

ارزیابی تنوع مورفولوژیکی، فنولوژیکی و پومولوژیکی ژنوتیپ‌های گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) در شمال استان فارس

سعادت ساریخانی خرمی^۱، کاظم ارزانی^{۲*}، محمودرضا روزبان^۳ و مریم میرسلیمانی^۴
۱، ۲، به ترتیب دانشجوی سابق دکتری و استاد گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس
۳، استادیار گروه علوم باغبانی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران.
۴، کارشناس ارشد سازمان جهاد کشاورزی شهرستان اقلید، فارس.
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۲۳ - تاریخ تصویب: ۹۱/۴/۲۵)

چکیده

اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی گردو، بررسی تنوع ژنتیکی جمعیت‌های آن و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر از میان آن‌ها است. به منظور ارزیابی ژنوتیپ‌های بذری گردوی شهرستان اقلید، به عنوان یکی از مراکز مهم کشت و تنوع گردو در استان فارس و کشور، پژوهشی طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۸۹ انجام شد. در این تحقیق، بر اساس اطلاعات جهاد کشاورزی و باغداران، ۱۱۰ ژنوتیپ انتخاب شد که پس از مشاهدات اولیه، بر اساس عدم تظاهر علائم بلایت و سرمازدگی و وزن میوه بالاتر از ۶/۵ گرم، از میان آن‌ها تعداد ۴۸ ژنوتیپ برای مطالعات بعدی گزینش گردید. در ادامه پژوهش، صفات فنولوژیکی و پومولوژیکی ژنوتیپ‌های منتخب، بر اساس دو توصیف‌نامه IPGRI و UPOV مورد ارزیابی قرار گرفت. بر اساس نتایج بدست آمده، دامنه تغییرات وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز و ضخامت پوست سخت به ترتیب بین ۸/۱۹-۸/۶ گرم، ۹/۵-۲/۸ گرم، ۶۲/۶-۱۷/۵ درصد و ۳-۰/۸۶ میلی‌متر بود. در این ارزیابی، ژنوتیپ‌های E5، E9، E20، E22، E26، E28، E30، E34، E35، E36 و E49 به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب گردیدند که وزن میوه و مغز آن‌ها بین ۱۹/۸-۱۱ و ۹/۲-۶/۵ گرم متغیر بود. نتایج حاصل از تجزیه کلاستر، ژنوتیپ‌های منتخب را در ۸ گروه قرار داد. همچنین مطالعه همبستگی بین صفات مهم از نظر میوه‌کاری در این پژوهش نشان داد که اندازه میوه اعم از طول، ضخامت و عرض میوه و همچنین ضخامت پوست سخت در تعیین وزن میوه و مغز گردو نقش اساسی دارند، به طوری که ژنوتیپ‌های گردو با میوه درشت‌تر و پوست نازک‌تر از وزن میوه و مغز بالاتر و در نتیجه درصد مغز و عملکرد بهتری برخوردار بودند.

واژه‌های کلیدی: اقلید، تنوع مورفولوژیکی، تجزیه کلاستر، همبستگی، درصد مغز، باردهی

جانبی

منظوره دارد، به طوری که در میوه‌کاری به خاطر میوه آن، در جنگل‌کاری برای استفاده از چوب با ارزش آن، در داروسازی به عنوان یک گیاه دارویی و در پارک‌ها به

مقدمه

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.)، درختی یک‌پایه با گل‌های تک‌جنسی می‌باشد. این درخت، کاربردی چند

آمریکا، سالانه حدود ۴۱۸ هزار تن گردو تولید می‌کند که حدود ۵۰ درصد آن را صادر می‌کند (Vanhanen & Savage, 2006). این در حالی است که سهم ایران از صادرات جهانی گردو، بسیار ناچیز و در حدود ۰/۰۷ درصد است (FAO, 2011). 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 (Soleimani et al., 2009). 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.

با توجه به وجود ژرم‌پلاسم غنی و متنوع گردو در کشور، اولین قدم در برنامه‌های اصلاحی آن، شناسایی و گزینش ژنوتیپ‌های امیدبخش و برتر گردو است (Arzani et al., 2008). در مسیر شناسایی و گزینش این ژنوتیپ‌ها، درختان بومی بیشتر مدنظر پژوهشگران اصلاحی می‌باشد. چرا که علاوه بر سازگاری، تنوع زیادی در بین آن‌ها یافت می‌شود (Aslantas, 2006). این امر در مورد گردو که یک محصول بسیار ارزشمند در کشور محسوب می‌شود، نیز صادق است. تحقیقات برای شناسایی ژنوتیپ‌های برتر گردو در کشور توسط عاطفی در سال ۱۹۸۴ آغاز گردید (Atefi, 1993) و با پژوهش‌های سایر محققین در بخش‌های مختلف کشور ادامه پیدا کرد (Rezai et al., 2008; Haghjooyan et al., 2005; Ebrahimi et al., 2009; Arzani et al., 2010; Karimi et al., 2008).

تحقیقات متعددی در نقاط مختلف دنیا، به منظور ارزیابی مورفولوژیک ژنوتیپ‌های گردو صورت گرفته است. مطالعات انجام شده بر روی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه گواس واقع در شرق آنتالیا در ترکیه نشان داده است که در بین ژنوتیپ‌های برتر وزن میوه بین ۱۷/۰۴-۱۰/۳۸ گرم، وزن مغز ۷/۸۸-۵/۸۵، ضخامت پوست

عنوان یک گیاه زینتی کشت می‌گردد (Ebrahimi et al., 2009). گردو یکی از محصولات آجیلی و خشکباری مهم ایران نیز به شمار می‌رود. بر اساس آمار ارائه شده از طرف وزارت جهاد کشاورزی، از لحاظ سطح بهره برداری، گردو پس از پسته و بادام، سومین سطح زیر کشت را در بین خشکبارها دارا می‌باشد (Anonymous, 2008). ایران با تولیدی بالغ بر ۴۸۵ هزار تن گردو در سال، پس از کشور چین، دومین تولید کننده بزرگ گردو در دنیا محسوب می‌شود (FAO, 2011). همان‌گونه که از نام انگلیسی گردو (Persian Walnut) برمی‌آید ایران به عنوان خاستگاه اولیه گردو در دنیا شناخته می‌شود (Beede, 1985; Atefi, 1997; Ebrahimi et al., 2009) که این امر بیانگر وجود بیشترین تنوع ژنتیکی در این سرزمین است (Rezai et al., 2008).

کشور ایران موطن اصلی بسیاری از درختان میوه است. همچنین باغات سنتی ایران به عنوان یک منبع ژنتیکی غنی در دنیا مطرح می‌باشد، از آنجایی که اکثر درختان میوه موجود در باغ‌های سنتی کشور از طریق بذر تکثیر شده‌اند، لذا تنوع ژنتیکی فراوانی در این توده عظیم درختان میوه به چشم می‌خورد (Arzani, 2003). یکی از این محصولات مهم در باغات سنتی، گردو است که تکثیر جنسی آن در سالیان متمادی، سبب به وجود آمدن تنوع ژنتیکی زیادی در صفات عمومی درخت و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه شده است (Rezai et al., 2008; Asadian & Pieber, 2005). با وجود این تنوع ژنتیکی، در حال حاضر یکی از بزرگ‌ترین مشکلات احداث باغ‌های گردو در کشور، عدم وجود پیوندک خوب می‌باشد. تا این اواخر، رقم خاصی در ایران به ثبت نرسیده است و گردوها تنها بر اساس منشأ پیدایش آن‌ها تقسیم شده‌اند (Rezai et al., 2008). خوشبختانه مطالعات اخیر در کشور، منجر به معرفی دو رقم دماوند و جمال در سال ۱۳۸۸ شده است (Hassani et al., 2012a; Hassani et al., 2012b). همچنین ارزیابی ارقام خارجی گردو در سال ۱۳۷۳ نشان داده است که ارقام چندلر^۱، پدرو^۲، هارتلی^۳ و روند دمونتینگناک^۴ نیز با شرایط آب و هوایی کشور سازگاری خوبی دارند.

2. Pedro

3. Hartly

4. Ronde de Montignac

1. Chandler

و چهارم را دارا است (Anonymous, 2008). نظر به اینکه شهرستان اقلید یکی از مراکز مهم کشت و تنوع گردو در استان و کشور به شمار می‌رود، لذا این پژوهش با هدف ارزیابی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر و امیدبخش گردو در این شهرستان انجام پذیرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۸ در شهرستان اقلید (47° 51' تا 52° 55' طول شرقی و 30° 14' تا 31° 05' عرض شمالی) واقع در شمال استان فارس، به عنوان یکی از مراکز مهم کشت و پرانکس گردو در استان فارس و کشور انجام شد. بدین منظور با تکیه بر اطلاعات سازمان جهاد کشاورزی شهرستان اقلید و با طرح پرسش از باغداران و خریداران گردو، ابتدا تعداد ۱۱۰ ژنوتیپ در بخش مرکزی این شهرستان پلاک کوبی شد. پس از مشاهدات اولیه، تعدادی از درختان که علائم بیماری را نشان دادند یا گل‌های آن‌ها در اثر سرمازدگی از بین رفته بود و همچنین درختانی که وزن میوه در آن‌ها کمتر از ۶/۵ گرم بود، کنار گذاشته شدند (Zeneli et al., 2005) و در نهایت از بین درختان مورد مطالعه، ۴۸ ژنوتیپ برای مطالعات بعدی انتخاب گردید. در ادامه کار، با استفاده از دو دیسکریپتور IPGRI^۱ و UPOV^۲، تمام صفات فنولوژیکی (تاریخ برگ‌دهی، تاریخ آزاد شدن دانه گرده، تاریخ پذیرش دانه گرده توسط کلاله، تاریخ برداشت، ناهم‌رسی، عادت رشد درخت، سرمازدگی، طول و عرض برگ و برگچه، و تعداد برگچه) و پومولوژیکی (وزن میوه و مغز، درصد مغز، درصد باردهی جانبی، ضخامت، عرض و طول میوه، شاخص شکل، اندازه و گرد بودن میوه، ضخامت پوست، بافت پوست، روزنه انتهایی پوست، سهولت جدا شدن مغز از میوه، و رنگ مغز) مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات فنولوژیکی به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی می‌باشند و معمولاً در مقایسه با استاندارد مرجع مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (McGranahan & Forde, 1985). در این تحقیق، ژنوتیپی که زودبرگ‌ده‌ترین بود، به

سخت بین ۱/۷۵-۰/۸۶ میلی‌متر، درصد مغز بین ۴۵/۰۹-۵۹/۲۷ درصد متغیر است (Yarilgac et al., 2001). همچنین نتایج تحقیقات صورت گرفته روی ۵۸ ژنوتیپ بذری گردو در منطقه هیمالچال پرادش هندوستان نیز نشان داد که وزن میوه و مغز به ترتیب بین ۲۰/۵۵-۶/۴ و ۷/۱-۱/۵ گرم و درصد مغز بین ۱۲-۶۲/۵ درصد متغیر است (Sharma & Sharma, 2001b).

Arzani et al. (2008) 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 بالایی 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، AA110 و BA150 به عنوان ژنوتیپ‌های برتر گردو در منطقه تفت معرفی شدند که وزن مغز و درصد مغز در آن‌ها به ترتیب بین ۹/۱-۶ گرم و ۷۹/۶-۴۶/۳ درصد بود. Haghjooyan et al. (2005) در بررسی تنوع ژنتیکی گردوهای مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک، ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی توده توپسرکان و چهار کلکسیون کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد را از نظر ۱۶ صفت مورفولوژیک مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج مطالعات ایشان نشان داد که بیشترین تشابه بین ژنوتیپ‌های شماره ۴۳ و ۴۴ و ردآورد توپسرکان و ژنوتیپ ۷۸ و ۸۴ مشهود به ترتیب با نام‌های K_{21/2} و K_{21/1} وجود دارد. ایشان درصد مغز و متوسط وزن مغز تک میوه را در ژنوتیپ‌های مورد ارزیابی به ترتیب، ۶۴-۲۴ درصد و ۱/۴۲-۱۴/۱ گرم گزارش کردند. استان فارس، ۸/۱ درصد از ارزش افزوده بخش کشاورزی کشور (مقام دوم) را به خود اختصاص داده (Anonymous, 2011) و طبق آخرین آمار ارائه شده توسط وزارت جهاد کشاورزی، از نظر سطح زیر کشت و میزان تولید گردو در سطح کشور به ترتیب جایگاه پنجم

1. International Plant Genetic Resources Institute
2. Union international pour la Protection des Obtentions Végétales

تعداد برگچه در ۱۰ برگ به صورت تصادفی، تعداد برگچه در هر ژنوتیپ ارزیابی شد. همچنین طول و عرض برگ و برگچه با استفاده از کولیس دیجیتال اندازه‌گیری شد. به منظور بررسی صفات پومولوژیکی، از هر ژنوتیپ تعداد ۲۰ میوه برداشت گردید (IPGRI, 1994) و پس از جدا کردن پوست سبز از میوه‌ها، به مدت یک ماه در شرایط سایه و دمای اتاق نگهداری شدند (Zeneli et al., 2005). وزن میوه و مغز به کمک ترازوی دیجیتال بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. همچنین از نسبت وزن مغز به وزن میوه، درصد مغز محاسبه گردید. عادت باردهی جانبی با انتخاب تصادفی ۱۰ شاخه و شمارش تعداد جوانه‌های جانبی دارای میوه به تعداد کل جوانه‌های روی شاخه محاسبه گردید (Yarilgac et al., 2001). ضخامت، عرض و طول میوه و همچنین ضخامت پوست سخت با استفاده از کولیس دیجیتال و بر اساس دو دیسکریپتور UPOV و IPGRI اندازه‌گیری شد. شاخص شکل (FI) و گرد بودن میوه (R) به ترتیب با قرار دادن قطر (L)، ضخامت (E) و ارتفاع (H) میوه در فرمول ۱ و ۲ محاسبه گردید. شاخص شکل میوه اگر کمتر یا مساوی ۱۱۰ باشد، شکل میوه کروی است. همچنین اگر شاخص شکل میوه بین ۱۱۱ تا ۱۲۵ یا بزرگ‌تر از ۱۲۵ باشد، به ترتیب شکل میوه تخم مرغی و بیضی کشیده می‌باشد (Arzani et al., 2008).

فرمول ۱: $FI = 100H / ((E+L)/2) = 200H / (E+L)$

فرمول ۲: $RI = (E+L)/2H$

صفات بافت پوست سخت، روزنه انتهایی پوست سخت، ضخامت تیغه میانی لپه‌ها، سهولت جدا شدن مغز و رنگ مغز به صورت کیفی و بر اساس دیسکریپتور IPGRI اندازه‌گیری شدند (جدول ۱).

عنوان استاندارد مرجع در نظر گرفته شد و تأخیر در برگ‌دهی سایر ژنوتیپ‌ها نسبت به این ژنوتیپ نمره‌دهی شد (Arzani et al., 2008). زمانی که بیش از ۵۰ درصد جوانه‌های انتهایی در یک ژنوتیپ رشد کردند و سبزی برگ داخل آن‌ها قابل رویت بود، به عنوان تاریخ برگ‌دهی ژنوتیپ لحاظ گردید (IPGRI, 1994). همچنین تاریخ آزاد شدن دانه گرده و پذیرش آن توسط گل ماده بر اساس دیسکریپتور IPGRI یادداشت‌برداری شد. بدین منظور زمانی که دو سطح کلالة نسبت به یکدیگر، شکل V گرفتند (زاویه ۳۵ درجه دو لوب کلالة نسبت به یکدیگر) و رطوبت سطح آن‌ها نمایان بود، به عنوان زمان شروع پذیرش دانه گرده توسط مادگی در نظر گرفته شد (Janick & Paul, 2008). همچنین زمانی که دو سطح کلالة نسبت به یکدیگر، زاویه ۴۵ درجه داشتند، به عنوان حداکثر میزان پذیرش مادگی و زمانی که کلالة به طور کامل باز و خشک و به رنگ تیره بود، به عنوان پایان پذیرش دانه گرده توسط مادگی در نظر گرفته شد (Szentiványi & Szücs, 2001). در این ارزیابی، ژنوتیپ‌هایی که دوره آزاد شدن دانه گرده با دوره پذیرش آن بیشتر از ۶ روز همپوشانی داشت، به عنوان ژنوتیپ‌های هم‌گام در نظر گرفته شدند (Arzani et al., 2008). همچنین تاریخ برداشت، زمانی در نظر گرفته شد که تقریباً تمام پوسته سبز (۹۵ درصد) به راحتی و به طور کامل از پوست سخت جدا می‌شد (Westwood, 1993). عادت رشد درختان گردوی مورد مطالعه در زمان پلاک‌کوبی که درختان بدون برگ بودند (Mansuri-Ardakan et al., 2003)، بر اساس دیسکریپتور IPGRI تعیین گردید (جدول ۱). همچنین پدیده سرمازدگی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به صورت کیفی و بر طبق جدول ۱ اندازه‌گیری شد. با شمارش

جدول ۱- مقیاس برخی صفات باغبانی ارزیابی شده در جمعیت گردوی بذری شمال استان فارس

صفات	اندازه‌گیری
بافت پوست سخت	خیلی صاف (۱) تا خیلی زبر (۹)
روزنه انتهایی پوست سخت	باز و خیلی ضعیف (۱)، ضعیف (۳)، متوسط (۵)، قوی (۷)، کاملاً بسته و خیلی قوی (۹)
سهولت جدا شدن مغز	خیلی راحت (۱) تا خیلی دشوار (۹)
رنگ مغز	بسیار روشن (۱)، روشن (۳)، متوسط (۵)، تیره (۷)، بسیار تیره (۹)
آسیب سرمای بهاره	بدون آسیب (۱) تا آسیب بسیار شدید (۹)
عادت رشد درخت	عمودی (۱)، نیمه عمودی (۲)، گسترده (۳)

بیشتر از ۶/۵ گرم، درصد مغز بالاتر از ۴۵ درصد (Sharma & Sharma, 2001b)، عادت باردهی جانبی

در انتهای آزمایش، ژنوتیپ‌هایی که وزن میوه در آن‌ها بیشتر از ۱۰ گرم (Simsek et al., 2010)، وزن مغز

مطالعه ۴۰/۱۷ درصد بود که حداکثر و حداقل درصد مغز به ترتیب متعلق به ژنوتیپ E28 (۶۲/۶۰ درصد) و E18 (۱۷/۵۷ درصد) بود (جدول ۲).

همان طور که جدول ۲ نشان می‌دهد درصد باردهی جانبی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش، بین صفر تا ۶۴/۴۵ درصد متغیر بود. به طوری که بیشترین درصد باردهی جانبی در ژنوتیپ E9 مشاهده گردید و ژنوتیپ‌های E29، E47 و E51 دارای عادت باردهی انتهایی بودند. همچنین میانگین طول، عرض و ضخامت میوه در بین ژنوتیپ‌های گردو، به ترتیب ۴۰/۵۰، ۳۴/۴۴ و ۳۴/۹۳ میلی‌متر بود.

یکی از صفات مهم مرتبط با شکل میوه، شاخص شکل میوه است. شاخص شکل میوه اگر کمتر یا مساوی ۱۱۰ باشد، شکل میوه کروی است. همچنین اگر شاخص شکل میوه بین ۱۱۱ تا ۱۲۵ یا بزرگ‌تر از ۱۲۵ باشد به ترتیب تخم مرغی و بیضی کشیده می‌باشد (Arzani et al., 2008). بررسی نتایج نشان داد که میانگین شاخص شکل میوه در جمعیت ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۱۱۷/۰۷ بود. بر این اساس، ۳۱/۲۵ درصد ژنوتیپ‌های گردو در منطقه اقلید دارای شکل میوه کروی و ۶۸/۷۵ درصد از ژنوتیپ دارای شکل میوه تخم‌مرغی بودند. همچنین شاخص گرد بودن میوه در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۰/۸۶ تا ۱/۲۳ متغیر بود (جدول ۲).

بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر روزنه انتهای پوست سخت نشان داد که ۱۲/۵ درصد از ژنوتیپ‌ها در انتهای پوست سخت خود دارای روزنه باز تا کاملاً باز بودند که یک صفت بسیار نامطلوب در اصلاح گردو تلقی می‌گردد. روزنه انتهای پوست سخت در ۵۴/۱۷ درصد از ژنوتیپ‌های بسته تا کاملاً بسته بود. همچنین از نظر سختی پوست، فقط ۴/۱۷ درصد از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه (دو ژنوتیپ) دارای پوست صاف تا بسیار صاف بودند (جدول ۳). کمترین و بیشترین ضخامت پوست سخت به ترتیب ۰/۸۶ (E49) و ۳ میلی‌متر (E43) بود (جدول ۲). بررسی نتایج بدست آمده از این آزمایش نشان داد که جدا شدن مغز از میوه در ۲۵ درصد از ژنوتیپ‌ها دشوار تا خیلی دشوار بود. همچنین جدا شدن مغز از میوه در ژنوتیپ‌های E27 خیلی راحت بود. عمده ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش دارای رنگ مغز

بیشتر از ۲۵ درصد و ضخامت پوسته سخت کمتر از ۱/۵ میلی‌متر (Akca & Ozongun, 2004) داشتند. به عنوان ژنوتیپ‌های برتر منطقه انتخاب گردیدند. البته تلاش گردید ژنوتیپ‌هایی که از نظر برخی صفات، برتر و از نظر برخی دیگر از صفات، ژنوتیپ بسیار مطلوب نیستند، نیز به عنوان ژنوتیپ برتر در نظر گرفته شوند، چرا که این ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های اصلاحی بعدی بسیار حائز اهمیت می‌باشند.

تجزیه آماری

تجزیه آماری داده‌های بدست آمده از ارزیابی ژنوتیپ‌ها، با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، از صفات با توارث‌پذیری بالا از قبیل وزن میوه، وزن مغز، درصد مغز، عرض میوه، ضخامت میوه، طول میوه، شاخص شکل، شاخص گرد بودن، ضخامت پوست سخت، تاریخ برداشت، تاریخ باز شدن جوانه، تاریخ آزاد شدن اولین و آخرین دانه گرده و تاریخ پذیرش دانه گرده توسط مادگی، استفاده گردید. بدین منظور پس از استانداردسازی داده‌ها، با استفاده از روش ادغام بین گروهی^۱، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گروه‌بندی شدند. همچنین همبستگی بین صفات مهم در برنامه اصلاحی گردو با کمک نرم‌افزار SPSS و با استفاده از ضریب همبستگی Pearson تعیین گردید.

نتایج

تنوع پومولوژیکی و فنولوژیکی مشاهده شده در ژنوتیپ‌های منتخب منطقه مورد مطالعه به ترتیب در جداول ۲ و ۳ نشان داده شده است.

صفات پومولوژیکی

بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، میانگین وزن میوه و مغز در بین ژنوتیپ‌های گردوی مورد مطالعه در منطقه اقلید، به ترتیب ۱۹/۸۰ و ۹/۵۰ گرم بود. به طوری که بیشترین و کمترین وزن میوه به ترتیب در ژنوتیپ‌های E20 (۱۹/۸ گرم) و E50 (۸/۵۸ گرم) مشاهده گردید. همچنین بیشترین و کمترین وزن مغز نیز به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های E20 (۹/۵) و E18 (۲/۸۵) بود. میانگین درصد مغز ژنوتیپ‌های مورد

1. Average Linkage Between Groups

روشن بودند. به عبارت دیگر، رنگ مغز در ۵۶/۲۴ درصد از ژنوتیپ‌ها، روشن تا بسیار روشن بود (جدول ۳).

جدول ۲- تنوع در برخی صفات مرتبط با میوه در ژنوتیپ‌های گردو در شمال استان فارس

صفات	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (%)
وزن میوه (گرم)	۸/۵۷	۱۹/۸۰	۱۳/۴۶	۲/۶۰	۱۹/۳۴
وزن مغز (گرم)	۲/۸۵	۹/۵۰	۶/۳۲	۱/۵۰	۲۳/۷۳
درصد مغز (%)	۱۷/۵۷	۶۲/۶۰	۴۰/۱۷	۷/۸۶	۱۹/۵۷
باردهی جانبی (%)	۰/۰۰	۶۴/۴۵	۳۴/۱۳	۱۰/۶۷	۳۳/۱۰
طول میوه (میلی‌متر)	۲۶/۵۶	۵۱/۱۴	۴۰/۵۰	۴/۴۳	۱۰/۹۱
عرض میوه (میلی‌متر)	۲۵/۴۳	۴۲/۳۵	۳۴/۴۴	۲/۸۴	۸/۲۴
ضخامت میوه (میلی‌متر)	۲۴	۴۱/۵۷	۳۴/۹۳	۲/۹۴	۸/۴۲
ضخامت پوست (میلی‌متر)	۰/۸۶	۳	۱/۶۷	۰/۴۱	۲۴/۵۵
شاخص شکل (-)	۸۱/۱۷	۱۵۲/۷۰	۱۱۷/۰۷	۱۲/۵۱	۱۰/۶۹
شاخص گرد بودن میوه (-)	۰/۶۵	۱/۲۳	۰/۸۶	۰/۱۰	۱۱/۶۳

جدول ۳- تنوع در برخی صفات کیفی میوه در ژنوتیپ‌های گردو در شمال استان فارس

صفات	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
روزنه انتهای پوست سخت	۴/۱۷	۲/۰۸	۶/۲۵	۱۰/۴۲	۱۴/۵۸	۸/۳۳	۱۲/۵۰	۲۹/۱۷	۱۲/۵۰
بافت پوست سخت	۲/۰۸	۰/۰۰	۲/۰۸	۰/۰۰	۱۴/۵۸	۱۲/۵۰	۳۳/۳۳	۱۰/۴۲	۲۵/۰۰
سهولت جدا شدن مغز از میوه	۲/۰۸	۲/۰۸	۶/۲۵	۲۰/۸۳	۲۷/۰۸	۱۶/۶۷	۶/۲۵	۱۰/۴۲	۸/۳۳
رنگ مغز	۱۴/۵۸	۱۴/۵۸	۲۷/۰۸	۱۰/۴۲	۲۲/۹۲	۲/۰۸	۲/۰۸	۶/۲۵	۰/۰۰

* اعداد ۱ تا ۹ در مقیاس اندازه‌گیری برای هر صفت مطابق با جدول ۱ می‌باشد.

صفات فنولوژیکی و مرتبط با رشد درخت

بررسی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش نشان داد که عادت رشد نیمه عمودی در منطقه اقلید بیشتر از عادت رشد گسترده و عمودی می‌باشد. به طوری که عادت رشدی ۵۲/۱ درصد از ژنوتیپ‌ها، نیمه عمودی بود. میزان تنوع عادت رشد گسترده و عمودی در منطقه اقلید، به ترتیب ۲۷/۱ و ۲۰/۸ درصد بود (داده‌ها ارائه نشده‌اند). نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که اولین و آخرین تاریخ برگدهی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه اقلید فارس در سال زراعی ۱۳۸۸-۱۳۸۹، به ترتیب در ۱۵ اسفند (E24) و ۱۴ فروردین (E29) بود (جدول ۴). بر اساس نتایج حاصل از آزمایش طول دوره

آزاد شدن دانه گرده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ۳۷ روز بود. به طوری که اولین و آخرین دانه گرده، به ترتیب در تاریخ ۲۸ اسفند (E24, E34) و ۴ اردیبهشت (E15, E30) آزاد شد. همچنین اولین و آخرین پذیرش دانه گرده توسط مادگی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، به ترتیب در ۱۱ فروردین (E9, E26) و ۱۰ اردیبهشت (E19) بود (جدول ۴). دوره برداشت محصول در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۲۸ روز بود. به طوری که زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ژنوتیپ در این آزمایش، به ترتیب E17 و E18 بود (جدول ۴).

جدول ۴- برخی خصوصیات فنولوژیکی در ژنوتیپ‌های انتخاب شده در شمال استان فارس

تاریخ ژنوتیپ	برگدهی*		آزاد شدن دانه گرده*			پذیرش مادگی*			برداشت**	
	اولین	آخرین	دوره	اولین	آخرین	دوره	اولین	آخرین	دوره	آخرین
ژنوتیپ	۱	۲۹	۲۸	۱۴	۵۱	۳۷	۲۶	۵۶	۱	۲۹
	E24	E29	E24 E34	E15 E30	E9 E26	E19	E17	E18		

* تعداد روز بعد از استاندارد مرجع (برای صفات تاریخ گلدھی و برگدهی، استاندارد مرجع ۱۳۸۸/۱۲/۱۴ در نظر گرفته شد)

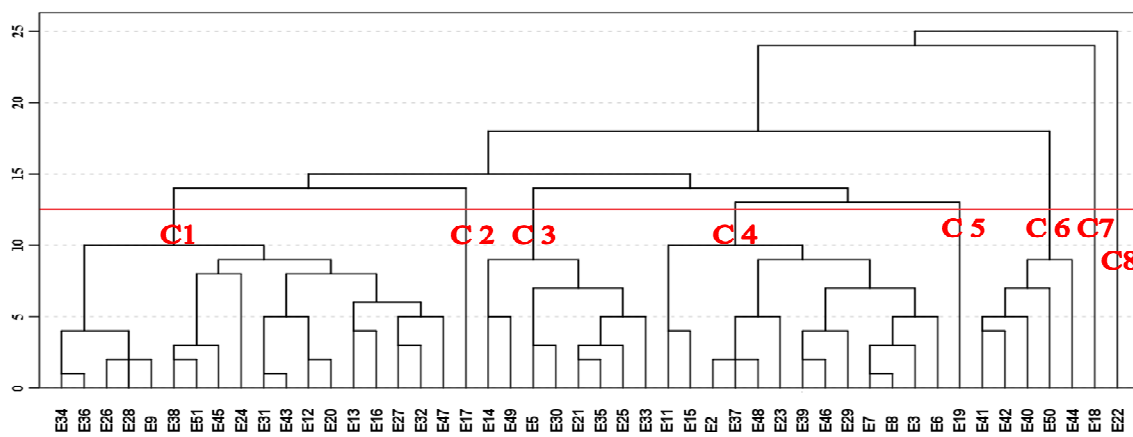
** تعداد روز بعد از استاندارد مرجع (برای صفت تاریخ برداشت، استاندارد مرجع ۱۳۸۹/۰۵/۲۹ در نظر گرفته شد)

داشت، به عنوان ژنوتیپ‌های هموگام در نظر گرفته شدند (Arzani et al., 2008) که بر این اساس، در

در این آزمایش ژنوتیپ‌هایی که دوره آزاد شدن دانه گرده با دوره پذیرش مادگی بیشتر از ۶ روز همپوشانی

ضحیم، وزن و درصد مغز پایین، عادت باردهی انتهایی) جزء ژنوتیپ نامطلوب قرار داشت. این ژنوتیپ نیز به تنهایی در یک خوشه قرار گرفت (خوشه ۷) که احتمالاً با تمام ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در منطقه اقلید، از نظر ژنتیکی متفاوت می‌باشد. همچنین ژنوتیپ E40، E41، E42، E44 و E50 نیز در یک خوشه مجزا قرار گرفتند (خوشه ۵) که اختلاف زیادی با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نشان دادند که احتمالاً این ژنوتیپ‌ها، با وجود برخی تفاوت‌های مورفولوژیکی، دارای والدین مشترک بوده، هموزن هستند و به علاوه متعلق به یک باغ بودند. بررسی ژنوتیپ‌ها در هر خوشه نشان داد که عمده ژنوتیپ‌های برتر (جدول ۶) در خوشه یک و سه قرار گرفتند که در بین آن‌ها ژنوتیپ‌های E9، E36، E34، E26 و E28 بسیار به یکدیگر نزدیک هستند و در یک زیر خوشه قرار گرفته‌اند (شکل ۱).

۷۲/۹۲ درصد از ژنوتیپ‌ها پدیده دایکوگامی مشاهده شد و ۲۷/۰۸ درصد از ژنوتیپ‌ها هموگام بودند. همچنین تمام ژنوتیپ‌های دایکوگام، پروتاندروس یا نر پیش‌رس بودند (داده‌ها ارائه نشده‌اند).
تجزیه کلاستر
 به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، از صفات با توارث‌پذیری بالا استفاده گردید (Arzani et al., 2008). کلاستربندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این آزمایش نمایانگر وجود ۸ خوشه بود. به‌طوری‌که ژنوتیپ E22 که جزء ژنوتیپ‌های برتر نیز می‌باشد (جدول ۶)، با سایر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر ژنتیکی، فاصله داشته و خود به تنهایی در یک خوشه مجزا قرار گرفت. ژنوتیپ E22 از نظر بسیاری از صفات مهم باغبانی با سایر ژنوتیپ‌های گردو در منطقه اقلید اختلاف داشت. به علاوه این ژنوتیپ دارای کمترین شاخص شکل میوه (۸۵/۷۹) و بیشترین شاخص گرد بودن (۱/۱۷) بود. در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، ژنوتیپ E18 از نظر برخی از صفات مورد مطالعه (میوه دیررس با پوست



شکل ۱- دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر بر مبنای صفات با توارث‌پذیری بالا در ژنوتیپ‌های گردو در شمال استان فارس

همبستگی
 بین درصد مغز با تاریخ برگ‌دهی و برداشت در جمعیت گردوی منطقه اقلید مشاهده گردید. طول، عرض و ضخامت میوه همبستگی مثبت و قوی با یکدیگر داشتند. به علاوه طول میوه همبستگی مثبت و قوی با شکل میوه و همبستگی منفی با شاخص گرد بودن داشت. در حالی‌که ضخامت میوه همبستگی منفی با شاخص شکل میوه در سطح ۵ درصد نشان داد. شاخص گرد بودن همبستگی منفی و بسیار قوی با شاخص شکل

نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که همبستگی مثبت و قوی بین وزن مغز با وزن میوه و درصد مغز وجود دارد. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری بین وزن میوه و مغز با اندازه میوه (طول، عرض و ضخامت میوه) مشاهده گردید. وزن میوه با ضخامت پوست سخت و وزن مغز با عادت باردهی جانبی همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح ۵ درصد داشت. همبستگی منفی

گرده و پذیرش آن توسط مادگی وجود داشت. به عبارت دیگر، در این پژوهش بین تاریخ برگدهی و زمان برداشت محصول همبستگی مثبت و قوی مشاهده گردید. همچنین همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح یک درصد بین ابتدا و انتهای دوره آزاد شدن دانه گرده و پذیرش آن توسط مادگی مشاهده گردید (جدول ۵).

میوه داشت که این موضوع با توجه به فرمول محاسبه این دو صفت (فرمول ۱ و ۲) توجیه‌پذیر است (جدول ۵). بررسی همبستگی بین صفات فنولوژیکی با صفات مهم در برنامه‌های اصلاحی گردو نشان داد که همبستگی مثبت و قوی بین ابتدا و انتهای فصل رشد و همچنین بین تاریخ برگدهی با تاریخ آزاد شدن دانه

جدول ۵- همبستگی بین برخی صفات با توارث پذیری بالا در جمعیت گردو در شمال استان فارس

	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶
۱ وزن میوه	۱															
۲ وزن مغز	۰/۶۹ ^{***}	۱														
۳ درصد مغز	-۰/۱۳	۰/۶۳ ^{***}	۱													
۴ باردهی جانبی	-۰/۰۸	-۰/۲۳ [*]	۰/۳۶ [*]	۱												
۵ طول میوه	۰/۵۵ ^{***}	۰/۳۴ [*]	-۰/۱۸	-۰/۰۷	۱											
۶ عرض میوه	۰/۶۹ ^{***}	۰/۵۳ ^{***}	-۰/۰۵	۰/۱۰	۰/۵۱ ^{***}	۱										
۷ ضخامت میوه	۰/۶۸ ^{***}	۰/۴۳ ^{***}	-۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۳۹ ^{***}	۰/۷۸ ^{***}	۱									
۸ شاخص شکل	۰/۰۰	-۰/۰۵	-۰/۱۱	-۰/۰۴	۰/۶۹ ^{***}	-۰/۲۲	-۰/۳۶ [*]	۱								
۹ شاخص گرد بودن	-۰/۰۵	۰/۰۳	-۰/۱۴	-۰/۰۵	-۰/۷۲ ^{***}	۰/۱۷	۰/۳۱ [*]	-۰/۹۹ ^{***}	۱							
۱۰ ضخامت پوست	۰/۳۰ [*]	۰/۰۹	-۰/۲۲	-۰/۲۵	۰/۱۸	-۰/۰۸	۰/۰۸	۰/۱۸	-۰/۲۰	۱						
۱۱ تاریخ برگدهی	-۰/۰۲	-۰/۲۷	-۰/۳۳ [*]	-۰/۰۷	-۰/۰۶	۰/۱۷	۰/۲۰	-۰/۱۰	۰/۰۸	-۰/۲۲	۱					
۱۲ تاریخ آزاد شدن اولین دانه گرده	-۰/۱۶	-۰/۲۵	-۰/۱۷	-۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۰۵	۰/۰۲	-۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۱۱	۰/۴۰ ^{**}	۱				
۱۳ تاریخ آزاد شدن آخرین دانه گرده	-۰/۱۱	-۰/۲۰	-۰/۱۶	-۰/۰۵	۰/۰۳	۰/۱۰	۰/۰۴	-۰/۰۴	۰/۰۵	-۰/۱۶	۰/۳۹ ^{***}	۰/۹۶ ^{***}	۱			
۱۴ تاریخ پذیرش اولین دانه گرده	-۰/۰۷	-۰/۲۱	-۰/۲۱	-۰/۰۵	-۰/۱۴	-۰/۰۹	-۰/۱۵	-۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۰۳	۰/۳۶ [*]	۰/۴۹ ^{***}	۰/۵۲ ^{***}	۱		
۱۵ تاریخ پذیرش آخرین دانه گرده	-۰/۰۷	-۰/۱۹	-۰/۱۸	-۰/۰۵	-۰/۰۹	-۰/۱۰	-۰/۱۴	۰/۰۲	-۰/۰۰	۰/۰۳	۰/۳۷ ^{***}	۰/۴۴ ^{***}	۰/۴۶ ^{***}	۰/۹۴ ^{***}	۱	
۱۶ تاریخ برداشت	-۰/۰۶	-۰/۱۸	-۰/۳۴ [*]	-۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۶	-۰/۰۲	۰/۱۵	-۰/۱۶	-۰/۰۱	۰/۵۵ ^{***}	-۰/۰۲	۰/۰۱	۰/۲۲	۰/۲۲	۱

** و * به ترتیب همبستگی در سطح ۱ و ۵ درصد معنی‌دار می‌باشد.

نتیجه‌گیری

امروزه با گزینش ارقام برتر گردو و اجرای برنامه‌های اصلاحی، می‌توان خصوصیات میوه و مغز ژنوتیپ‌ها را بهبود بخشید و بازده اقتصادی این درخت را افزایش داد. با توجه به وجود یک ژرم‌پلاسم بسیار بزرگ و متنوع گردو در کشور، همان‌گونه که اشاره شد، اولین قدم ضروری در برنامه‌های اصلاحی، شناسایی ژنوتیپ‌های برتر می‌باشد (Arzani et al., 2008). در حال حاضر دیر برگدهی، زودرسی، عملکرد بالا و کیفیت عالی محصول

همبستگی مثبت و قوی بین وزن میوه با طول و عرض برگ و برگچه و همچنین تعداد برگچه درختان گردوی مورد مطالعه مشاهده گردید. همچنین عرض برگ و برگچه همبستگی مثبت و معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد با وزن مغز داشتند. همبستگی مثبت و معنی‌داری بین طول برگ با عرض و ضخامت میوه مشاهده گردید ($P \leq 0.01$). در حالی که همبستگی منفی و قوی بین پر بودن میوه با تاریخ برگدهی و آزاد شدن دانه گرده وجود داشت.

(Sharma & Sharma, 1998). طبق نتایج بدست آمده، میانگین وزن میوه و مغز در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در منطقه اقلید به ترتیب ۱۹/۸۰ و ۹/۵۰ گرم بود که از میانگین وزن میوه و مغز گزارش شده توسط Simsek et al., (2010) و Arzani et al., (2008) بیشتر بود. در مطالعه انجام شده بر روی ژنوتیپ‌های گردو در منطقه هیمالیاچال پرادش هندوستان، بیشترین درصد مغز گردو ۶۲/۵ درصد گزارش شده است. همچنین Haghjooyan et al., (2005) در مطالعات خود بروی تنوع ژنتیکی گردوهای مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک گزارش کردند که درصد مغز ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۲۴ تا ۶۴ درصد بود. نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که درصد مغز در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در منطقه اقلید بین ۱۷/۵ تا ۶۲/۶ درصد متغیر بودند که از گزارش Sharma & Sharma (2001b) بیشتر و از نتایج بدست آمده توسط Haghjooyan et al., (2005) کمتر بود.

ضخامت پوست سخت جزء صفات با توارث‌پذیری بالا می‌باشد که توارث‌پذیری آن بیش از ۰/۸ است (Hansche et al., 1972; Aslantas, 2006). ضخامت پوست سخت برای ژنوتیپ‌های برتر بایستی بین ۰/۷ تا ۱/۵ باشد (Akca & Ozongun, 2004). همچنین پیشنهاد شده که بهترین ضخامت پوست سخت ۰/۹۲ میلی‌متر است (Nenjuhin, 1971).

نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که پراکندگی ضخامت پوست سخت در بین ژنوتیپ‌های مختلف گردو بین ۰/۸۶ تا ۳ میلی‌متر بود و ۳۹/۶ درصد از ژنوتیپ‌ها دارای ضخامت پوست بین ۰/۷ تا ۱/۵ بودند.

آگاهی از همبستگی بین صفات می‌تواند یک راهنمای بسیار خوب در برنامه‌های اصلاحی باشد (Amiri et al., 2010). مطالعه‌ی همبستگی بین صفات باغبانی در گردو گواه از وجود همبستگی معنی‌دار و قوی بین عادت باردهی جانبی با عملکرد می‌باشد (Amiri et al., 2010; Hansche et al., 1972). درختانی که عادت باردهی جانبی دارند در بهار زودتر گل داده و پتانسیل عملکرد بهتری نسبت به درختان با عادت باردهی انتهایی دارند (Solar et al., 2001). نتایج حاصل از این آزمایش نیز نشان داد که عادت باردهی جانبی،

از اهداف مهم در برنامه‌های اصلاحی گردو به شمار می‌رود (Ebrahimi et al., 2009). ظهور دیرتر برگ‌ها در فصل بهار حتی برای چند روز می‌تواند نقش بسزایی در کاهش احتمال خسارت ناشی از سرمای دیررس بهاره داشته باشد. ارقام گردوی دیر برگه را حتی می‌توان در مناطق کوهستانی با سرمای مداوم نیز کشت کرد (Akca & Ozongun, 2004). ارزیابی جمعیت گردوی بذری شهرستان اقلید به عنوان یکی از مراکز مهم کشت و پراکنش گردو در استان و کشور نشان داد که برگ عمده ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در این منطقه در اواخر اسفند و اوایل فروردین ظاهر می‌شوند که از نظر برنامه‌های اصلاحی گردو، این زود برگه‌ی صفت مطلوبی تلقی نمی‌گردد. با این حال در میان ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، برگ ژنوتیپ A29 با ۲۹ روز تأخیر نسبت به استاندارد مرجع (E24) در تاریخ ۱۴ فروردین ظاهر شد (جدول ۴). عادت گلدهی درختان گردو به لحاظ همپوشانی گرده‌افشانی با دوره پذیرش گل‌های ماده، از اهمیت ویژه‌ای در مدیریت باغ‌های گردو برخوردار می‌باشد. از این‌رو، بهترین ارقام گردو آن‌هایی هستند که هم‌گام باشند (Forde & McGranahan, 1996).

در این آزمایش در حدود ۲۷ درصد از ژنوتیپ‌های مورد مطالعه هم‌گام بودند. در بین ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شده، E9، E26، E28، E30 و E49 هم‌گام بودند. همچنین در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، تمام ژنوتیپ‌های دایکوگام، نر پیش‌رس (پروتاندروس) بودند که این نتیجه با یافته‌های Rezai et al., (2008) و Parsa et al., (2001) به ترتیب در ارومیه و تبریز مطابقت، و با نتایج Mansuri-Ardakan et al., (2003) مبنی بر غالب بودن عادت پیش‌ماده‌گل (پروتوجینوس) در استان یزد مغایرت داشت. احتمالاً علت این امر، تشابه آب و هوایی شهرستان اقلید با ارومیه و تبریز و اختلاف آن با یزد به عنوان یک منطقه کویری است. چرا که گلدهی و سایر صفات فنولوژیکی به میزان زیادی تحت تأثیر شرایط محیطی می‌باشند (McGranahan & Forde, 1985).

مهم‌ترین صفات در برنامه‌های اصلاحی گردو، صفات پومولوژیکی هستند. چرا که این صفات کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی و سن درخت قرار می‌گیرند

همبستگی مثبت و معنی داری با میزان باردهی درخت، وزن مغز و درصد مغز داشت (جدول ۵).

Sharma & Sharma (2001a) طی مطالعات خود بر روی همبستگی بین صفات مغز و میوه در گردوی ایرانی اظهار داشتند که وزن میوه همبستگی مثبت و معنی داری با عرض میوه، طول میوه، ضخامت میوه، عرض پد (بخشی که دو نیمه میوه را به هم متصل می کند)، ضخامت پوست سخت، وزن مغز، عرض مغز، طول مغز و ضخامت مغز دارد. در این بررسی، وزن میوه همبستگی مثبت و قوی با وزن مغز و ضخامت پوست سخت داشت که این نتایج با نتایج Sharma & Sharma (2001a) مطابقت داشت. همچنین یک همبستگی مثبت و قوی بین وزن میوه و مغز با عرض، ضخامت و طول میوه و شاخص شکل میوه در این آزمایش مشاهده گردید (جدول ۵) که این نتایج نیز با تحقیقات Arzani et al., (2008) مطابقت داشت. ضخامت پوست سخت یکی از صفات مهم در برنامه های اصلاحی گردو بشمار می رود که بر کیفیت مغز اثر گذار می باشد (Koyuncu et al., 2004)، نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که ضخامت پوست سخت همبستگی مثبت و معنی داری با ضخامت تیغه میانی ($P \leq 0.01$) و دشواری جدا شدن مغز از میوه ($P \leq 0.05$) دارد (داده ها ارائه نشده اند). بدین معنی که هر چه ضخامت پوست سخت بیشتر باشد، مغز دشوارتر از پوست سخت جدا می گردد که این نتایج با مطالعات Sharma & Sharma (2001a) مطابقت دارد. همبستگی منفی بین درصد مغز با تاریخ برداشت وجود داشت (جدول ۵)، که این نتایج با تحقیقات Amiri et al., (2010) مطابقت دارد. بر مبنای نتایج بدست آمده از این پژوهش می توان بیان کرد که بین اولین و آخرین آزاد شدن دانه گرده از گل نر و همچنین اولین و آخرین پذیرش دانه گرده توسط گل ماده در یک ژنوتیپ همبستگی مثبت و قوی وجود دارد. علاوه بر این بین زمان آزاد شدن دانه گرده از شاتون یک ژنوتیپ با زمان پذیرش دانه گرده توسط مادگی همان ژنوتیپ همبستگی مثبت و معنی داری در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۵)، که این نتایج با نتایج بدست آمده توسط Ebrahimi et al., (2009) مطابقت دارد. به طور کلی بر مبنای نتایج حاصل از بررسی همبستگی بین

صفات باغبانی در ژنوتیپ های گردوی منطقه اقلید می توان اظهار داشت که اندازه میوه اعم از طول، ضخامت و عرض میوه و همچنین ضخامت پوست سخت در تعیین وزن میوه و مغز گردو نقش اساسی دارند. به طوری که ژنوتیپ های گردو با میوه درشت تر و پوست نازک تر از وزن میوه و مغز بالاتر و در نتیجه درصد مغز و عملکرد بهتری برخوردار می باشند. همچنین در این بررسی مشخص گردید که درصد و وزن مغز و به طور کلی عملکرد، در ژنوتیپ هایی با عادت باردهی جانبی بیشتر است.

ژنوتیپ های برتر

با توجه به اینکه هر یک از صفات با توارث پذیری بالا در برنامه های اصلاحی گردو حائز اهمیت هستند (Ramos, 1997)، لذا از نظر اصلاحی، انتخاب یک ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ برتر اشتباه بوده و بایستی تلاش گردد که بر اساس هر یک از صفات مهم میوه کاری و صفات با توارث پذیری بالا، ژنوتیپ های برتر جهت برنامه های اصلاحی حفظ گردند. چرا که این ژنوتیپ ها می توانند به عنوان والد در برنامه های اصلاحی بعدی مورد استفاده قرار گیرند. مسلماً ژنوتیپ هایی که از نظر چند صفت، نسبت به سایر ژنوتیپ ها بهتر می باشند، از نظر اصلاح کنندگان گردو از اهمیت بیشتری برخوردار هستند. در این آزمایش از بین ۴۸ ژنوتیپ مورد مطالعه، ۱۱ ژنوتیپ E5، E9، E20، E22، E26، E28، E30، E34، E35، E36 و E49 به عنوان ژنوتیپ های برتر منطقه اقلید انتخاب گردیدند (جدول ۶) که در بین آن ها ژنوتیپ E9 و E49 نسبت به سایر ژنوتیپ های برتر، دیربرگده تر بودند. وزن میوه و مغز به ترتیب در بین ژنوتیپ های برتر انتخاب شده بین ۱۱-۱۹/۸ و ۹/۲-۶/۵ گرم متغیر بود که این مقادیر از گزارشات Arzani et al., (2008) برای ژنوتیپ های برتر گردو در بخش مرکزی ایران بالاتر بود، اما درصد مغز ژنوتیپ های برتر منتخب این پژوهش (۶۲/۵-۴۵/۴ درصد) از درصد مغز گزارش شده توسط Arzani et al., (2008) برای ژنوتیپ های برتر، کمتر بود. عادت باردهی جانبی در ژنوتیپ های برتر انتخاب شده در این آزمایش بیشتر از ۴۵ درصد بود و بیشترین عادت باردهی جانبی در ژنوتیپ E9 (۶۴/۵ درصد) مشاهده گردید. ژنوتیپ های برتر انتخاب شده در

جدید و احیاء باغ‌های سنتی گردو در جهت تجاری‌سازی آن‌ها استفاده گردد. همچنین پیشنهاد می‌شود مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس همراه با سازمان جهاد کشاورزی این استان، برنامه‌ریزی لازم برای تکثیر رویشی و احداث کلکسیون متشکل از ژنوتیپ‌های یادشده و ارقام مطلوب سایر مناطق کشور و نیز ارقام وارداتی را در دستور کار خود قرار دهد و نسبت به بررسی سازگاری بلندمدت و معرفی نهایی ارقام مطلوب داخلی، اهتمام لازم را داشته باشد.

این آزمایش از میزان مغز پر تا بسیار پر با رنگ روشن تا بسیار روشن برخوردار بودند که مغز به راحتی از میوه جدا می‌شد (جدول ۶).

با توجه به سهم ناچیز ایران از صادرات جهانی گردو، ژنوتیپ‌های معرفی شده در این مطالعه از نظر بسیاری از صفات مهم اصلاحی از قبیل وزن میوه، درصد مغز و ضخامت پوست از بسیاری از گزارشاتی که در کشور یا خارج از کشور برای ژنوتیپ‌های برتر گردو بیان شده است، برتر هستند، لذا لازم است که از این ژنوتیپ‌ها در برنامه‌های بعدی اصلاح گردو در راستای معرفی ارقام

جدول ۶- برخی خصوصیات فنولوژیکی و پومولوژیکی ژنوتیپ‌های برتر در شمال استان فارس

ژنوتیپ-های برتر	دایکوگامی *	تاریخ		وزن میوه (گرم)	میوه (میلی‌متر)			وزن مغز (گرم)	درصد مغز (%)	باردهی جانبی (%)	شاخص (-)		ضخامت پوست (میلی-متر)	رنگ مغز***
		برگدهی*	بردا*		عرض	طول	ضخامت				شکل	گرد بودن		
E5	PR	۱۷	۲۰	۱۴/۴۲	۴۵/۴۸	۳۷/۵	۳۴/۸۳	۷/۰۱	۴۸/۶۴	۶۰	۱۲۵/۸	۰/۸۰	۱/۰۴	۴
E9	H	۱۸	۲۱	۱۳/۳۷	۴۰/۸۱	۳۴/۸۸	۳۵/۶۶	۷/۶۰	۵۶/۸۳	۶۴/۵	۱۱۵/۷	۰/۸۶	۱/۰۷	۲
E20	PR	۱۴	۲۴	۱۹/۸۰	۴۱/۵۲	۲۶/۶۲	۳۸/۶۷	۹/۲۲	۴۶/۵۷	۴۰	۱۱۰/۳	۰/۹۱	۲/۰۳	۴
E22	PR	۹	۱۲	۱۱/۰۶	۳۸/۶۱	۳۱/۶۶	۳۵/۰۴	۶/۵۰	۵۸/۷۶	۴۰	۸۵/۷۹	۱/۱۷	۱/۲۴	۲
E26	H	۱۳	۲۲	۱۵/۰۳	۳۸/۵۲	۳۴/۳۵	۳۷/۲۱	۸/۲۵	۵۴/۸۶	۴۵	۱۰۷/۷	۰/۹۳	۱/۴۸	۴
E28	H	۱۶	۲۴	۱۲/۰۳	۳۸/۴۵	۳۴/۱۸	۳۴/۵۰	۷/۵۳	۶۲/۵۶	۵۰	۱۱۲	۰/۸۹	۱/۴۵	۳
E30	H	۱۰	۱۰	۱۴/۱۰	۴۷/۰۴	۳۵/۵۵	۳۳/۷۵	۷/۷۱	۵۴/۶۶	۴۵	۱۳۵/۸	۰/۷۴	۱/۲۹	۲
E34	PR	۱۱	۲۳	۱۳/۳۶	۴۱/۷۱	۳۴/۰۴	۳۴/۰۵	۷/۸۲	۵۸/۵۵	۶۳/۳	۱۲۲/۵	۰/۸۲	۱/۳۳	۴
E35	PR	۱۵	۱۸	۱۶/۲۸	۴۲/۸۰	۳۷/۳۷	۳۵/۱۰	۸/۵۱	۵۲/۳۰	۳۲/۳	۱۱۸/۱	۰/۸۵	۱/۹۶	۳
E36	PR	۱۱	۲۰	۱۲/۶۵	۳۹/۷۳	۳۳/۶۱	۳۲/۴۶	۷/۴۴	۵۸/۷۸	۵۰	۱۲۰/۳	۰/۸۳	۱/۰۳	۳
E49	H	۱۸	۱۷	۱۸/۷۰	۴۴/۶۰	۴۰/۷۱	۴۰/۱۹	۸/۴۹	۴۵/۴۰	۴۵	۱۳	۰/۹۱	۰/۸۸	۱

۱۱۱۰

* PR, H به ترتیب بیانگر ژنوتیپ‌های هموگام و پروتاندروس است.

** تعداد روز بعد از استاندارد مرجع (برای صفات تاریخ گلدهی و برگدهی، استاندارد مرجع ۱۳۸۸/۱۲/۱۴ در نظر گرفته شد)

*** تعداد روز بعد از استاندارد مرجع (برای صفت تاریخ برداشت، استاندارد مرجع ۱۳۸۹/۰۵/۲۹ در نظر گرفته شد)

**** بسیار روشن (۱)، روشن (۳)، متوسط (۵)، تیره (۷)، بسیار تیره (۹)

REFERENCES

1. Akca, Y. & Ozongun, S. (2004). Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 32 (4), 337-342.
2. Amiri, R., Vahdati, K., Mohsenipoor, S., Mozaffari, M. R. & Leslie, C. A. (2010). Correlations between Some Horticultural Traits in Walnut. *HortScience*, 45 (11), 1690-1694.
3. Anonymous. (2008). Survey results example of horticultural crops. Ministry of Agriculture, Iran. (In Farsi).
4. Anonymous. (2011). Survey results example for agricultural crops. Agriculture organization of Fars province, Iran. (In Farsi).
5. Arzani, K. (2003). Approach on importance, protect, maintenance, breeding and management of Iranian traditional orchards. *The first conference of the Iranian traditional orchards*, 1-5. (In Farsi).
6. Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A. & Roozban, M. R. (2008). Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36, 159-168.
7. Asadian, G. & Pieber, K. (2005). Morphological variation in walnut varieties of the Mediterranean regions. *International journal of Agriculture and Biology*, 1, 71-73.
8. 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.

9. Atefi J. (1993). Evaluation of Walnut Genotypes in Iran. *Acta Horticulturae*, 311, 24-33.
10. Atefi, J. (1997). Study on phenological and pomological characters on walnut promising clones in Iran. *Acta Horticulturae*, 442, 101-108.
11. Beede, R. H. (1985). Origin of walnut. In: E. Ramos (ed.), *Walnut Production Manual*. University of California. Publication 3373, 3-7.
12. Ebrahimi, A., Fattahi Moghadam, M., Zamani, Z. & 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 Farsi).
13. FAO. (2011). FAO statistical yearbook. Agricultural production. *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (<http://faostat.fao.org/site/291/default.aspx>).
14. Forde, H. I. & McGranahan, G. H. (1996). Walnuts. In: *Fruit Breeding*, Volume III: Nuts, Janick, J. & J.N, Moore (eds). Purdue University Press, 241-273.
15. Haghjooyan, R., Ghareyazi, B., Sanei Shariat-Panahi, M. & 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 Farsi).
16. Hansche, P. E., Beres, V. & Forde, H. I. (1972). Estimates of quantitative genetic properties of walnut and their implications for cultivar improvement. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 97, 279-285.
17. Hassani, D., Atefi, J., Haghjooyan, R., Dastjerdi, R., Keshavarzi, M., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Rahmanian, A. R., Nematzadeh, F. & Malmir, A. (2012a). 'Jamal' a new walnut cultivar for moderate-cold areas of Iran. *Seed and Plant Improvement Journal*: 525-528.
18. Hassani, D., Atefi, J., Haghjooyan, R., Dastjerdi, R., Keshavarzi, M., Mozaffari, M. R., Soleimani, A., Rahmanian, A. R., Nematzadeh, F. & Malmir, A. (2012b). 'Damavand', a new Persian walnut cultivar as a pollinizer for Iranian walnut cultivars and genotypes. *Seed and Plant Improvement Journal*: 529-531
19. IPGRI. (1994). *Descriptors for walnut (Juglans spp.)*. Rome, Italy, International Plant Genetic Resources Institute, 51 pp.
20. Janick, J. & Paul, R. E. 2008. *The encyclopedia of fruit and nuts*. CABI Press, 800 pp.
21. Karimi, R., Ershadi, A., Vahdati, K. & Woeste, K. (2010). Molecular characterization of Persian Walnut populations in Iran with Microsatellite Markers. *HortScience*, 45 (9), 1403-1406.
22. Koyuncu. M. A., Ekinci, K. & Savaran, E. (2004). Cracking characteristics of walnut. *Biosystems Engineering*, 87, 305-311.
23. Mansuri-Ardakan, H., Arzani, K. & Vezvaei, A. (2003). Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in some regions of Yazd. *The First Conference of Walnut*; Hamedan, Iran, 14. (In Farsi).
24. McGranahan, G. H. & Forde, H. I. (1985). Relationship between clone age and selection trait expression in mature walnuts. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 110, 692-696.
25. Nenjuhin, V. N. (1971). Selection of plus trees of the walnut in Ukraine. *Plant Breeding Abstract*, 41 (1), 187.
26. Parsa, J., Gregorian, V., Talaei, A. & Khalighi, A. (2001). Comparative studies on the morphobiological characteristics of a Persian walnut (*Juglans regia* l.) population for selecting the superior genotypes. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 4(2), 95-108. (In Farsi).
27. Ramos, D. E. (1997). Walnut industry in the world: Prospects for research & production. *Acta Horticulturae*, 442, 419-423.
28. Rezaei, R., Hassani, G. H., Hassani, D. & Vahdati, K. (2008). Morphobiological characteristics of some newly selected walnut genotypes from seedling collection of Kahriz – Orumia. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 9 (3), 205-214. (In Farsi).
29. Sharma, S. D. & Sharma, O. C. (1998). Studies on the variability in nuts of seedlings walnut (*Juglans regia* L.) in relation to the tree age. *Fruit Varieties Journal*, 52 (1), 20-23.
30. Sharma, S. D. & Sharma, O. C. (2001a). Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. *Scientia Horticulturae*, 88, 163-171.
31. Sharma, S. H. & Sharma, O. C. (2001b). Studies on variation in nut and kernel characters and selection of superior walnut seedlings (*Juglans regia* l.) from Garsa and Jogindernagar areas of Himachal Pradesh. *Acta Horticulturae*, 544, 47-50.
32. Simsek, M., Yilmaz, K. U. & Demirkiran, A. R. (2010). Selection and determination of some significant properties of superior walnut genotypes. *Scientific Research and Essays*, 5(19), 2987-2996.
33. Solar, A., Hudina, M. & Stampar, F. (2001). Relationship between tree architecture, phenological data and generative development in walnut (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae*, 544, 275-286.

34. Soleimani, A., Rabie, V., Hassani, D. & Amiri, M. A. (2009). Effects of rootstock and cultivar on propagation of Persian walnut (*Juglans regia* L.) using hypocotyle grafting. *Seed and Plants Production Journal*, 25(2), 93-101. (In Farsi)
35. Szentiványi, P. & Szücs, E. (2001). Inheritance of blooming time of walnut, with regard to the property of reproductional autoregulation of species. *Acta Horticulturae*, 544, 83-88.
36. UPOV. (1999). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability in Walnut (*Juglans regia* L.). *Union International Pour La Protection Des Obtentions Végétales*, 31 pp.
37. Vanhanen, L. P. & 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.
38. Westwood, M. N. (1993). Temperate-zone Pomology: Physiology and Culture (Third Edition). *Timber Press, Portland, Oregon, USA*.
39. Yarılgac, T., Koyuncu, F., Koyuncu, M. A., Kazankaya, A. & Sen, S. M. (2001). Some promising walnut selections (*Juglans regia* L.). *Acta Horticulturae*, 544, 93-100.
40. Zeneli, G., Kola, H. & Dida, M. (2005). Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. *Scientia Horticulturae*, 105, 91-100.