مقاله پژوهشی

ارزیابی پتانسیل ژنتیکی ژرم‌پلاسم گردو در منطقه ارومیه برای گزینش ژنوتیپ‌های برتر

کیهان طرحی[۱]، علیرضا فرخزاد[۲]*، راحله قاسم‌زاده[۳] و مهدی محسنی‌آذر[۴]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۰/۴- تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۴)

چکیده

شناسایی و ارزیابی ژنوتیپ‌های برتر و بومی درختان میوه از اهمیت بسیار بالایی در حفظ ژرم‌پلاسم و برنامه‌های اصلاحی برخوردار است. بسیاری از ارقام میوه حاصل انتخاب از بین ژنوتیپ‌های محلی است. به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ های گردو در سطح شهرستان ارومیه، ۴۲ ژنوتیپ پر محصول از مناطق مختلف شهرستان انتخاب گردید و همراه با رقم چندلر از لحاظ خصوصیات مهم فنولوژیکی و مورفولوژیکی میوه مورد ارزیابی قرار گرفتند. صفاتی مانند وزن، طول، عرض میوه، ضخامت پوست، رنگ مغز، راحتی جدا شدن مغز، زمان باز شدن برگ‌ها، زمان باز شدن و اتمام گل‌های نر و ماده بر اساس توصیف‌نامه گردو اندازه‌گیری شد. بر اساس نتایج به دست آمده مشخص شد که تنوع بالایی در خصوصیات مورد ارزیابی بین ژنوتیپ‌ها وجود داشت. طول خشک میوه بین ۲۷/۰۶ تا ۴۷/۲۰ میلی‌متر، عرض میوه بین ۲۴/۶۰ تا ۳۸/۸۰ میلی متر، وزن خشک میوه بین ۵/۶۳ تا ۱۳/۸۳ گرم و وزن خشک مغز بین ۲/۷۶ تا ۷/۱۳ گرم متغیر بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۱، ۲۹، ۳۰، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۱ و ۴۲ بیشترین وزن و نسبت مغز به میوه را داشتند. همچنین ژنوتیپ‌های ۳۰ و ۹ کمترین ضخامت پوست چوبی را به ترتیب با ۰/۷۶ و ۰/۸۰ میلی‌متر داشتند. بر اساس نتایج همبستگی دوگانه صفات، روابط مثبت و منفی معنی‌داری بین صفات مورد ارزیابی مشاهده شد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس کلیه صفات مورد ارزیابی به روش وارد توانست ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در ۳ گروه عمده قرار دهد. بر اساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر تنوع خوبی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه مشاهده شد که نشان‌دهنده پتانسیل بالای ژرم‌پلاسم گردو در منطقه ارومیه جهت انتخاب ژنوتیپ‌های برتر و سازگار با شرایط اکولوژیکی منطقه می‌باشد.

کلمات کلیدی: ارومیه، تنوع ژنتیکی، ژرم‌پلاسم،گردو، وزن مغز

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۲- دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۳- استادیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
۴- کارشناس گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه
* پست الکترونیک: a.farokhzad@urmia.ac.ir

مقدمه

گردو با نام علمی *Juglans regia* L. از خانواده Juglandaceae است. مشهورترین گونه آنها گردوی ایرانی (*Juglans Regia* L.) است که احتمالا از مناطق ایران و افغانستان منشأ گرفته و سپس به سایرنقاط گسترش یافته است (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۷). گردو گیاه ناخالصی است و بدلیل اینکه در گذشته بیشتر از طریق بذر تکثیر شده است، تنوع ژنتیکی بسیار زیادی دارد. بشر همیشه از این تنوع استفاده کرده و بذرهای درختان برتر را انتخاب و برای کشت و برنامه‌های اصلاحی استفاده کرده است. استفاده از روش گزینش در سال‌های اخیر نیز با بررسی هزاران پایه بذری در قسمت‌های مختلف دنیا ادامه دارد. شناسایی، حفاظت و استفاده از منابع ژنتیکی به عنوان یکی از ارزشمندترین ثروت های ملی هر کشور از اهمیت خاصی برخوردار است. ایران به عنوان یکی از منابع غنی از ذخایر ژنتیکی گردو در جهان به حساب می‌آید. بررسی تنوع ژنتیکی موجود در ایران جهت شناسایی و معرفی ژنوتیپ‌های برتر، اولین گام در هر برنامه مرتبط با حفاظت و توسعه پایدار کشت گونه‌های گیاهی است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۸ و رضایی و همکاران، ۱۳۸۷).

بر اساس مطالعات پیشین مشخص شده است که در بررسی تنوع ژرم‌پلاسم گردو دو متغیر وزن خشک میوه و مغز از اهمیت بسیار بالایی برخوردار می‌باشند (خدیوی-خواب[1] و همکاران، ۲۰۱۵). در این راستا تحقیقات وسیعی در زمینه انتخاب ژنوتیپ‌های مرغوب گردو از بین توده‌های بذری در اروپا و آمریکا انجام شده و ارقامی نیز انتخاب و معرفی شده‌اند. در یک تحقیق روی ارقام و ژنوتیپ‌های برتر گردو در ترکیه درصد مغز بین ۲۸/۱۵ تا ۶۱/۴۱ درصد متغیر بوده است (بایزیت[2] و همکاران، ۲۰۱۲). در کار دیگری در ایتالیا گردوهای جمع آوری شده از گونه‌های وحشی گردو ایرانی (*Juglans regia*) در منطقه Friuli Giulia شمال شرق کوه‌های آلپ مورد ارزیابی قرار گرفت. با تجزیه و تحلیل انجام شده چند ژنوتیپ خوب بر حسب وزن میوه، وزن مغز، ضخامت پوست، رنگ مغز و ظاهر میوه انتخاب شد (پوقیتی[3] و همکاران، ۲۰۱۷). همچنین در بررسی که در منطقه Dibra، واقع در شمال شرقی آلبانی، برای تعیین تنوع در ژرم‌پلاسم گردو و شناسایی ژنوتیپ‌هایی امیدبخش انجام گرفت، تنوع ژنتیکی قابل توجهی در خصوصیات پومولوژیکی و فنولوژیکی در درختان بومی که بذری بودند، مشاهده شد. وزن مغز بین ۸/۸۵ و ۹/۹ گرم و نسبت وزن مغز به وزن میوه بین ۶۳/۸ و ۳۲/۶ درصد و درصد چربی بین ۴۲/۰ تا ۷۱/۵ درصد متغیر بود (زنلی[4] و همکاران، ۲۰۰۵). در یک مطالعه دیگر برخی ژنوتیپ‌های گردو تحت شرایط دشت، بین سال‌های ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ در شهرستان باتال غازی در استان مالاتیا ترکیه مورد ارزیابی قرار گرفتند. رنگ، طول، عرض میوه، وزن میوه و مغز، نسبت مغز به میوه، ضخامت پوست سخت به عنوان پارامترهای فیزیکی اندازه‌گیری شدند. بر اساس نتایج، طول میوه بین ۳۷/۵۵ تا۵۲/۳۰ میلی‌متر و عرض میوه بین ۳۲/۶۱ میلی‌متر تا ۴۲/۱۰ میلی‌متر متغیر بود. وزن گردو بین ۱۷/۸۴ تا ۲۱/۲۲ گرم و نسبت مغز به میوه بین ۴۳/۸۳ و ۵۸/۱۳ درصد متغیر بود. در این مطالعه دو رقم و دو ژنوتیپ محلی از نظر عملکرد در شرایط دشت نسبت به بقیه برتر بودند (کاردیق[5] و همکاران، ۲۰۱۹).

در ایران به منظور بررسی تنوع ژنتیکی و شناسایی ژنوتیپ‌های دارای صفات برتر، ژنوتیپ‌های مختلف گردو در شهرستان نی‌ریز طی تحقیقی ارزیابی شدند. صفاتی از قبیل رنگ مغز، شکل میوه، روزنه انتهایی میوه، بافت پوست و گوشتی بودن مغز کد بندی و صفات مانند وزن مغز و ضخامت پوست سخت نیز اندازه‌گیری شد و در نهایت ۷ ژنوتیپ که به طور متوسط ۸۵٪ از خصوصیات مربوط به یک ژنوتیپ امیدبخش (دیربرگ‌دهی، باردهی جانبی و کیفیت مطلوب دانه گردو) را دارا بودند، مشخص گردیدند (فتاحی‌مقدم و همکاران، ۱۳۸۷).

از آنجایی که در گردو ژنوتیپ‌های دارای باردهی جانبی، پرمحصول بوده و از نظر اقتصادی حائز اهمیت هستند، در طی انتخاب بطور ناخواسته ژنوتیپ‌های دارای ژن‌های دخیل در باردهی جانبی توسط کشاورزان انتخاب و تجمع می‌یابند. لذا ارزیابی مقدماتی این ژنوتیپ‌ها برای شناسایی ژنوتیپ‌های امیدبخش لازم و ضروری می‌باشد. منطقه ارومیه از دیر باز برای کشت و پرورش گردو حائز اهمیت

1. Khadivi-Khub
2. Bayazit
3. Poggetti
4. Zeneli
5. Karlidağ

بوده و باغات بذری زیادی در نقاط مختلف ارومیه وجود دارد. بدلیل قدمت طولانی میوه‌کاری در منطقه آذربایجان غربی و بخصوص شهرستان ارومیه، در طی سال‌های متمادی بتدریج ژنوتیپ‌های پرمحصول توسط کشاورزان انتخاب و کشت شده‌اند لذا احتمال یافتن ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات میوه‌کاری برتر، در این منطقه بیشتر است. هدف از انجام این تحقیق بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردو در سطح شهرستان ارومیه و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر واجد خصوصیات مناسب برای تکثیر، مانند باردهی جانبی، درصد بالای مغز، رنگ روشن مغز دیر برگدهی، گلدهی همزمان گل‌های نر و ماده بود. در پژوهش حاضر وجود این تنوع ژنتیکی در خصوصیات فنولوژیکی و مورفولوژیکی میوه و مغز ژنوتیپ‌های مختلف گردوی شهرستان ارومیه مورد بررسی قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سال ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸در باغ‌های گردو در شهرستان ارومیه استان آذربایجان‌غربی انجام شد. شهرستان ارومیه با ۱۳۵۰ متر ارتفاع در غرب دریاچه ارومیه با جلگه‌ای به طول ۷۰ و عرض حدود۳۰ کیلومتر قرار گرفته است. در این پژوهش در فصل تابستان و با غربال‌گری بیش از ۱۰۰۰ درخت در سطح باغات منطقه از نقاط مختلف شهرستان ارومیه در نهایت ۴۳ ژنوتیپ با باردهی جانبی انتخاب شد. درختان انتخابی در سن باردهی اقتصادی بودند و طول عمر آنها بین ۲۰ تا ۳۰ سال بود. بجز حذف شاخه‌های خشکیده سالیانه، هرس خاصی روی آنها اعمال نشده بود. همه درختان انتخاب شده حاصل ازدیاد جنسی بودند و همراه با دیگر درختان مناطق معتدله به صورت مخلوط، مراقبت می‌شدند. به هر ژنوتیپ یک کد بر روی تنه با استفاده از اسپری رنگی داده شد. برای نشان دادن ژنوتیپ‌ها از علامت اختصاری G استفاده شد و از G1 تا G43 نامگذاری شدند. این ژنوتیپ‌ها غیر از رقم چندلر (شماره ۴۳) نام محلی خاصی نداشتند. کروکی محل و نام صاحب درخت و باغ و موقعیت مکانی و ارتفاع از سطح دریای محل نیز ثبت شد. ۴۲ ژنوتیپ همراه با رقم چندلر از ۲۸ نقطه مختلف منطقه ارومیه شناسایی و مورد ارزیابی و مطالعه قرار گرفت (شکل ۱).

در زمان رسیدن میوه در شهریور ماه از هر درخت ۲۰ تا ۳۰ عدد میوه به طور تصادفی برداشت شد و صفات مورد ارزیابی روی این تعداد میوه بررسی شد و میانگین بدست آمده از این میوه‌ها برای گزارش مقادیر صفات مربوط به هر ژنوتیپ بر اساس توصیف‌نامه بین‌المللی گردو (Walnut discriptor) IPGRI[1] (۱۹۹۴) استفاده شد.

ارزیابی صفات کیفی

برخی صفات کیفی نظیر شکل میوه، بافت پوست سخت، طعم مغز، سختی پوست، رنگ پوست سخت، تضاریس پوست سخت، سهولت جدا شدن دولپه مغز از هم، رنگ مغز، میزان پربودن مغز، میزان گوشتی بودن مغز و ضخامت تیغه میانی به صورت کیفی و بر اساس توصیف نامه گردو ارزیابی شدند. شکل میوه در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به روش کد دهی از ۱ تا ۹ برای شکل تخم‌مرغی، مثلثی، گرد، تخم‌مرغی پهن، بیضوی، قلبی، بیضوی پهن، ذوزنقه‌ای کشیده و کوتاه مشاهده و ثبت شد. نحوه ارزیابی سایر صفات در جدول ۱ نشان داده شده است.

ارزیابی صفات کمی

وزن دانه و مغز توسط ترازوی دیجیتالی با سه رقم اعشار بر حسب گرم اندازه‌گیری شدند و از داده‌های آنها برای محاسبه درصد مغز استفاده گردید. طول میوه، قطر میوه، ضخامت پوست سخت توسط کولیس دیجیتالی Milomex مدل NO:Z 22855 با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند.

زمان برگ‌دهی و گلدهی

صفات فنولوژیکی در ژنوتیپ‌های گزینش شده در سال ۱۳۹۸ مورد ارزیابی قرار گرفت. زمان برگ‌دهی زمانی بود که بیش از ۵۰ درصد جوانه‌های انتهایی رشد کرده و فلس‌ها باز شدند، بطوری که برگ‌های سبز داخل آنها دیده شد، این زمان به عنوان تاریخ برگدهی ثبت گردید. در درختان گردو گل‌های نر که در مجموعه‌هایی به نام شاتون قرار دارند بسته به ژنوتیپ قبل یا بعد از گل‌های ماده ظاهر می‌شوند. گاهی ظاهر شدن گل نر به همراه برگ بوده و گاهی نیز بعد از آن است. در پژوهش حاضر زمان آزادسازی اولین دانه گرده و زمان باز شدن اولین شاتون به عنوان زمان شکفتن اولین گل نر ثبت شد و در گل‌های ماده هم مثل گل‌های نر که طی یک دوره زمانی

1. International Plant Genetic Resources Institute

جدول ۱- نحوه اندازه‌گیری صفات کیفی ثبت شده در ژنوتیپ‌های گردو مورد مطالعه

صفات	کد				
	۱	۳	۵	۷	۹
بافت پوست سخت	خیلی صاف	صاف	متوسط	ناصاف	خیلی ناصاف
سختی پوست	کاغذی	ضعیف	متوسط	زیاد	
رنگ پوست سخت	خیلی روشن	روشن	متوسط	تیره	خیلی تیره
تضاریس پوست سخت	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	
جدا شدن دولپه مغز	خیلی آسان	آسان	متوسط	مشکل	خیلی مشکل
رنگ مغز	زیادی روشن	روشن	کهربایی روشن	کهربایی	
پر پودن مغز		ضعیف	متوسط	خوب	
گوشتی بودن مغز		نازک	متوسط	گوشتی	
ضخامت تیغه میانی	خیلی نازک	نازک	متوسط	ضخیم	خیلی ضخیم

شکل ۱- پراکندگی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از سطح شهرستان ارومیه

جدول۲- طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع محل جمع آوری ژنوتیپها

ژنوتیپ	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریای آزاد
G1	۴۴°۵۹'۰"E	۳۷°۳۹'۳۵"N	۱۴۵۰
G2	۴۴°۵۸'۵۸"E	۳۷°۳۹'۳۶"N	۱۳۸۰
G3	۴۴°۵۹'۴"E	۳۷°۳۹'۴"N	۱۴۰۰
G4	۴۴°۵۹'۵"E	۳۷°۳۹'۴۴"N	۱۴۵۰
G5	۴۴°۵۹'۵"E	۳۷°۳۹'۴۴"N	۱۴۵۰
G6	۴۵°۱۹'۲"E	۳۷°۳۶'۲۵"N	۱۳۴۰
G7	۴۵°۱۹'۲"E	۳۷°۳۶'۲۶"N	۱۳۴۰
G8	۴۵°۱۹'۲۱"E	۳۷°۳۶'۲۷"N	۱۳۴۰
G9	۴۵°۱۹'۴۶"E	۳۷°۳۶'۵۵"N	۱۳۴۰
G10	۴۵°۱۶'۳۳"E	۳۷°۳۶'۴۵"N	۱۳۴۰
G11	۴۵°۱۶'۳۳"E	۳۷°۳۶'۴۵"N	۱۳۴۰
G12	۴۵°۲۱'۴"E	۳۸°۵'۱۷"N	۱۳۲۶
G13	۴۵°۲۱'۴"E	۳۸°۵'۱۷"N	۱۳۲۶
G14	۴۵°۱۳'۴۲"E	۳۷°۲۷'۱۲"N	۱۲۸۰
G15	۴۵°۱۳'۴۲"E	۳۷°۲۷'۲۶"N	۱۳۰۰
G16	۴۵°۱۳'۴۶"E	۳۷°۲۷'۱۲"N	۱۳۱۰
G17	۴۵°۲۹'۶"E	۳۷°۳۳'۴۸"N	۱۵۰۰
G18	۴۵°۲۱'۴"E	۳۸°۵'۱۷"N	۱۳۲۶
G19	۴۵°۲۹'۶"E	۳۷°۳۳'۴۸"N	۱۴۹۵
G20	۴۵°۲۹'۶"E	۳۷°۳۳'۴۸"N	۱۵۰۲
G21	۴۵°۲۹'۶"E	۳۷°۳۳'۴۸"N	۱۴۹۰
G22	۴۵°۴۱'۱"E	۳۷°۲۱'۱۷"N	۱۴۶۰
G23	۴۵°۳۲'۵۵"E	۳۷°۲۱'۱۷"N	۱۴۶۱
G24	۴۵°۳۲'۵۵"E	۳۷°۲۱'۱۷"N	۱۴۶۰
G25	۴۵°۳۲'۵۵"E	۳۷°۲۱'۱۷"N	۱۴۶۳
G26	۴۵°۴۱'۱۰"E	۳۷°۲۱'۱۷"N	۱۴۶۰
G27	۴۵°۳۰'۴۵"E	۳۷°۲۱'۹"N	۱۴۷۰
G28	۴۵°۳۰'۴۵"E	۳۷°۲۱'۹"N	۱۴۷۰
G29	۴۵°۳۵'۲۰"E	۳۷°۲۳'۲۳"N	۱۴۶۹
G30	۴۵°۳۷'۵۷"E	۳۸°۲۷'۲۹"N	۱۳۸۵
G31	۴۵°۱۳'۴۹"E	۳۷°۲۷'۱۹"N	۱۳۰۰
G32	۴۴°۵۹'۰"E	۳۷°۲۳'۳۳"N	۱۴۵۹
G33	۴۵°۲۶'۳۳"E	۳۷°۳۷'۴۹"N	۱۲۸۳

چند روزه ظاهر می شوند، تاریخی که اولین گل ماده آماده پذیرش دانه گرده شد، بر اساس روز/ماه/سال ثبت گردید. گل ماده آماده پذیرش دانه گرده، گلی است که کلاله آن در این زمان به رنگ روشن بوده و زاویه دو لب آن ۴۵ درجه می‌باشد.

تجزیه داده‌ها

در پژوهش حاضر طول مدت همزمانی باز شدن گل‌های نر و ماده نیز مورد ارزیابی قرار گرفت. شاخص‌های توصیفی داده‌ها، آنالیز همبستگی و تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. برای محاسبه ضریب تغییرات و رسم نمودارها از نرم‌افزار Excel استفاده شد.

نتایج و بحث

شاخص‌های توصیفی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که تنوع بالایی در میزان وزن مغز و دانه و سایر صفات مورد ارزیابی در بین ژنوتیپ‌های مختلف گردو وجود داشت. دامنه تغییرات وزن دانه از ۵/۶۳ تا ۱۳/۸۳ گرم متغیر بود که بیشترین وزن خشک میوه متعلق به ژنوتیپ ۱۶ و کمترین مقدار مربوط به ژنوتیپ ۲۷ بود. دامنه تغییرات وزن مغز از ۲/۷۶ تا

جدول۲ (ادامه)- طول، عرض جغرافیایی و ارتفاع محل جمع‌آوری ژنوتیپ‌ها

ژنوتیپ	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	ارتفاع از سطح دریای آزاد
G34	۴۵°۵۸'۳۲"E	۳۷°۳۷'۱۴"N	۱۳۰۹
G35	۴۵°۲۳'۳۰"E	۳۷°۳۷'۴۹"N	۱۳۰۶
G36	۴۵°۴۴'۵"E	۳۷°۳۷'۴۹"N	۱۳۰۶
G37	۴۴°۵۸'۲۴"E	۳۷°۳۷'۴۹"N	۱۳۵۰
G38	۴۴°۵۸'۴۰"E	۳۷°۳۹'۲۷"N	۱۳۵۰
G39	۴۴°۵۸'۴۰"E	۳۷°۳۹'۱۴"N	۱۳۵۰
G40	۴۵°۳۳'۳۷"E	۳۷°۴۲'۵۶"N	۱۳۳۰
G41	۴۵°۲۱'۱"E	۳۷°۵۴'۵"N	۱۳۳۵
G42	۴۵°۲۵'۲۰"E	۳۷°۴۹'۶"N	۱۳۰۰
G43	۴۵°۳'۵۰"E	۳۸°۴'۱۴"N	۱۳۷۰

۷/۱۳ گرم متغیر بود که ژنوتیپ شماره ۳۰ بیشترین و ژنوتیپ شماره ۳۴ کمترین وزن مغز را داشتند. همچنین درصد مغز در ژنوتیپ شماره ۲۷ با ۶۱/۸۷ درصد و در ژنوتیپ ۲۵ با ۲۸/۴۶ درصد به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار بود (جدول ۲ و ۳). وزن مغز و وزن دانه از جمله صفات مهم اصلاحی در گردو هستند که در بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف باید مورد توجه قرار گیرد (خدیوی‌خواب و همکاران، ۲۰۱۵). در برنامه‌های اصلاحی گردو ژنوتیپ‌هایی که درصد مغز آن بیشتر از ۵۰ درصد باشد، بسیار مطلوب هستند (جرمین[1]، ۱۹۹۷). در تحقیق حاضر ژنوتیپ‌های G27 و G30 به ترتیب با ۶۱/۸۷ و ۶۰/۵ درصد بیشترین نسبت مغز به دانه و ژنوتیپ‌های G25 و G19 به ترتیب با ۲۸/۴۶ و ۳۴/۸۶ درصد کمترین نسبت مغز به دانه را داشتند.

در تحقیقی که توسط کاردق و آکا[2] در سال ۲۰۱۱ انجام گرفت، وزن دانه بین ۷/۴۶ تا ۱۵/۲۱ گرم و وزن مغز از ۳/۷۳ تا ۷/۴۴ گرم و درصد مغز از ۴۶/۱۵ تا ۶۱/۱۶ درصد اعلام شد. همچنین پژوهشی که توسط رضایی[3] و همکاران در سال ۲۰۱۸ روی ۵۰ ژنوتیپ گردو صورت گرفت، وزن مغز بین ۲/۴۶ تا ۱۵/۱۱ گرم و وزن دانه بین ۵/۳۰ تا ۳۱/۳۱ گرم و درصد مغز بین ۳۷/۲۷ تا ۶۶/۲۷ درصد به دست آمد. در بررسی دیگری در شهرستان آزادشهر استان گلستان بر روی ۱۰۲ ژنوتیپ که ژنوتیپ‌ها تنوع بالایی از لحاظ خصوصیات میوه نشان دادند، بیشترین میانگین وزن میوه ۱۹/۷۹ گرم و بیشترین وزن مغز ۹/۴ گرم گزارش شد (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).

در پژوهش حاضر رقم چندلر که جزو ارقام تجاری گردو در دنیا هست با میانگین نسبت مغز به دانه ۳۵/۳ درصد، پایین‌تر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها (۴۷/۶ درصد) بود. با توجه به اینکه احتمال تأثیر نوع مدیریت باغ روی وزن مغز وجود داشت، لذا برای اطمینان و تأئید دوباره نتایج وزن مغز رقم چندلر، از دو باغ دیگر نمونه برداری و نتایج با ۴۰/۱ و ۴۵/۳ درصد، پایین بودن نسبت مغز به دانه رقم چندلر در مقایسه با ژنوتیپ‌های داخلی مشخص شد. در گردو معمولا ژنوتیپ‌های با باردهی انتهایی[4] دارای وزن دانه و مغز بالایی نسبت به ژنوتیپ‌های با باردهی جانبی هستند و اندازه ژنوتیپ‌های جانبی معمولا در حد متوسط است و از آنجایی که در این تحقیق انتخاب اولیه ژنوتیپ‌ها بر اساس نوع باردهی بود. لذا ابتدا ژنوتیپ‌های با باردهی جانبی[5] انتخاب شدند و سپس تنوع ژنتیکی در بین آنها بررسی شد و از بین آنها ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شدند، لذا ژنوتیپ‌های با بذر درشت و وزن بالا کمتر بود و اکثر ژنوتیپ‌ها اندازه و وزن دانه و مغز متوسطی داشتند.

دامنه تغییرات عرض دانه بین ۲۴/۶۰ تا ۳۸/۸۰ میلی‌متر متغیر بود که بیشترین عرض دانه مربوط به ژنوتیپ ۳۰ و کمترین عرض مربوط به ژنوتیپ ۳۴ بود. همچنین دامنه تغییرات طول دانه بین ۲۷/۰۶ تا ۴۷/۲۰ میلی‌متر متفاوت بود که بیشترین و کمترین طول دانه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ‌های ۶ و ۲۷ بود. همچنین دامنه تغییرات ضخامت پوست دانه بین ۰/۷۶ تا ۱/۹ میلی‌متر متغیر بود که

1. Germain
2. Karadag and Akca
3. Rezaei
4. Terminal
5. Lateral

کمترین مقدار در ژنوتیپ ۳۰ و بیشترین مقدار در ژنوتیپ ۳۶ مشاهده شد (جدول ۲ و ۳). از مجموع ۴۳ ژنوتیپ ۵ ژنوتیپ دارای ضخامت پوست کمتر از ۱ میلی‌متر بودند و ۲۳ ژنوتیپ هم دارای ضخامت بین ۱ تا ۱/۵ میلی‌متر بودند که نشان‌دهنده این است که اغلب ژنوتیپ‌ها (حدود ۶۵ درصد ژنوتیپ‌ها) دارای پوست کاغذی یا نیمه کاغذی بودند و تنها ۳۵ درصد (۱۶ ژنوتیپ) دارای ضخامت بالای ۱/۵ یا پوست ضخیم بودند. همچنین حدود ۴۲ درصد از ژنوتیپ‌ها درصد وزن مغز بالای ۵۰ درصد داشتند که این موضوع امکان انتخاب از بین ژنوتیپ‌های موجود را راحت تر می‌کند. (شکل۲).

در پژوهشی که توسط موسیوند[1] و همکاران (۲۰۱۳) انجام گرفت، بیشترین و کمترین عرض میوه را در گردوی ایرانی، ۳۰/۲ و ۱۴/۸ میلی‌متر گزارش کردند. خدیوی خوب و همکاران (۲۰۱۵) طول دانه را ۲۵ تا ۴۷ میلی‌متر و عرض آن را بین ۲۴ تا ۴۸ میلی‌متر گزارش کردند. گزارش‌های متفاوتی برای دامنه تغییرات ضخامت پوست سخت در ژنوتیپ‌های مختلف گزارش شده است. در یک بررسی ضخامت پوست چوبی بین ۰/۷ تا ۱/۵ میلی‌متر گزارش شده است (آسما[2]، ۲۰۱۲). همچنین در تحقیق دیگری روی ژنوتیپ‌های گردو، ضخامت پوست چوبی در ژنوتیپ‌های مختلف بین ۰/۴ تا ۱/۴ میلی‌متر گزارش شده است (ارزانی[3] و همکاران، ۲۰۰۸) که نشان‌دهنده تنوع بالاتر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه شهرستان ارومیه نسبت به منطقه تفت در ضخامت پوست دارد. با این حال نینجاین[4] (۱۹۷۱)، ضخامت پوست چوبی بهینه را ۰/۹۲ میلی‌متر پیشنهاد کردند که با توجه به نتایج پژوهش حاضر می‌توان بیان داشت که ژرم‌پلاسم گردوی شهرستان ارومیه دارای پتانسیل کافی برای انجام مطالعات تکمیلی و معرفی ژنوتیپ‌های با خصوصیات مطلوب دانه و مغز را دارا می‌باشد. توجه به ذائقه مصرف کنندگان همیشه اهمیت دارد. ضخامت پوست کم (پوست کاغذی) صفتی است که در بین مصرف کنندگان ایرانی مقبولیت دارد و تقاضا نسبت به این نوع گردوها بیشتر بوده و قیمت بالاتری در مقایسه با ژنوتیپ‌های پوست سنگی دارند. لذا برای اصلاح و انتخاب ژنوتیپ‌های با ضخامت پوست متوسط و کم می‌توانند مورد توجه قرار گیرند.

شکل میوه در ژنوتیپ‌های مورد مطاله با همدیگر متفاوت بوده و حالت‌های تخم‌مرغی، مثلثی، گرد، تخم‌مرغی پهن، بیضوی، قلبی، بیضوی پهن، ذوزنقه‌ای کشیده و کوتاه مشاهده و ثبت شد. رنگ پوست میوه‌ها بر اساس کدگذاری از خیلی روشن تا خیلی تیره مشخص و ثبت شدند. بافت پوست ژنوتیپ‌های مورد بررسی نیز از خیلی صاف تا خیلی نا صاف کدگذاری شدند. در اکثر ژنوتیپ‌های مورد بررسی روزنه انتهایی پوست سخت دارای پوشش متوسط بودند که با کدگذاری از پوشش بسیار نازک تا دارای پوشش بسیار قوی ثبت شد. پوست میوه ژنوتیپ‌های مورد بررسی که کدگذاری شدند، از کاغذی (ضعیف)، تا متوسط و سخت متفاوت بود. ۱۰ ژنوتیپ دارای پوست کاغذی، ۱۵ ژنوتیپ پوست نازک، ۱۱ ژنوتیپ متوسط و ۷ ژنوتیپ دارای پوست سخت بودند. ضخامت تیغه میانی ژنوتیپ‌های مورد بررسی از خیلی نازک تا خیلی ضخیم مشاهده شد. میزان پر بودن مغز بر حسب راهنمای ارزیابی درختان گردو بر حسب ضعیف، متوسط و خوب مورد ارزیابی قرار گرفتند که نتایج در جدول ۴ و شکل ۴ نشان داده شده است. میزان گوشتی بودن مغز مورد بررسی و کدگذاری شدند. بر اساس نتایج ارزیابی رنگ مغز مشخص شد که مغز اکثر ژنوتیپ‌های مورد مطالعه دارای رنگ روشن و تعدادی بسیار روشن و در حد رقم چندلر بودند (جدول ۴).

رنگ مغز یا همان رنگ لایه نازک پلیکل[5] روی مغز تابع ژنوتیپ و شرایط محیطی است، رنگ مغز روشن همیشه مورد توجه و صفت مطلوب مصرف کننده نهایی است و در ارزش گذاری قیمت محصول تعیین کننده است. ژنوتیپ‌های که در مناطق سرد و کوهستانی رشد می‌کنند، اکثرا رنگ روشنی دارند. در بررسی کرامتلو و همکاران (۱۳۹۴) نشان داده شد که رنگ و میزان ضخامت پوست سخت از صفات مهم در بازارپسندی گردو است و در بررسی ایشان اکثر ژنوتیپ‌ها دارای مغز با رنگ روشن تا کهربایی روشن و ضخامت پوستی متوسط داشتند. در بررسی که در کشمیر هند برروی ۱۵۲ ژنوتیپ انجام شد، مشخص شد که پوست گردو از کاغذی تا قوی متفاوت بودند که ۱۰ ژنوتیپ دارای پوست کاغذی، ۴۱ ژنوتیپ

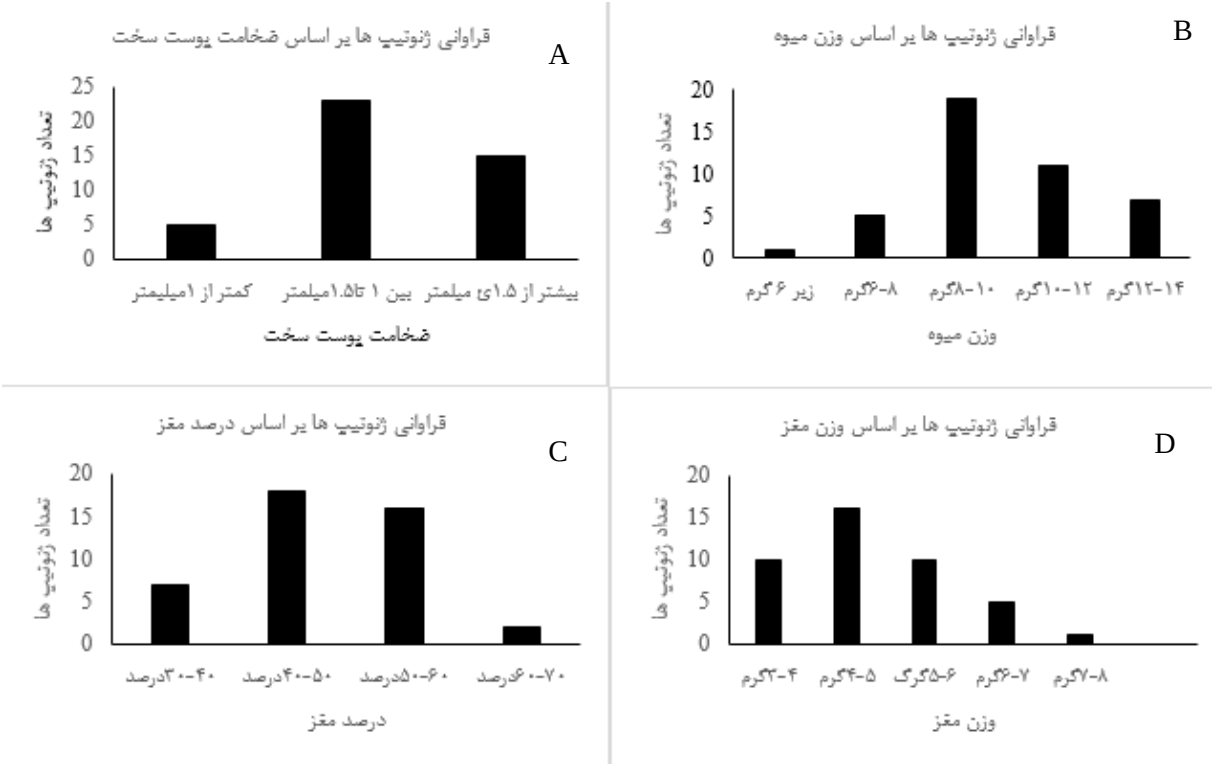
1. Mosivand
2. Asma
3. Arzani
4. Nenjuhin
5. Pellicle

جدول ۳- میانگین عددی صفات کمی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های انتخابی گردو

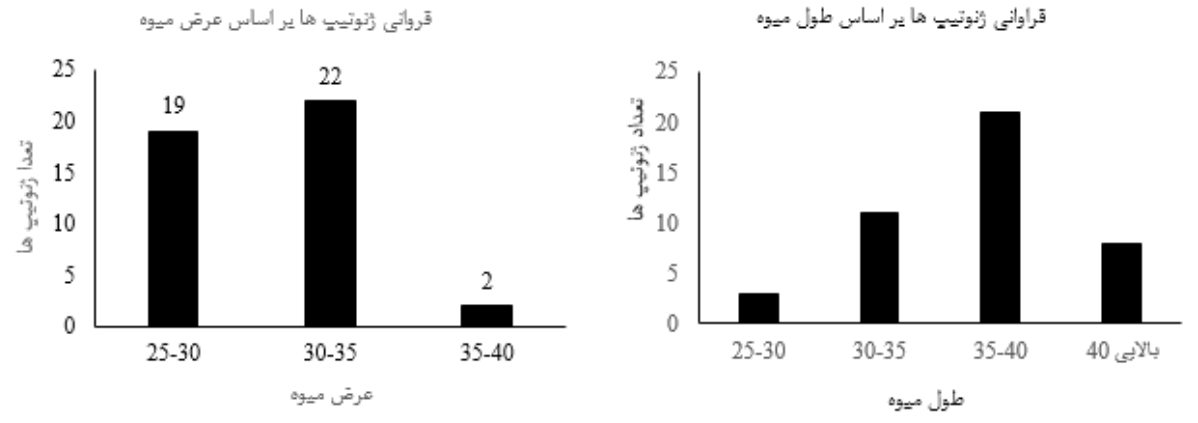
ژنوتیپ‌ها	طول دانه (میلی‌متر)	عرض دانه (میلی‌متر)	وزن دانه (گرم)	وزن مغز (گرم)	درصد مغز (%)	ضخامت پوست (میلی‌متر)
G1	۳۷/۰۳۳	۲۹/۴۴	۸/۹۶	۳/۰۰	۳۴/۶۸	۱/۴۳
G2	۳۴/۸۶۷	۲۸/۳۶۶	۹/۸۲	۴/۱۶	۴۲/۶۳	۱/۶۰
G3	۳۸/۵۶۷	۳۱/۰۶۶	۸/۸۰	۳/۱۶	۳۶/۷۶	۱/۳۶
G4	۳۷/۹۶۷	۳۱/۳۶۶	۸/۷۰	۳/۶۶	۴۱/۹۲	۰/۹۶
G5	۲۸/۱۶۷	۲۷/۲۶۶	۸/۶	۳/۳۰	۳۸/۶۵	۱/۷۶
G6	۴۷/۲۰۰	۳۴/۴۳۲	۹/۶۳	۴/۱۳	۴۳/۲۵	۱/۴۰
G7	۴۳/۳۳۳	۲۸/۱۶۶	۹/۷۰	۵/۵۶	۵۷/۳۵	۱/۲۳
G8	۳۶/۲۳۳	۳۲/۰۶۶	۸/۸۹	۴/۹۰	۵۵/۰۹	۱/۱۰
G9	۳۵/۹۶۷	۲۷/۱۳۳	۶/۸۰	۳/۶۰	۵۳/۲۰	۰/۸۰
G10	۳۴/۶۳۳	۲۹/۴۳۳	۹/۳۳	۴/۲۳	۴۵/۳۵	۱/۵۰
G11	۳۷/۴۳۱	۳۴/۶۶	۱۲/۴۳	۶/۵۳	۵۲/۵۳	۱/۳۶
G12	۳۲/۵۶۷	۳۲/۴۳۶	۸/۱۶	۴/۳۳	۵۳/۱۸	۱/۱۰
G13	۳۷/۵۳۳	۲۹/۵۰	۸/۵۳	۴/۷۳	۵۵/۱۶	۱/۰۰
G14	۳۵/۶۰۰	۳۴/۴۰	۱۲/۷۳	۶/۰۶	۴۷/۶۷	۱/۵۶
G15	۳۳/۴۳۳	۲۹/۱۶۶	۸/۲۶	۴/۰۰	۴۸/۴۳	۰/۹۶
G16	۳۸/۴۳۳	۳۴/۳۰	۱۳/۸۳	۶/۱۶	۴۴/۵۷۲	۱/۳۶
G17	۳۹/۵۶۸	۳۰/۱۶	۸/۰۰	۴/۰۳۳	۵۰/۴۷۵	۱/۲۶
G18	۴۲/۵۶۷	۳۴/۱۳	۱۱/۴۶	۵/۴۳۳	۴۷/۲۸۷	۱/۳۰
G19	۳۳/۲۰۰	۲۹/۹۳۴	۸/۷۳۳	۴/۳۰	۴۹/۲۴۲	۱/۲۰
G20	۴۲/۴۰۰	۳۱/۳۳۳	۱۱/۴۶	۴/۰۶۶	۳۵/۴۷۲	۱/۷۶
G21	۳۶/۶۳۳	۲۹/۱۶۷	۷/۳۰۰	۳/۶۶۶	۵۰/۴۴۱	۱/۲۰
G22	۳۶/۱۶۷	۳۲/۵۳	۸/۷۶۶	۴/۸۰۰	۵۴/۸۳۴	۱/۱۰
G23	۳۵/۴۳۳	۳۳/۶۶	۱۰/۰۶۶	۴/۲۰۰	۴۱/۹۲۴	۱/۲۰
G24	۳۲/۸۰۰	۲۹/۲۶	۸/۰۶۶	۳/۷۶۶	۴۶/۷۹۹	۱/۰۶
G25	۳۷/۱۶۷	۳۶/۵۰	۱۳/۴۳۳	۳/۸۳۳	۲۸/۴۶۵	۱/۸۰
G26	۳۹/۳۰۰	۳۳/۳۲۶	۱۳/۶۶۶	۵/۴۶۶	۴۰/۰۰۷	۱/۸۰
G27	۲۷/۰۶۷	۲۹/۹۳۳	۵/۶۳۳	۳/۴۰۰	۶۱/۸۷۶	۱/۰۳
G28	۲۹/۲۰۰	۲۹/۵۳۳	۶/۹۰۰	۳/۳۰۰	۴۷/۸۴۶	۱/۱۳
G29	۴۳/۰۰۰	۲۸/۹۰	۹/۴۰۰	۵/۶۰۰	۵۹/۵۷۷	۰/۹۶
G30	۴۰/۵۳۳	۳۸/۸۰	۱۱/۷۶۶	۷/۱۳۳	۶۰/۵۴۱	۰/۷۶
G31	۳۲/۸۰۰	۳۳/۹۰	۱۲/۴۶۶	۵/۴۰۰	۴۲/۲۶۷	۱/۷۰
G32	۳۵/۳۶۷	۳۱/۷۳۳	۹/۶۰۰	۳/۷۰۰	۳۸/۵۶۱	۱/۵۰
G33	۳۸/۸۰۰	۳۰/۰۶۶	۹/۶۶۶	۵/۵۶۶	۵۵/۸۴۳	۱/۱۶
G34	۳۴/۱۰۰	۲۴/۶۰	۶/۸۶۶	۲/۷۶۶	۴۰/۵۶۰	۱/۶۶
G35	۴۴/۴۶۷	۳۰/۴۰	۱۱/۷۱۶	۶/۱۶۶	۵۳/۲۲۴	۱/۳۳
G36	۳۷/۱۰۰	۳۱/۹۰	۱۳/۲۳۳	۶/۸۶۶	۵۱/۹۴۳	۱/۹۰
G37	۳۳/۳۰۰	۲۹/۶۶۶	۱۱/۴۰۰	۵/۲۶۶	۴۵/۵۸۱	۱/۷۶
G38	۳۷/۷۰۰	۲۹/۶۳۳	۱۰/۰۰۰	۴/۸۶۶	۴۸/۶۳۳	۱/۶۶
G39	۳۳/۸۰۰	۲۹/۳۳۳	۹/۴۱۶	۴/۲۳۴	۴۴/۸۳۳	۱/۶۳
G40	۳۵/۷۰۰	۳۳/۴۳۳	۱۰/۳۰۰	۵/۵۳۳	۵۱/۸۳۳	۰/۹۳
G41	۳۴/۹۰۰	۳۳/۵۰۰	۱۰/۰۳۳	۵/۹۰۰	۵۸/۶۵۰	۱/۲۶
G42	۳۶/۳۳۳	۲۹/۷۶۶	۱۰/۳۳۳	۵/۶۳۳	۵۴/۷۲۲	۱/۶۰
G43	۴۰/۳۷۷	۳۳/۵۶۶	۱۱/۸۰۰	۴/۱۶۶	۳۵/۳۰۳	۱/۲۳

جدول ۴- آماره‌های توصیفی مربوط به صفات پومولوژیک میوه گردو

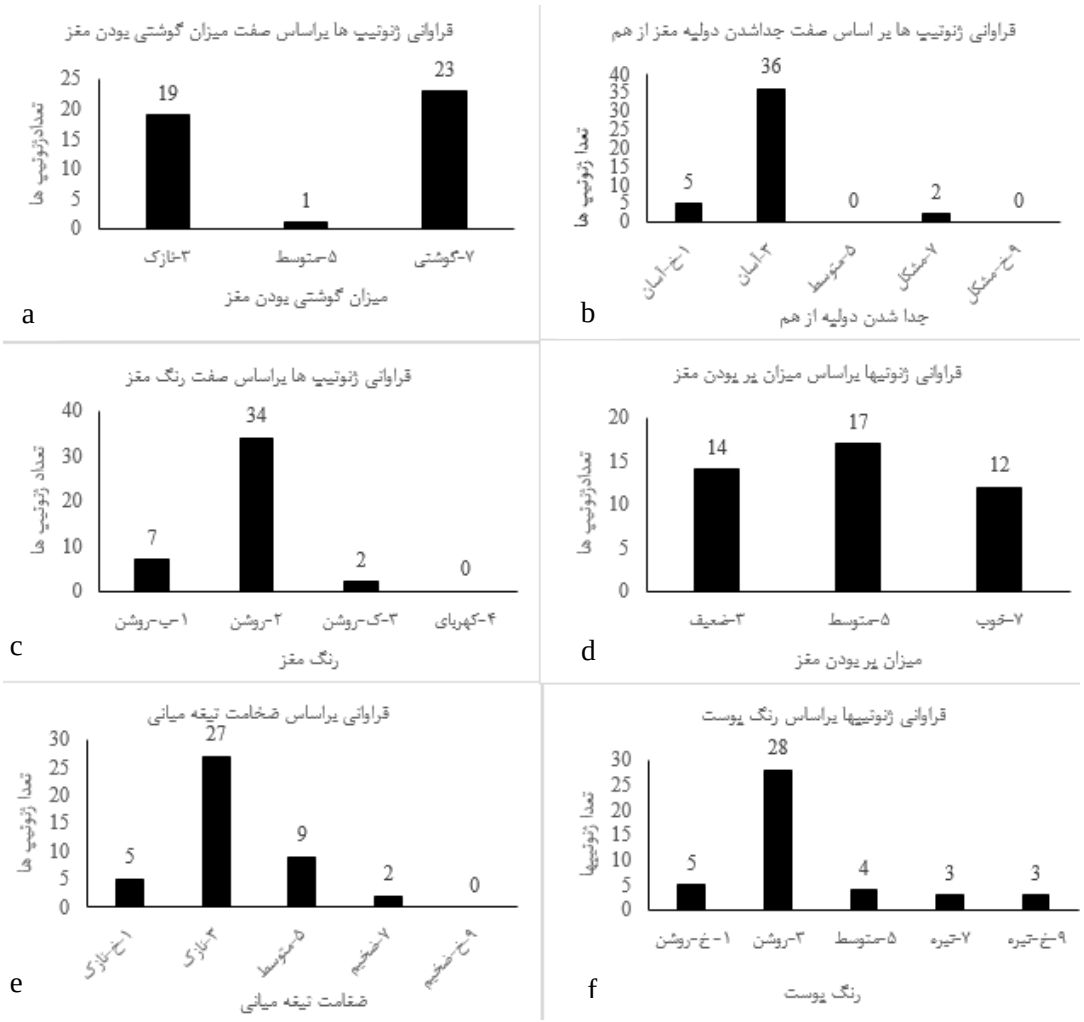
صفات	حد پایین	حد بالا	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات (٪)
عرض دانه (میلی‌متر)	۲۴/۶۰	۳۸/۸۰	۳۱/۲۰	۲/۸۶	۹/۱
طول دانه (میلی‌متر)	۲۷/۰۶	۴۷/۲۰	۳۶/۷۱	۴/۲۵	۱۱/۵۷
وزن دانه (گرم)	۵/۶۳	۱۳/۸۳	۹/۸۷	۲/۰۹	۲۱/۱۷
ضخامت پوست چوبی (میلی‌متر)	۰/۷۶	۱/۹۰	۱/۳۴	۰/۳۱	۲۳/۱۳
وزن مغز (گرم)	۲/۷۶	۷/۱۳	۴/۶۵	۱/۱۶	۲۴/۹۴
نسبت وزن مغز به دانه (%)	۲۸/۴۶	۶۱/۸۷	۴۷/۶	۰/۰۹	۰/۱۹



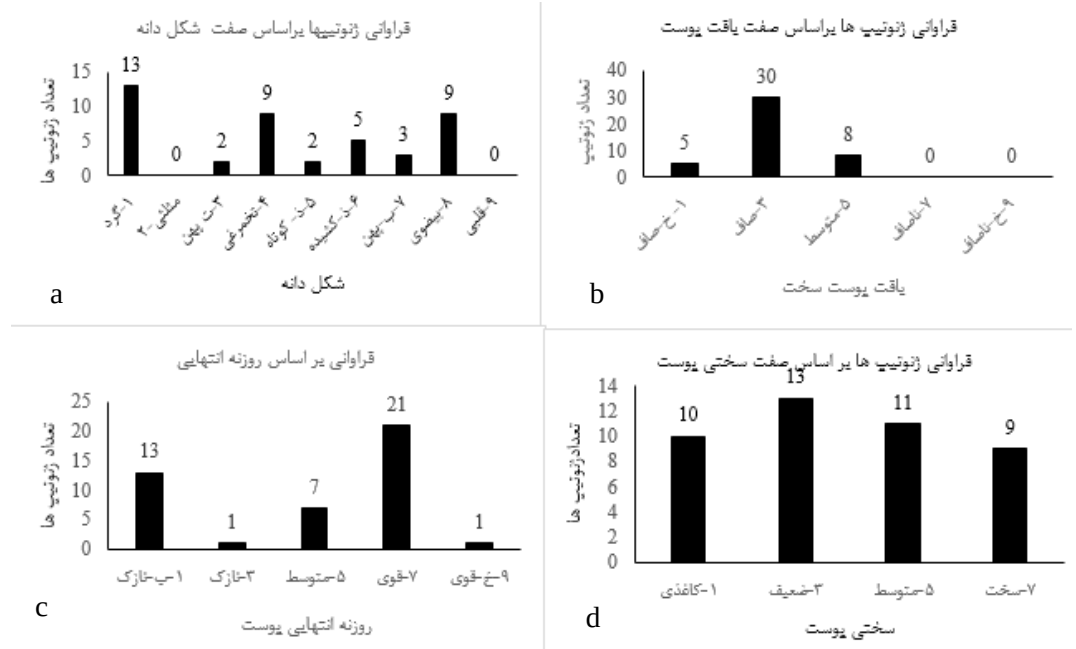
شکل۲ – تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس فراوانی برای صفات ضخامت پوست (A)، وزن میوه (B)، درصد مغز(C) و وزن مغز (D)



شکل ۳- تقسیم‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس فراوانی برای صفات طول و عرض میوه



شکل ۴- نمودار فراوانی صفات کیفی در بین ژنوتیپ‌ها برای میزان گوشتی بودن مغز (a)، جدا شدن دو لپه مغز (b)، رنگ مغز (c)، پر بودن مغز (d)، ضخامت تیغه میانی (e) و رنگ پوست (f)



شکل۵ – فراوانی صفات کیفی در بین ژنوتیپ‌ها برای صفات شکل دانه (a)، بافت پوست (b)، روزنه انتهایی (c) و سختی پوست (d)

جدول ۵- صفات کیفی اندازه‌گیری شده در ژنوتیپ‌های گردو مورد مطالعه

ژنوتیپ	شکل دانه	رنگ پوست	بافت پوست	روزنه انتهایی پوست	سختی پوست	تیغه میانی	رنگ مغز	پر بودن مغز	گوشتی بودن مغز	جدا شدن دو لپه از هم
G1	۴	۷	۵	۵	۷	۷	۲	۵	۵	۳
G2	۴	۵	۵	۱	۵	۳	۲	۵	۵	۳
G3	۴	۹	۵	۷	۵	۵	۲	۵	۵	۳
G4	۴	۳	۵	۷	۳	۳	۲	۵	۷	۳
G5	۱	۳	۵	۱	۷	۵	۲	۵	۵	۷
G6	۸	۹	۳	۵	۵	۳	۳	۳	۵	۳
G7	۸	۳	۳	۵	۳	۳	۲	۵	۵	۳
G8	۱	۳	۳	۷	۱	۳	۱	۵	۵	۳
G9	۴	۳	۳	۷	۱	۲	۲	۳	۷	۳
G10	۴	۳	۳	۱	۵	۳	۱	۷	۷	۳
G11	۱	۳	۳	۱	۱	۳	۲	۷	۷	۱
G12	۱	۳	۳	۷	۱	۳	۲	۷	۷	۳
G13	۸	۳	۳	۷	۳	۳	۲	۷	۵	۳
G14	۵	۷	۳	۵	۱	۳	۲	۷	۷	۳
G15	۷	۳	۳	۵	۱	۳	۲	۷	۵	۳
G16	۶	۳	۳	۷	۳	۵	۳	۷	۵	۱
G17	۷	۷	۵	۱	۵	۱	۱	۵	۵	۳
G18	۶	۳	۳	۷	۳	۳	۱	۵	۷	۳
G19	۱	۳	۳	۱	۳	۳	۲	۵	۵	۳
G20	۷	۱	۳	۷	۷	۵	۲	۵	۵	۳
G21	۴	۱	۳	۹	۱	۳	۲	۵	۷	۳
G22	۱	۵	۳	۱	۳	۳	۱	۷	۷	۳
G23	۱	۳	۳	۱	۳	۳	۲	۵	۷	۳
G24	۵	۳	۳	۱	۷	۳	۳	۷	۵	۳
G25	۱	۳	۵	۱	۳	۵	۲	۷	۵	۳
G26	۷	۹	۵	۱	۷	۵	۱	۵	۷	۳
G27	۱	۳	۳	۷	۱	۳	۲	۵	۵	۳
G28	۱	۱	۱	۷	۳	۱	۲	۷	۳	۳
G29	۸	۳	۳	۷	۱	۵	۲	۷	۷	۳
G30	۳	۱	۳	۷	۱	۱	۲	۷	۷	۱
G31	۱	۳	۱	۷	۷	۳	۲	۵	۷	۳
G32	۳	۵	۳	۱	۳	۳	۲	۵	۵	۳
G33	۸	۷	۳	۵	۳	۱	۲	۷	۷	۱
G34	۸	۳	۱	۷	۵	۷	۲	۷	۷	۷
G35	۸	۳	۳	۱	۳	۳	۲	۷	۵	۳
G36	۶	۵	۳	۵	۵	۳	۲	۷	۷	۳
G37	۱	۳	۱	۷	۷	۳	۲	۷	۷	۳
G38	۴	۳	۳	۷	۵	۵	۲	۷	۷	۱
G39	۴	۳	۳	۷	۵	۳	۲	۷	۷	۳
G40	۱	۳	۳	۷	۳	۱	۲	۷	۷	۳
G41	۶	۱	۱	۷	۳	۳	۲	۷	۷	۳
G42	۸	۳	۳	۳	۵	۳	۲	۷	۷	۳
G43	۶	۳	۳	۷	۵	۳	۱	۵	۵	۳

دارای پوست ضعیف، ۷۶ ژنوتیپ دارای پوست متوسط و ۲۵ ژنوتیپ دارای پوست قوی بودند (لون[1]، ۲۰۱۷). در بررسی که بر روی مغز گردو رقم چندلر انجام شد، نشان داد که ارتفاع محل کشت درختان گردو می‌تواند بر کیفیت گردو تأثیرگذار باشد و به همین دلیل ارتفاع محل کشت یک عامل بسیار مهم در ارزیابی‌ها و گزینش ژنوتیپ ها باید مورد توجه قرار داشته باشد. نتایج برخی مطالعات نشان داده است که طول و عرض، ضخامت پوست، وزن مغز و دانه و مقدار روغن و اسیدهای چرب با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابند (بایکسولاک[2] و همکاران، ۲۰۲۰)

بررسی صفات فنولوژیکی

در مورد صفت برگدهی، دامنه تغییرات این صفت در ژنوتیپ‌های تحت بررسی از ۲۰ فروردین تا ۱۰ اردیبهشت ماه متغیر بود. ژنوتیپ G4 به عنوان زودبرگده‌ترین و ژنوتیپ G23 آخرین و دیربرگده‌ترین ژنوتیپ، بود. رقم چندلر به عنوان یک رقم دیرگل و دیر برگده که در این تحقیق برای مقایسه در نظر گرفته شده بود، در تاریخ ۲۱ اردیبهشت برگ داد. اولین گل‌های نر یا همان شاتون‌ها در ژنوتیپ G36 و G13 در تاریخ ۲۳ فروردین ظاهر شدند و آخرین گل‌های نر در ژنوتیپ G11 بود که در تاریخ ۱۵ اردیبهشت ماه ظاهر شدند. همچنین اولین گل‌های ماده در تاریخ ۲۸ فروردین ماه در ژنوتیپ G13 ظاهر شدند و آخرین ژنوتیپ‌ها که گل‌های ماده آنها باز شدند، ژنوتیپ های G14 و G2 بودند که در تاریخ ۱۸ اردیبهشت ماه ظاهر شدند (شکل۳ و جدول ۵). تمام ژنوتیپ‌های منطقه بجز ژنوتیپ ۱۱ پروتاندر یا نر پیش‌رس بودند. همچنین تمام ژنوتیپ‌های بومی از نظر برگدهی زودتر از رقم چندلر برگ باز کردند. بهار سال ۹۸ بدلیل سرمای هوا و گرم شدن دیرتر منطقه، برگدهی و گلدهی تمام درختان میوه دیرتر از متوسط زمان طبیعی بود. ژنوتیپ‌های ۱۱،۱۷،۳۴،۴۲،۱۳ دارای بیشترین همپوشانی زمانی بین گل‌های نر و ماده بودند و این ویژگی در کنار سایر صفات در فرایند انتخاب اهمیت دارد. برخی از این ژنوتیپ‌ها در بین ژنوتیپ‌های امیدبخش انتخابی قرار داشتند.

تحقیقات مشابهی در داخل و خارج کشور در این خصوص انجام گرفته است. بعنوان نمونه در ارزیابی تنوع فنولوژیکی، مورفولوژیکی و پومولوژیکی برخی از ژنوتیپ‌های انتخاب شده گردو که در استان همدان انجام شد، ۸۴ ژنوتیپ گردو انتخاب شده بر اساس توصیف گرهای IPGRI و UPOV ارزیابی شدند و ۱۲ ژنوتیپ برتر انتخاب که در بین آنها ژنوتیپ ۲۳ بعنوان دیربرگده‌ترین ژنوتیپ انتخاب شد (رضایی و همکاران، ۲۰۲۰). در بررسی که برروی ۲۰ ژنوتیپ گردو در مونته نگرو در یک دوره سه ساله انجام شد، خصوصیات ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس توصیف‌گر جهانی گردو بررسی شدند. اکثر ژنوتیپ‌های انتخاب شده ژنوتیپ‌های دیربرگده بودند تا از سرمای دیرس بهاره در امان باشند، بطوری که جوانه برگ ژنوتیپ‌های ۴۴ و ۴۲ در ۵ ام و ۶ ام ماه می ظاهر شدند (جکمویک[3] و همکاران، ۲۰۲۰).

از جمله مشکلاتی که ممکن است ژنوتیپ‌های زود برگده را دچار آسیب کند، خطر سرمای دیررس بهاره است که در بیشتر مواقع گردوهای شهرستان ارومیه با این مشکل روبرو هستند و ژنوتیپ‌های دیربرگده و دیرگل‌ده برای این مناطق توصیه می‌شود. لذا دانستن نوع و زمان گلدهی ژنوتیپ‌های گردو از لحاظ گرده‌افشانی بسیار اهمیت دارد. انتخاب ژنوتیپ‌های برتر گزینش شده در این پژوهش و تلاقی آن با رقم چندلر می‌تواند گام مهمی برای ایجاد ژنوتیپ‌های دیرگل با کیفیت و کمیت بالای میوه و سازگار با شرایط اقلیمی شهرستان ارومیه باشد.

آنالیز همبستگی

در پژوهش حاضر همبستگی مثبت و منفی معنی‌داری بین صفات کمی مورد مطالعه وجود داشت (جدول ۶). بین عرض و طول دانه با وزن دانه همبستگی مثبت معنی‌داری به ترتیب برابر با ۰/۶۶۳** و ۰/۴۱۷** وجود داشت. همچنین وزن مغز با وزن دانه (۰/۶۹۳**) و عرض دانه (۰/۵۲۲**) و طول دانه (۰/۳۹۰**) همبستگی مثبت و معنی‌داری داشت. ضخامت پوست سخت با وزن دانه (۰/۴۸۸**) همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان داد با این حال ضخامت پوست سخت با درصد مغز (-۰/۵۶۳**) همبستگی منفی و معنی‌داری با هم داشتند یعنی اگر ضخامت پوست کم باشد میزان درصد مغز بالا خواهد بود.

نتایج به دست آمده از آنالیز همبستگی بین صفات نشان دهنده آن است که بعضی از صفات مورد بررسی می‌توانند روی صفت دیگری اثر مثبت یا منفی داشته باشد.

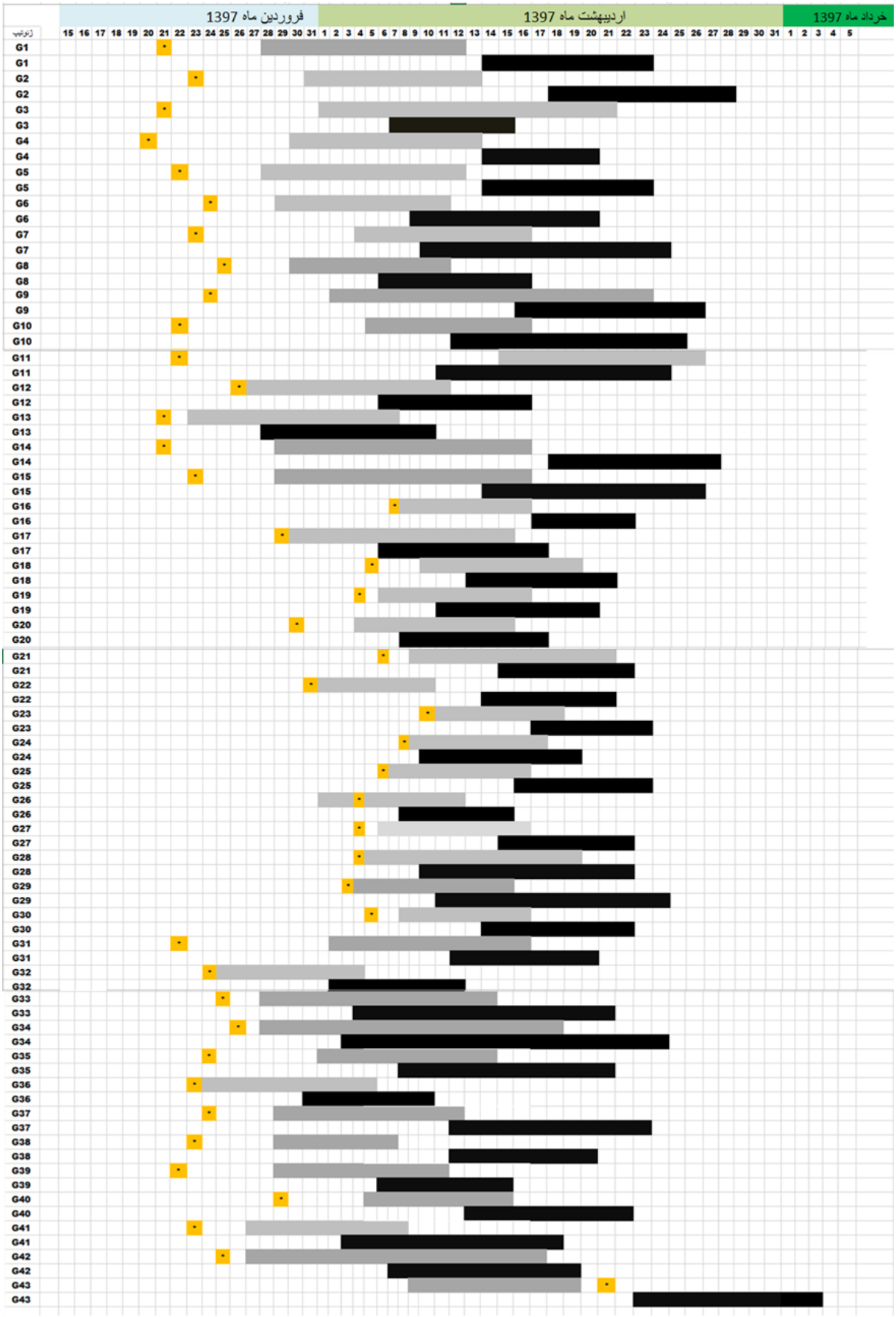
1. Lone
2. Buyuksolak
3. Jacimovic

جدول ۶-زمان باز شدن جوانه‌های برگ، گل‌های نر و ماده نمونه‌های در بهار سال ۱۳۹۸

ژنوتیپ‌ها	زمان ظهور جوانه برگ	زمان ظهور گل‌های نر	زمان ظهور گل‌های ماده
G1	۲۱ فروردین	۲۸ فروردین	۱۴ اردیبهشت
G2	۲۳ فروردین	۳۱ فروردین	۱۸ اردیبهشت
G3	۲۱ فروردین	۲۹ فروردین	۷ اردیبهشت
G4	۲۰ فروردین	۳۰ فروردین	۱۴ اردیبهشت
G5	۲۲ فروردین	۲۸ فروردین	۱۴ اردیبهشت
G6	۲۴ فروردین	۲۹ فروردین	۹ اردیبهشت
G7	۲۳ فروردین	۴ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت
G8	۲۵ فروردین	۳۰ فروردین	۶اردیبهشت
G9	۲۴ فروردین	۲ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت
G10	۲۲ فروردین	۵ اردیبهشت	۱۲اردیبهشت
G11	۲۲ فروردین	۱۵ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت
G12	۲۶ فروردین	۲۷ فروردین	۷ اردیبهشت
G13	۲۱ فروردین	۲۳ فروردین	۲۸ فروردین
G14	۲۱ فروردین	۲۹ فروردین	۱۸ اردیبهشت
G15	۲۳ فروردین	۲۹ فروردین	۱۴ اردیبهشت
G16	۷ اردیبهشت	۷ اردیبهشت	۱۷ اردیبهشت
G17	۲۹ فروردین	۲۹ فروردین	۶ اردیبهشت
G18	۵ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت
G19	۴ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت
G20	۳۰ فروردین	۴ اردیبهشت	۸ اردیبهشت
G21	۶ اردیبهشت	۹ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت
G22	۳۱ فروردین	۱ اردیبهشت	۱۵ اردیبهشت
G23	۱۰ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت	۱۷ اردیبهشت
G24	۸ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت
G25	۶ اردیبهشت	۷ اردیبهشت	۱۶ اردیبهشت
G26	۴ اردیبهشت	۱ اردیبهشت	۸ اردیبهشت
G27	۴ اردیبهشت	۶ اردیبهشت	۹ اردیبهشت
G28	۴ اردیبهشت	۴ اردیبهشت	۱۰ اردیبهشت
G29	۳ اردیبهشت	۳ اردیبهشت	۱۱ اردیبهشت
G30	۵ اردیبهشت	۸ اردیبهشت	۱۴اردیبهشت
G31	۲۲ فروردین	۲ اردیبهشت	۱۲ اردیبهشت
G32	۲۴ وروردین	۲۴ فروردین	۱ اردیبهشت
G33	۲۵ فروردین	۲۸ فروردین	۴ اردیبهشت
G34	۲۶ فروردین	۲۸ فروردین	۳ اردیبهشت
G35	۲۴ فروردین	۱ اردیبهشت	۹ اردیبهشت
G36	۲۳ فروردین	۲۳ فروردین	۲ اردیبهشت
G37	۲۵ فروردین	۳۱ فروردین	۱۳ اردیبهشت
G38	۲۴ فروردین	۳۰ فروردین	۱۵ اردیبهشت
G39	۲۳ فروردین	۳۰ فروردین	۸ اردیبهشت
G40	۳۰ فروردین	۷ اردیبهشت	۱۳ اردیبهشت
G41	۲۴ فروردین	۲۹ فروردین	۵ اردیبهشت
G42	۲۶ فروردین	۲۸ فروردین	۸ اردیبهشت
G43	۲۸ فروردین	۳۱ فروردین	۷ اردیبهشت

همبستگی مثبت بین صفات مختلف نشان می‌دهد که بهبود یک صفت می‌تواند صفت دیگری را تحت تأثیر قرار دهد (یوسل[1] و همکاران، ۲۰۰۹). آگاهی از رابطه بین صفات گردو مانند رابطه بین وزن دانه و مغز و سایر صفات

1. Yucel



شکل ۶- تاریخ باز شدن جوانه برگ*، تاریخ باز شدن گل نر (نوار خاکستری)، تاریخ باز شدن گل‌های ماده (نوار سیاه رنگ) و زمان همپوشانی گل‌های نر و ماده در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردو مشخص شده است.

جدول ۷- آنالیز همبستگی صفات مهم کمی مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های مختلف گردو به روش پیرسون

صفت	وزن دانه	عرض دانه	طول دانه	وزن مغز	درصد مغز	ضخامت پوست سخت
وزن دانه	۱					
عرض دانه	۰/۶۶۳**	۱				
طول دانه	۰/۴۱۷**	۰/۲۹۶ns	۱			
وزن مغز	۰/۶۹۳**	۰/۵۲۲**	۰/۳۹۰**	۱		
درصد مغز	-۰/۲۵۳ns	-۰/۰۴۹ns	۰/۰۱۱ns	۰/۵۰۶**	۱	
ضخامت پوست سخت	۰/۴۸۸**	-۰/۰۴۰ns	-۰/۰۳۲ns	۰/۰۲۵ns	-۰/۵۶۳**	۱

**، * و ns به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد و ۵ درصد و عدم معنی‌داری

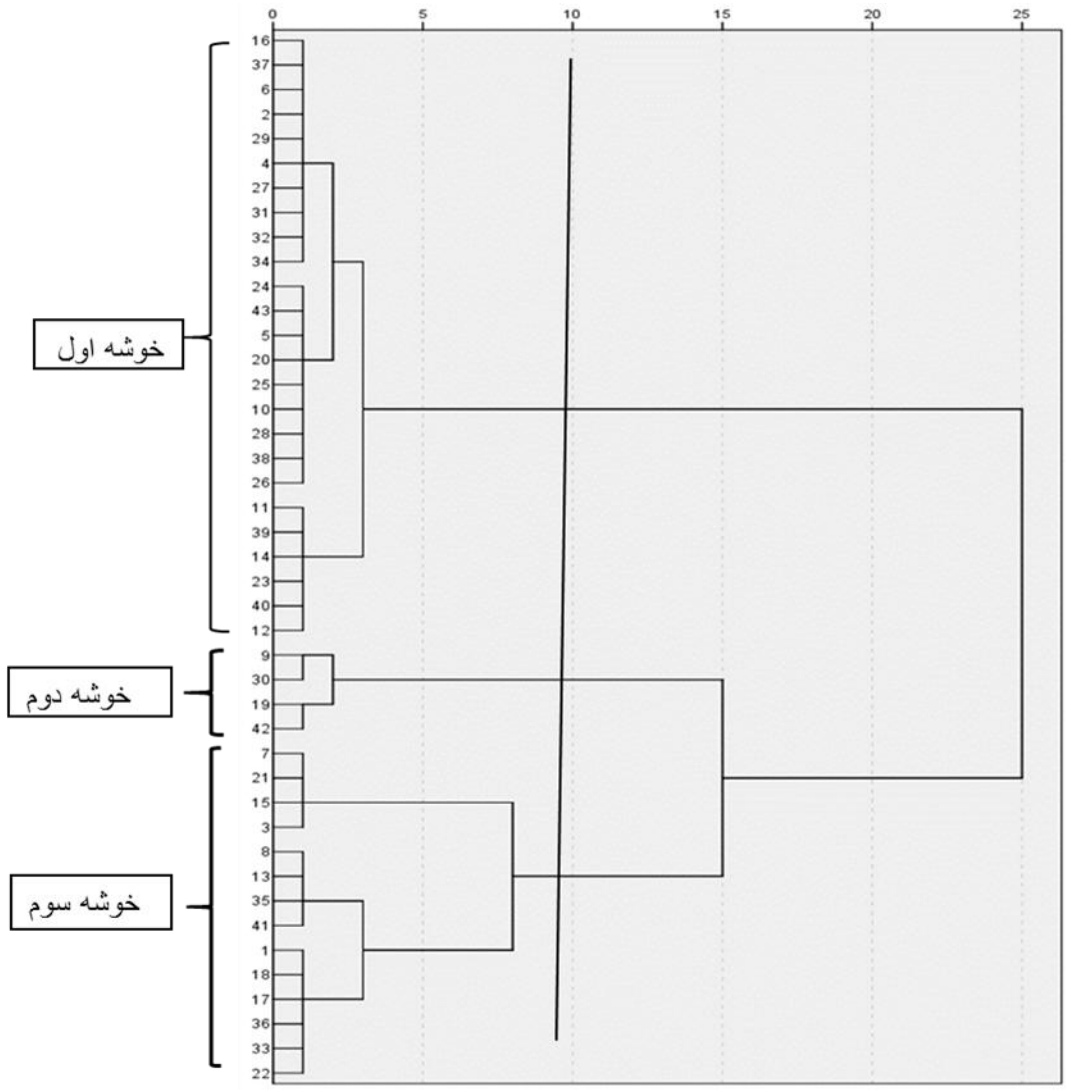
می‌تواند روش مناسبی برای انتخاب ژنوتیپ مناسب برای به‌نژادی باشد (امیری[1] و همکاران، ۲۰۱۰). هانش و همکاران (۱۹۷۲) وراثت‌پذیری و همبستگی فنوتیپی را برای ۱۸ صفت گردو مورد بررسی قرار دادند و همبستگی بالای ۰/۸۰ را بین ضخامت پوست و وزن مغز گزارش کردند. سرکانی-خرمی[2] و همکاران (۲۰۱۳) نیز به ارتباط مثبت بین وزن مغز و وزن دانه اشاره کردند که نتایج بدست آمده از پژوهش حاضر این نتایج را تأیید می‌کند.

تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه

جهت بررسی میزان شباهت و تفاوت و همچنین گروه بندی ژنوتیپ‌ها بر مبنای صفات مورد بررسی از تجزیه خوشه‌ای استفاده گردید (شکل ۳) در این پژوهش خوشه بندی ژنوتیپ‌های گردو بر اساس صفات مورد بررسی به روش Ward صورت گرفت. با برش دندروگرام حاصل در فاصه ۱۰، ژنوتیپ‌ها به سه خوشه اصلی تقسیم شدند که در خوشه اول، ۲۵ ژنوتیپ گردو (G16, G37, G6, G2, G29, G4, G27, G31, G32, G34, G24, G43, G5, G20, G25, G10, G28, G38, G26, G11, G39, G14, G23, G40, G12) قرار گرفتند و در خوشه دوم، ۴ ژنوتیپ (G9, G30, G19, G42) و در خوشه سوم ۱۴ ژنوتیپ‌های (G7, G21, G15, G3, G8, G13, G35, G41, G1, G18, G17, G36, G33, G22) قرار گرفتند. گروه بندی ژنوتیپ‌ها در پژوهش‌های مشابه آنها را در ۴ تا ۷ گروه بسته به تعداد و ویژگی‌های جمعیت‌ها قرار داده است. در بررسی که روی برخی ژنوتیپ‌های گردو در شهرستان مینودشت انجام شد، صفاتی از قبیل شکل دانه، رنگ مغز، سهولت جدا شدن مغز از پوست و نوع میوه دهی، وزن مغز، طول و عرض دانه اندازه گیری شدند. تجزیه کلاستر بر اساس تمام صفات اندازه گیری شدند و به سه گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند (کرامتلو و همکاران، ۱۳۹۴). ابراهیمی[3] و همکاران (۲۰۱۰)، با بررسی تنوع ژنتیکی ۳۱ ژنوتیپ بذری و ۴ رقم خارجی گردو، تنوع ژنتیکی نسبتا بالایی را بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی و ریزماهواره گزارش کردند. نتایج تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه آنها نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در ۴ گروه اصلی به لحاظ گوناگونگی ژنتیکی و منشاء پراکنش جغرافیایی قرارگرفتند. رسولی و همکاران (۱۳۹۷) با بررسی تنوع ژنتیکی ۳۳ ژنوتیپ منطقه ملایر و اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی و انجام کلاستربندی کل ژنوتیپ‌ها در پنج گروه قرار گرفتند و از بین آنها ۱۴ ژنوتیپ را به عنوان ژنوتیپ امیدبخش معرفی کردند.

نتایج به دست آمده از تجزیه خوشه‌ای نشان داد که قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها در خوشه‌های مختلف به خاطر وجود تنوع بالا در بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات ارزیابی شده است. با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از مناطق مختلف شهرستان ارومیه جمع‌آوری شده بودند و این ژنوتیپ‌ها حاصل تکثیر جنسی بودند، وجود این تنوع قابل پیش‌بینی بود. با توجه به نتایج مشخص شد که تجزیه خوشه‌ایی بر اساس صفات مورد ارزیابی به طور کامل نتوانست ژنوتیپ‌های گردو را بر اساس پراکنش جغرافیایی جدا کند و این نشان‌دهنده تنوع ژنتیکی بالای ژنوتیپ‌ها در داخل هر منطقه می‌باشد. این موضوع با توجه به تک پایه بودن گردو و بذری بودن اکثر باغات شهرستان ارومیه

1. Amiri
2. Sarikhani-Khorami
3. Ebrahimi



شکل۳: دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردو براساس صفات مورد ارزیابی به روش وارد

قابل پیش‌بینی بود. خوشه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات مورد مطالعه می‌تواند روش مطمئنی برای تعیین فواصل و شباهت بین ژنوتیپ‌ها باشد. این موضوع در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر برای مطالعات تکمیلی و استفاده از آنها در برنامه اصلاحی گردو می‌تواند حائز اهمیت باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد بررسی تفاوت زیادی از لحاظ صفات پومولوژیکی و فنولوژیک داشتند. این در حالی است که ژنوتیپ‌های مورد ارزیای در ابتدا بر اساس عادت باردهی جانبی و پر محصولی درخت گزینش شده بودند و مسلما تنوع بیشتری برای خصوصیات مختلف در ژرم‌پلاسم گردو در سطح شهرستان ارومیه وجود داشت. در میان ژنوتیپ‌های مورد بررسی ژنوتیپ‌های شماره ۷، ۱۱، ۲۹، ۳۰، ۳۵، ۳۶، ۴۰، ۴۱ و ۴۲ با داشتن بالاترین عملکرد وزن مغز و درصد مغز و پوست کاغذی بودن، همچنین با در نظر گرفتن سایر ویژگی‌های کیفی میوه مانند جدا شدن راحت مغز از پوست، رنگ مغز، همپوشانی زمان گلدهی و غیره نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری داشتند که می‌توانند به عنوان ژنوتیپ‌های مناسب و امید بخش جهت مطالعات تکمیلی مورد استفاده قرار گیرند.

سپاسگزاری

بدینوسیله از معاونت پژوهشی دانشگاه ارومیه به خاطر تأمین هزینه‌های انجام این پژوهش قدردانی می‌گردد.

منابع

رسولی، م.، ارشادی‌قره‌لر، ب.، ۱۳۹۷. بررسی تنوع ژنتیکی ۳۳ ژنوتیپ بذری گردو (*Juglans regia*) با استفاده از صفات مورفولوژیکی و پومولوژیکی به منظور معرفی ژنوتیپ‌های برتر. پژوهش‌های میوه‌کاری، ۳(۲): ۲۷-۳۹.

رضایی، ر.، حسنی، ق.، حسنی، د. و وحدتی، ک. ۱۳۸۷. ویژگی‌های مورفولوژیک چندنژادگان برگزیده جدید گردو در توده بذری کهریز- ارومیه. مجله علوم و فنون باغبانی ایران، ۹(۳): ۲۰۵-۲۱۴.

شاملو، ف.، رضایی، ع.، بیابانی، ع. و خان‌احمدی، ع. ۱۳۹۴. بررسی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گردوی شهرستان آزاد شهر. نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، ۳۰ (۳): ۴۶۹-۴۷۹.

فتاحی‌مقدم، م.ر.، ابراهیمی، ع.، زمانی، ذ. و وحدتی، ک. ۱۳۸۷. بررسی تنوع ژنتیکی ۶۰۸ ژنوتیپ بذری گردو (*Juglans regia*). و انتخاب برخی از ژنوتیپ‌های دارای صفات برتر. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۰(۴): ۸۳-۹۴.

کرامتلو، ع. و شریفاتی، م. و صبوری، ح.، ۱۳۹۴. ارزیابی تنوع ژنتیکی در تعدادی از ژنوتیپ‌های گردو (*Juglans regia* L.) با نشانگرهای مورفولوژیکی. نشریه تولید و فرآوری محصولات زراعی و باغی، ۶(۲۰): ۱۳-۲۳.

کریمی، ر.، ارشادی، ا. و وحدتی، ک. ۱۳۸۸. بررسی تنوع ژنتیکی برخی توده‌های گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.). استان همدان با استفاده از نشانگر مولکولی SSR . فن‌آوری تولیدات گیاهی، ۹ (۲): ۴۳-۵۳.

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A. and Roozban, M.R. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia*) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, 36(3): 59-168.

Asma, B.M. 2012. Pomological and phenological characterization of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from Malatya, Turkey. Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus, 11(4): 169-178.

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

Bayazit, S. and Sumbul, A.H.M.E.T. 2012. Determination of fruit quality and fatty acid composition of Turkish walnut (*Juglans regia*) cultivars and genotypes grown in subtropical climate of eastern Mediterranean region. International Journal of Agriculture and Biology, 14(3): 419-424.

Büyüksolak, Z.N., Aşkın, M.A., Kahramanoğlu, İ. and Okatan, V. 2020. Effects of altitude on the pomological characteristics and chemical properties of 'Chandler' walnuts: A Case Study in Uşak Province. Acta Agrobotanica, 73(3).

Ebrahimi, A., Fatahi, F. and Zamani, Z. 2010. Characterization of some iranians and foreign walnut genotypes using morphological traits and RAPD markers. Horticultural Environmental Biotechnology, 51(1): 51-60.

Germain, E. 1995, July. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). In III International Walnut Congress 442: 21-32.

IPGRI. 1994. Descriptors for Walnut (Juglans ssp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 54 p.

Jaćimović, V., Adakalić, M., Ercisli, S., Božović, D. and Bujdoso, G. 2020. Fruit quality properties of walnut (*Juglans regia* L.) genetic resources in montenegro. Sustainability, 12(23): 9963.

Hansche, P.E., Beres, V. and Fordde, H.I. 1972. Estimates of quantitative genetic properties of walnut and their implications for cultivar improvement. Journal of American Society for Horticultural Science. 97: 279-285.

Karadağ, H. and Akça, Y. 2011. Phenological and pomological properties of promising walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from selected native population in Amasya Province. African Journal of Biotechnology, 10(74): 16963-16968.

Karlidağ, H., Karaat, F.E., Kutsal, İ.K., Altun, O.T. and Tuncay, K.A.N. 2019. Physical and chemical fruit quality properties of some walnut cultivars and promising local selections grown under plain conditions in malatya. Yüzüncü Yıl Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi, 29(4): 731-737.

Khadivi-Khub, A., Ebrahimi, A., Mohammadi, A. and Kari, A. 2015. Characterization and selection of walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from seedling origin trees. Tree Genetics and Genomes, 11(3): 54.

Lone, I.A. 2017. Diversity for shell strength in the natural population of walnut (*Juglans regia* L.) in the Kashmir valley. Advance Research Journal of Crop Improvement, 8(1): 45-48.

Mosivand, M., Hassani, D., Payamnour, V. and Aghaei, M.J. 2013. Comparison of tree, nut, and kernel characteristics in several walnut species and inter-specific hybrids. Crop Breeding Journal, 3(1): 25-30.

Nenjuhin, V.N. 1971. Selection of plus trees of the walnut in Ukraine. Plant Breeding Abstract, 41(1): 187.

Poggetti, L., Ermacora, P., Cipriani, G., Pavan, F. and Testolin, R. 2017. Morphological and carpological variability of walnut germplasm (*Juglans regia* L.) collected in North-Eastern Italy and selection of superior genotypes. Scientia Horticulturae, 225: 615-619.

Rezaei, Z., Khadivi, A., ValizadehKaji, B. and Abbasifar, A. 2018. The selection of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes as revealed by morphological characterization. Euphytica, 214(4): 69.

Rezaei, A., Arzani, K. and Sarikhani, S. 2020. Morphological evaluation and identification of walnut (*Juglans regia* L.) superior genotypes in north Hamadan province of Iran. Iranian Journal of Horticultural Science, 51(2): 441-457.

Sarikhani Khorami, S., Arzani, K. and Roozban, M.R. 2013. Correlations of certain high-heritability horticultural traits in Persian walnut (*Juglans regia* L.). In VII International Walnut Symposium, 1050: 61-68.

Yücel, C., Baloch, F.S. and Özkan, H. 2009. Genetic analysis of some physical properties of bread wheat grain (*Triticum aestivum* L. em Thell). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 33(6): 525-535.

Zeneli, G., Kola, H. and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia Horticulturae, 105(1): 91-100.