملاً روشن، ۲-روشن ،۳- کهربایی روشن،۴ کهربایی 1-extera light 2-light 3-light amber 4-amber
30	نمونه جمع‌آوری شده Collected site	COS	۱ تا ۸ (۱- وحشی ۲- باغ ۳-کنار جاده ۴- حیاط ۸- دیگر مکان‌ها) 1 to 8 ; 1-wild, 2- orchard, 3-road side, 4-home garden, 8- other's site
31	درصد مغز Kernel percentage	kp	درصد(وزن مغز به کل میوه)Ratio of kernel weight to nut weight × 100

نتایج و بحث

تشریح صفات کمی

میانگین وزن میوه و وزن مغز به ترتیب ۱۰/۸۲ و ۴/۸۷ گرم بود. به طوری که بیش‌ترین میزان وزن میوه (۱۹/۷۹گرم) در ژنوتیپ‌های Ka17 و Va31 و کم‌ترین میزان وزن میوه (۶/۱۰ گرم) در ژنوتیپ Va19 مشاهده شد. بیش‌ترین میزان وزن مغز (۹/۴۰ گرم) در ژنوتیپ Va31 و کم‌ترین میزان وزن مغز (۲/۲۹ گرم) در ژنوتیپ Ka12 مشاهده شد. میانگین درصد مغز گردوهای مورد پژوهش ۳۷/۱۳ درصد بود. بیش‌ترین میزان درصد مغز (۶۰/۳۴ درصد) در ژنوتیپ SID1 و کم‌ترین میزان درصد مغز (۲۰/۳۶درصد) در ژنوتیپ ROOD7 مشاهده شد (جدول ۳). براساس اندازه‌گیری‌های انجام شده میانگین طول میوه، قطر میوه و ضخامت مغز به ترتیب ۳۵/۲۱، ۳۰/۲۵ و ۹/۰۹ میلی متر بدست آمد. بیش‌ترین طول میوه در بین ژنوتیپ‌ها مربوط به ژنوتیپ ROOD13 با طول ۴۵/۷۲ میلی‌متر و کم‌ترین طول میوه مربوط به ژنوتیپ Va12 با طول ۲۰/۱۹ میلی‌متر بود. بیش‌ترین عرض میوه مربوط به ژنوتیپ ROOD2 با عرض ۳۶/۸۰ میلیمتر و کم‌ترین عرض میوه مربوط به ژنوتیپVa19 با عرض ۲۳/۹۰ میلی‌متر بود. بیش‌ترین ضخامت مغز مربوط به ژنوتیپ SID1با ضخامت ۱۲/۸۱ میلی‌متر و کم‌ترین ضخامت مغز مربوط به ژنوتیپ Ka18 با ضخامت ۴/۸۳ میلی‌متر بود. روزنه میوه یکی از صفات مهم در نگهداری و انبارداری محصول گردو می‌باشد. کم‌ترین اندازه روزنه مربوط به ژنوتیپ Ka18 (۱/۹۴ میلی‌متر) و بیش‌ترین روزنه مربوط به ژنوتیپ Va23 (۴/۹۸ میلی‌متر) بود. گردوهای دارای روزنه باز ضمن آلودگی قارچ‌ها در زمان انبارداری مورد حمله حشرات قرار گرفته و در زمان کاشت دانه نیز در خزانه به علت ورود آب زیاد به درون دانه مورد خسارت قارچ‌ها و کپک‌زدگی قرار می‌گیرند. روزنه موجود در هنگام شکستن پوست سخت به آسانی دانه را به دو نیم تقسیم کرده یا مغزشان به سختی خارج می‌شود (۴). هرچه میزان ضخامت پوست در گردوها بیشتر باشد روزنه انتهای میوه بسته‌تر است به طوری‌که روزنه موجود در گردوهای پوست کاغذی بزرگ‌تر از گردوهای پوست ضخیم می‌باشد (۱۴). ضخامت پوسته با میانگین ۲/۰۶ با حداقل ۱/۱۷ میلی متر و حداکثر ضخامت ۳/۸۳ میلی‌متر بدست آمد. ضخامت پوسته در ژنوتیپ‌های برتر بهتر است بین ۰/۷ تا ۱/۵ میلی متر باشد (۲) کمتر از ۱۰ درصد ژنوتیپ‌ها ضخامت کمتر از ۱/۵ داشتند.

در بین ۱۰۲ ژنوتیپ مورد بررسی، بالاترین وزن میوه ۱۹/۷۹ مربوط به ژنوتیپ‌های Ka17 و Va31 که بیشتر از مقدار گزارش شده (۱۵/۲۵گرم) توسط ارزانی و همکارن در سال ۲۰۰۸ بود (۲). همچنین تزموریس و همکاران (۲۱) بیش‌ترین مقدار را برای این صفت ۱۱/۰۹ گرم گزارش کردند اما میانگین وزن میوه کمتر از مقدار گزارش شده (۱۶/۲ گرم) توسط رضایی و همکاران (۱۸) بود. بیش‌ترین میانگین وزن مغز ۹/۴۰ گرم بود که بیشتر از مقدار گزارش شده توسط یاریلگاک و همکاران (۲۴) و تزموریس و همکاران (۲۱) (به ترتیب ۷/۸۸ گرم ۶/۳۲ گرم) بود. اما بیش‌ترین درصد مغز (۶۰/۳۴ درصد) بالاتر از مقدار گزارش شده (۵۹/۲۷ درصد) توسط یاریلگاک و همکاران (۲۴) بود. بیشترین میزان واریانس و انحراف معیار در درصد مغز میوه و طول برگ مشاهده شد (جدول ۳). میزان واریانس نشان دهنده تنوع موجود در ژنوتیپ های مورد بررسی دارد. هر چه میزان واریانس بیشتر باشد، تنوع بیشتری از لحاظ آن صفت در میان ژنوتیپ‌ها وجود دارد.

تشریح صفات کیفی

در بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشخص شده که عادت رشد نیمه‌عمودی و گسترده بیشتر از عادت رشد عمودی است (جدول ۴). به طوری‌که ۴۶/۰۸درصد عادت رشد نیمه عمودی و ۴۵/۱۰ درصد

عادت رشد گسترده داشتند و ۸/۸۲ درصد از ژنوتیپ‌ها عادت رشد عمودی داشتند.

جدول ۳- تنوع در صفات کمی مورد اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های گردوی آزاد شهر

Table 3- Diversity in quantitative traits that measured in walnut genotypes of Azadshahr

شماره No.	صفات اندازه‌گیری شده Traits	متوسط Average	کم‌ترین Minimum	بیش‌ترین Maximum	واریانس Variance	انحراف معیار STD
1	میانگین طول برگ Leaf length	38.53	13.70	56.00	41.34	6.43
2	میانگین طول بزرگ‌ترین برگ length of biggest Leaf	18.03	11.00	29.00	12.47	3.53
3	وزن پوسته shell weight	5.93	3.00	12.00	2.54	1.59
4	طول میوه با پوست سبز Fruit length	13.07	9.00	16.00	1.36	1.16
5	عرض بزرگ‌ترین برگچه width of biggest Leaflet	10.13	5.50	18.00	4.78	2.19
6	ضخامت پوسته Shell thickness	2.06	1.17	3.83	0.24	0.49
7	تعداد برگچه Leaflet number	6.70	3.00	9.00	1.98	1.41
8	طول میوه Nut length	35.21	20.19	45.72	12.35	3.51
9	قطر میوه Nut diameter	30.25	23.90	36.80	8.39	2.89
10	پر بودن مغز Kernel fill	6.70	5.00	7.00	0.5	0.71
11	متوسط وزن مغز kernel weight	4.87	2.29	9.40	1.4	1.18
12	عملکرد Yield	5.69	3.00	7.00	1.39	1.18
13	وزن میوه Nut weight	10.82	6.10	19.79	5.14	2.27
14	روزنه انتهای میوه shell seal	3.11	1.94	4.98	0.38	0.62
15	درصد مغز Kernel percent	37.13	20.36	60.34	60.19	7.75
16	ضخامت مغز kernel thickness	9.09	4.83	12.81	2.49	1.58

همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ۶۸/۶۳ درصد ژنوتیپ‌ها دارای سال‌آوری زیاد بودند. میزان واریانس و انحراف‌معیار صفات شکل میوه و جدا شدن پوست از میوه از مابقی صفات بالاتر بود که می‌تواند نشان‌دهنده تنوع بیشتر این صفات در ژنوتیپ‌های مورد بررسی باشد. رنگ مغز یکی از صفت‌های مهم در بازارپسندی است که مقدار میانگین بدست آمده در این صفت ۳ و انحراف معیار آن ۰/۹۴که نشان می‌دهد اکثر ژنوتیپ‌ها دارای رنگ کهربایی روشن بوده‌اند. رنگ مغز مورد نظر ایرانی‌ها رنگ مغز روشن می‌باشد ولی مردم آمریکا رنگ مغز کهربایی را بیشتر دوست دارند (۱۵). از لحاظ شکل میوه، ۲۴/۴۵ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای شکل میوه کروی و ۲۲/۵۵ درصد از ژنوتیپ‌ها شکل میوه ذوزنقه کشیده داشتند. همچنین نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که ۴۲/۰۲ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای بافت پوست متوسط هستند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هیچ‌کدام دارای بافت پوست خیلی صاف نبودند. سهولت جدا شدن مغز از دانه در ژنوتیپ‌ها ۳۷/۲۵ درصد متوسط و ۲۶/۴۷ درصد خیلی‌آسان بود.

جدول ۳- تنوع در صفات کیفی مورد اندازه‌گیری در ژنوتیپ‌های گردوی آزاد شهر

Table 4- Diversity in qualitative traits that measured in walnut genotypes of Azadshahr

شماره No.	صفات اندازه‌گیری شده Traits	متوسط Average	کم‌ترین Minimum	بیش‌ترین Maximum	واریانس Variance	انحراف معیار STD
1	شکل میوه Nut shape	4.94	1	9	5.92	2.43
2	گوشتی بودن مغز kernel plumpness	6.7	5	7	0.51	0.71
3	طعم مغز kernel flavor	1.47	1	2	0.25	0.50
4	شکل برگ leaf shape	2.5	1	3	0.33	0.57
5	رنگ برگ leaf color	4.94	3	9	2.49	1.57
6	سال آوری Alternate bearing	6.01	3	7	2.43	1.56
7	حساسیت به کرم سیب Susceptibility to Codling moth	77.2	0	9	72.7	78.2
8	بافت پوسته Shell texture	5.05	3	9	2.89	1.70
9	پر بودن مغز Kernel fill	6.7	5	7	0.50	0.71
10	آسان جدا شدن مغز از میوه Easy of removal kernel halves	3.91	1	9	7.52	2.7
11	چروکیدگی مغز Kernel shrivel	1.30	1	7	1	1
12	عادت رشد growing habit	2.36	1	3	0.41	0.64
13	نمونه جمع‌آوری شده Collected site	2.82	2	4	0.64	0.80
14	رنگ مغز kernel color	2.16	1	4	0.89	0.95

روابط بین صفات

نتایج همبستگی صفات کمی و کیفی مورد بررسی که بعضی از آن‌ها معنی‌دار هستند در جدول ۵ و ۶ ارائه شده است. در بین این صفات می‌توان به صفات طول برگ، طول بزرگ‌ترین برگچه، عرض بزرگ‌ترین برگچه، قطر میوه، وزن میوه و طول میوه اشاره کرد. بعضی از صفات کمی (وزن میوه با وزن مغز و وزن میوه با طول میوه با پوست سبز) همبستگی بالایی داشتند. میزان همبستگی این صفات به حدی است که به ما اجازه می‌دهد تا از طریق اندازه‌گیری هرکدام به تغییرات صفت همبسته پی ببریم، بنابراین از این طریق می‌توان با صرف زمان و هزینه کمتر به طور غیر مستقیم اندازه‌گیری یک صفت انجام گیرد (۱۰). بین وزن میوه با قطر میوه، وزن مغز و وزن پوسته همبستگی بالا و مثبت وجود دارد (جدول۵). این نتایج با نتایج شارما و شارما (۱۹) مطابقت داشت. طول بزرگ‌ترین برگچه و عرض بزرگ‌ترین برگچه همبستگی متوسط و مثبتی با هم داشتند. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین وزن مغز با قطر میوه، طول میوه، روزنه و وزن پوسته وجود دارد. به علاوه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین ضخامت مغز با قطر میوه، وزن مغز و وزن میوه وجود دارد. بین قطر میوه و طول میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار درسطح ۵ درصد وجود داشت که با نتایج ارزانی و همکارن در سال ۲۰۰۸ مطابق دارد (۲). بین سال‌آوری و رنگ مغز همبستگی متوسط و منفی وجود دارد. بین شکل میوه با آسان جدا شدن مغز از میوه و بافت پوست همبستگی وجود نداشت که با نتایج اسکندری و همکاران (۷) مطابقت دارد. همچنین بین وزن میوه با وزن مغز همبستگی بالا و معنی‌دار وجود داشت که با نتایج اسکندری و همکاران (۸) مطابقت دارد. میزان همبستگی بین بعضی از پارامترها مثبت ولی پایین بود که با توجه به جدول ۵ و ۶ معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۵ - ضرایب همبستگی صفات کمی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو شهرستان آزادشهر

Table 5- Coefficients correlation of quantitative traits in 102 walnut genotypes of Azadshahr

علامت اختصاری†	Al	ALeL	ELW	NuL	Ndi	NL	Shs	Shthi	Inshw	KW	Y	LG	W	TH	BSS
Al	1														
ALeL	0.57**	1													
ELW	0.41**	0.75**	1												
NuL	0.112	-0.35**	-0.44**	1											
Ndi	0.34**	0.38**	0.43**	-0.14	1										
NL	0.039	0.076	0.127	-0.14	0.36**	1									
Shs	-0.042	0.25**	0.27**	-0.21*	0.33**	0.168	1								
Shthi	-0.25*	-0.186	-0.074	0.018	-0.82	0.91	-0.071	1							
Inshw	0.022	0.248*	0.27**	-0.20*	0.49**	0.34**	0.24*	0.29**	1						
KW	0.177	0.232*	0.35**	-0.062	0.58**	0.29**	0.25**	-0.099	0.369**	1					
Y	-0.27**	-0.168	-0.114	0.003	-0.08	0.319**	-0.08	0.192	0.152	-0.10	1				
LG	0.090	0.33**	0.34**	-0.15	0.46**	0.32**	0.38**	-0.043	0.419**	0.46**	0.31**	1			
W	0.104	0.27	0.33**	-0.17	0.60**	0.38**	0.29**	0.184	0.85**	0.75**	0.58	0.54**	1		
TH	0.10	-0.60	0.062	0.086	0.27**	0.069	0.092	-0.30**	-0.054	0.55**	-0.20	0.110	0.24*	1	
BSS	0.468**	0.425**	0.40**	0.043	0.28**	-0.19*	0.092	-0.24*	-0.101	0.139	-0.2*	0.149	0.006	0.6	1

* و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱درصد. ضرایب بدون علامت غیرمعنی‌دار هستند. †: به جدول ۲ مراجعه شود

*,** significant in 5% and 1% respectively; without sign numbers are no significant Coefficient.† :refer to table 2

جدول ٦ - ضرایب همبستگی صفات کیفی در ۱۰۲ ژنوتیپ گردو شهرستان آزادشهر

Table 5- Coefficients correlation of qualitative traits in 102 walnut genotypes of Azadshahr

علامت اختصاری†	LSh	LCO	Ab	NSh	Sht	kf	kpu	ECO	KSh	kco	Kfl	COS	GH
LSh	1												
LCO	0.126	1											
Ab	-0.25*	0.108	1										
NSh	-0.106	-0.021	0.258**	1									
Sht	-0.136	0.041	0.170	0.27**	1								
kf	0.128	0.126	0.106	0.068	-0.026	1							
kpu	0.128	0.126	0.106	0.068	-0.026	1**	1						
ECO	0.072	0.021	0.119	0.094	0.163	-0.126	-0.126	1					
KSh	-0.082	-0.077	-0.133	-0.055	-0.007	-0.452**	-0.452**	-0.044	1	.			
kco	0.206*	0.028	-0.484**	-0.182	-0.45	-0.188	-0.188	0.013	0.072	1			
Kfl	-0.072	-0.20*	0.193	0.129	-0.086	0.003	0.003	-0.016	-0.091	-0.051	1		
COS	-0.039	-0.191	-0.29**	-0.145	-0.068	-0.120	-0.120	0.053	0.112	0.151	0.121	1	
GH	-0.089	0.65	0.088	0.133	0.061	-0.06	-0.06	0.010	0.139	-0.037	0.059	-0.029	1

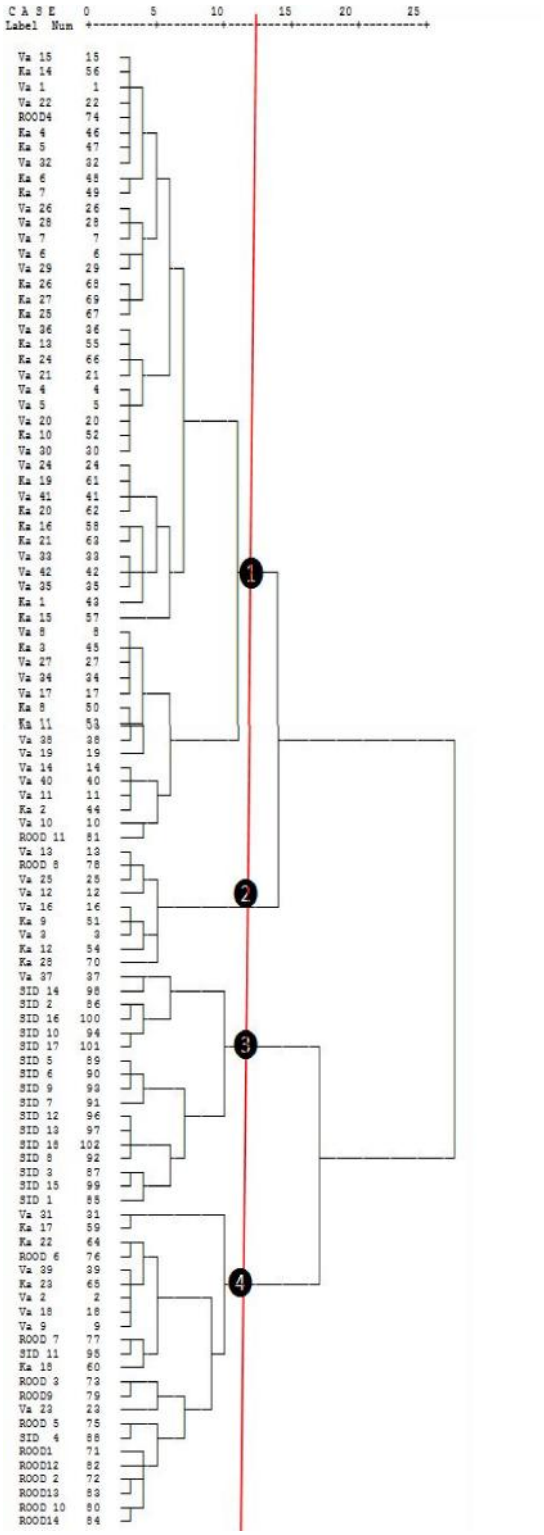
* و **: معنی‌دار به ترتیب در سطوح احتمال ۵ درصد و ۱درصد. ضرایب بدون علامت غیرمعنی‌دار هستند. †: به جدول ۲ مراجعه شود

*,** significant in 5% and 1% respectively; without sign numbers are no significant Coefficient.† :refer to table 2

بین طول بزرگ‌ترین برگچه و عرض بزرگ‌ترین برگچه با حساسیت به عوامل زنده (کرم سیب) همبستگی متوسط و مثبت وجود دارد. بین وزن میوه و وزن مغز همبستگی بالا و مثبت وجود دارد. بین وزن پوسته و وزن میوه همبستگی بسیار بالا و مثبتی وجود دارد. بین سال‌آوری و رنگ مغز همبستگی متوسط و منفی وجود دارد. میوه های پوست تیره میزان سال آوری کمتری داشتند. بین شکل میوه خشک، آسانی جدا شدن مغز از نات و بافت پوست همبستگی وجود ندارد که با نتایج اسکندری و همکاران (۸) مطابقت دارد.

تجزیه کلاستر

گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مختلف می‌تواند روشی موثر در مشخص شدن رابطه ژنوتیپ‌ها و تعیین فاصله خویشاوندی آن‌ها باشد.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر ۱۰۲ژنوتیپ گردو بر اساس ۳۰ صفت مرفولوژیکی ، جمع آوری شده از مناطق وامنان (Va)، کاشیدار (Ka)، رودبار (Rood) و سیدآباد (SID) شهرستان آزادشهر

Fig 2- Dendogram of clustering analysis of 102 walnut genotypes on the base of 30 morphological trait collected from Vamenan (Va), Kashidar (Ka), Roodbar (Rood) and Seedabad (SID) area of Azadshahr

همان‌طور که در تجزیه کلاستر توده‌های ژنوتیپ‌های گردو مشاهده می‌شود، در فاصله ۱۲/۵ از ۲۵، توده‌های مورد مطالعه در چهار خوشه گروه‌بندی شدند. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود بیشتر ژنوتیپ ها در خوشه یک قرار گرفتند که به جز ژنوتیپ ROOD4 و ROOD 11 تمام آن‌ها از مناطق کاشیدار و وامنان بودند. همانطور که در شکل ۱ مشخص است این دو منطقه از نظر مسافت جغرافیایی نزدیک‌ترین توده‌ها به هم بوده‌اند و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا نیز تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند (جدول ۱). ژنوتیپ‌های گردو این مناطق بیشتر از باغ و کنار جاده نمونه‌گیری شده بودند. ژنوتیپ های این گروه به دو زیر بخش تقسیم شدند. با بررسی نتایج حاصل از صفات مشخص گردید که ژنوتیپ‌های گردو در زیر بخش اول خوشه ۱ با توجه به پرسش‌هایی که از کشاورزان محلی انجام شده بود و اپیدمی بودن این آفت در این منطقه بیش‌ترین مقاومت به کرم سیب را داشتند و ژنوتیپ‌های موجود در زیر بخش ۲ خوشه ۱ در صفات شکل میوه و طعم میانگین بیشتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و در صفت طول میوه، قطر میوه، عرض بزرگ‌ترین برگچه، طول بزرگ‌ترین برگچه، طول برگ و رنگ مغز میانگین کم‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها داشتند. ژنوتیپ های خوشه ۲ نیز همانند خوشه یک مربوط به مناطق وامنان و کاشیدار بودند (شکل ۲). درصد مغز این ژنوتیپ‌ها از حد متوسط کل ژنوتیپ‌ها کمتر بود. در خوشه سوم همه ژنوتیپ‌ها به جز Va 27 مربوط به توده روستای سیدآباد بودند (شکل ۲). این ژنوتیپ‌ها در صفت طول برگ دارای بیش‌ترین میانگین (۹۳/۴۴ سانتی‌متر) بودند. روستای سید آباد نسبت به لحاظ جغرافیایی فاصله زیادی نسبت به سایر مناطق قرار دارد (شکل ۱) و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا تفاوت قابل توجهی با سایر مناطق دارد (جدول ۱). در خوشه ۴ بیشتر ژنوتیپ های منطقه رودبار به همراه تعداد از ژنوتیپ های وامنان و کاشیدار و یک ژنوتیپ SID4 از منطقه سیداباد قرار گرفتند (شکل ۲). منطقه رودبار به لحاظ جغرافیایی مابین مناطق سیدآباد با وامنان و کاشیدار قرار دارد (شکل ۱) و از لحاظ ارتفاع از سطح دریا مشابه مناطق وامنان و کاشیدار است (جدول ۲). این خوشه سه زیر بخش دارد که ژنوتیپ های زیر بخش یک برای صفت وزن میوه، وزن مغز، طول میوه، قطر میوه، درصد مغز و وزن پوسته میانگین بیش‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها را داشتند. ژنوتیپ‌های Ka17 و Va31 دارای بیش‌ترین وزن میوه بودند به تنهایی در این زیر بخش قرار گرفتند (شکل ۲). ژنوتیپ‌های موجود در زیر بخش دوم این خوشه در صفت عرض بزرگ‌ترین برگچه و طول بزرگ‌ترین برگچه بیش‌ترین میانگین از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و در صفت درصد مغز، ضخامت مغز، آسان جدا شدن مغز از میوه و عادت رشد کم‌ترین میانگین از میانگین کل ژنوتیپ‌ها را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری کلی

منطقه آزاد شهر یکی از مناطق مهم گردو کاری ایران محسوب می شود و به لحاظ تنوع آب و هوایی منطقه، داشتن آب و هوایی نیمه گرمسیری در برخی مناطق و قرار گرفتن در کنار جنگل‌های هیرکانی می‌تواند یکی از منابع مهم برای بررسی تنوع گردو به ویژه یافتن ارقامی با نیاز سرمایی کم باشد. نتایج نشان داد که تنوع نسبتاً بالایی به خصوص در خصوصیات کمی و کیفی میوه گردو از قبیل درصد مغز، وزن میوه، وزن مغز و اندازه میوه، رنگ مغز، آسانی جداشدن مغز از پوسته و حساسیت به کرم سیب وجود دارد. بین وزن میوه با قطر میوه، وزن مغز و وزن پوسته همبستگی بالا و مثبت وجود دارد. در آنالیز کلاستر ژنوتیپ‌های منطقه سیدآباد را از سایر ژنوتیپ‌ها در یک خوشه جداگانه قرار گرفتند که منطبق بر اختلافات جغرافیایی و فاصله این منطقه نسبت به سایر مناطق بود. بیشتر ژنوتیپ‌های منطقه وامنان و کاشیدار که به لحاظ فاصله جغرافیایی فاصله کمی باهم داشتند و تقریبا در یک ارتفاع از سطح دریا بودند در خوشه یک و دو قرار گرفتند و ژنوتیپ های منطقه رودبار در گروه چهارم قرار گرفتند. در خوشه‌بندی صفات شکل و اندازه میوه و برگ، رنگ، وزن و درصد مغز میوه تأثیر بیش‌تری داشتند. با توجه به نتایج حاصل از این تحقیق، تنوع ژنتیکی خوبی در ژنوتیپ‌های گردوی این منطقه وجود دارد که می تواند به عنوان مواد اصلاحی در اختیار به نژادگران قرار گیرند.

منابع

1. Amiri R., Vahdati K., Mohsenipoor S., Mozaffari M. R., and Leslie C. A. 2010. Correlations between some horticultural traits in walnut. HortScience, 45(11):1690–1694.
2. Arzani K., Mansouri Ardakan H., and Vezvaei A. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L) genotype from central Iran. New Zealand Journal of Cropand Horticulteral Science, 36: 159-168.
3. Aslantas R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand journal of Crop and Horticultural Science, 34: 231-237.
4. Balci I., Balta F., Kazankaya A., and Sen S. M. 2001. Promising Native walnut genotypes (*Juglans regia* L.) of the East Black Sea region of Turkey. Journal of the American Society for Horticultural Science, 55(4): 204-208.

5. Caglarirmak N. 2003. Biochemical and physical properties of some walnut genotypes (*Juglans regia* L.). Nahrung,1: 28-32.
6. Ebrahimi A., Fattahi Moghadam M., Zamani Z., and Vahdati K. 2009. An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits. Iranian Journal of Horticultural Science, 40 (4): 83-94. (In Persian with English abstact)
7. Ehteshamnia A., Sharifani M., Vahdati K., and Erfani, V. 2001. Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (*Juglans regia* L) in Golestan province. Journal of Plant Production, 16(3):29-47. . (In Persian with English abstact)
8. Eskandar S. ،Hassani D. ،and Abdi A. 2005. Investigation on genetic diversity of Persian walnut and evaluation of promising genotypes. Acta Horticulturae, 705: 159-163.
9. FAO. 2011. FAO statistical yearbook. Agricultural production ، Food and Agriculture Organization of the United Nations (http: faostat.fao.org.site.291.default.aspx).
10. Forde H. I. and McGranaham G. H. 1993. A new walnut cultivar Malizia. John Wiley and Sons, Inc, USA ،311: 46-49
11. Ghanadha M. R., Zahravi M., and Vahdati K. 2003. Breeding HorticulturalCrops. Dibagaran Tehran Press, 344p. (Translated in Persian)
12. Haghjooyan R., Ghareyazi B., Sanei Shariat-Panahi M., and Khalighi A. 2005. Investigation of genetic variation walnut of some region of Iran by using quantitative morphological characters. Pajouhesh and Sazandegi, 69: 22-30. (In Persian with English abstract).
13. Malvolti M. E., Paciucci M., Cannata F., and Fineschi S. 1993. Genetic variation in Italian populations of Juglans regia L. Acta Horticulturae, 311:86-94.
14. Mohsenipoor S., Vahdati K., Amiri R., and Mozaffari M. 2010. Study of the genetic structure and gene flow in Persian walnut (*Juglans regia* L.) using SSR markers. Acta Horticulturae, 861:133-142.
15. McGranahan G. H., Charles A., Leslie C. A., Philips H. A., and Dandaker A. 1998. Walnut Propagation. In: D. Ramos (Ed.). Walnut Production Manual .University of California, DANRPubl. Davis، 71-83.
16. McGranahanp G. P., and Leslie C. 1990. Walnuts (Juglans). Acta Horticulturae, 290: 907-951.
17. Radnia H. 1996. Rootstock for Fruit Crops. Agriculture Education Press, Karaj 637p. (In Persian with English abstact).
18. Rezaee R., Hassani Gh., Hassani D., and Vahdati K. 2008. Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz- Orumia. Iranian Journal of Horticultural Science and Technology, 9(3); 205-214. (In Persian with English abstract)
19. Sharma O. C., and Sharma S. D. 2001. Genetic Divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. Scientia Horticulturae, 88(2): 163-171.
20. Solar A., and Stampar F. 2004. Evaluation of Some Perspective Walnut Genotype in Slovenia. Acta Horticulturae, 705p.
21. Tsmouris G., Hatziantoniou S., and Demetzos C. 2002. Lipid analysis of Greek walnut oil (*Juglans regia* L.). Natur frosch, 57: 51- 56.
22. Vanhanen L. P., and Savage G. P. 2006. The use of peroxide value as measure of quality for walnut stored at five different temperatures using three different types of packaging. Food chemistry, 99: 64-69.
23. Vahdati K., Mohseni Pourtaklu S., Karimi R., Barzehkar R., Amiri R., Mozaffari M., and Keith W. 2014. Genetic diversity and gene flow of some Persian walnut populations in southeast of Iran revealed by SSR markers. Plant Systematics and Evolution, 301(2): 691-699.
24. Yarilgac T., Koyuncu F., Koyuncu M. A., Kazankaya A., and Sen S. M. 2001. Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.) Acta Horticulturae, 544: 93-96.