



بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردوی مناطق مختلف کشور با استفاده از نشانگر مورفولوژیک کمی

- روح‌الله حق جویان، دانشجوی دوره دکتری باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات
- بهزاد قره یاضی، عضو هیأت علمی موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی
- محمد صانعی شریعت پناهی، عضو هیأت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
- احمد خلیقی، عضو هیأت علمی گروه باغبانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات

تاریخ دریافت: دی ماه ۱۳۸۱ تاریخ پذیرش: آذرماه ۱۳۸۴

E-mail: rhaghjooyan@yahoo.com

چکیده

شناسایی و جمع آوری ژنوتیپ های بومی درختان میوه اولین گام در برنامه های اصلاحی به شمار می رود، در کشور ما به دلیل عدم شناخت کافی از ژرم پلاسسم گیاهان باغی، برنامه های اصلاحی مناسبی بر روی محصولات باغی خصوصاً گردو انجام نشده است. هدف این تحقیق، گروه بندی ژنوتیپ های گردو بر اساس صفات کمی مهم و تعیین فواصل ژنتیکی آنها می باشد. در این تحقیق، ۱۳۸ ژنوتیپ گردوی ایرانی از توده توپسرکان و چهار کلکسیون کشور (کرج، شاهرود، ارومیه و مشهد)، با اندازه گیری ۱۶ صفت مورفولوژیک (کمی) مورد ارزیابی قرار گرفتند. ژنوتیپ های مورد مطالعه بر حسب داده های کمی، بر اساس الگوریتم CLINK مورد تجزیه خوشه ای قرار گرفتند. جهت تعیین تعداد مطلوب کلاستر از روش تجزیه تابع تشخیص استفاده شد و محلی که در آن نقطه، بیشترین تمایز بین کلاسترها مشاهده شد، به عنوان بهترین محل برش و تعداد کلاسترهای حاصل در آن نقطه، به عنوان تعداد مطلوب کلاستر انتخاب گردید. مشخص گردید که بیشترین تشابه بین ژنوتیپ های شماره ۴۳ و ۴۴ ورد آورد توپسرکان و ژنوتیپ های ۷۸ و ۸۴ مشهد با نام های به ترتیب K21/2 و K21/1 به دست آمد. به منظور بررسی اختلاف بین ژنوتیپ های جمع آوری شده از مناطق مختلف، از نظر صفات مورد مطالعه، مناطق به عنوان تیمار و ژنوتیپ های داخل هر منطقه به عنوان تکرار آن منطقه در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس یکطرفه برای تعیین تنوع مناطق مختلف انجام گردید. تجزیه واریانس داده ها، اختلاف معنی داری را بین ژنوتیپ های مناطق مختلف برای کلیه صفات مورد مطالعه به غیر از صفت متوسط وزن ۱۰ مغز نشان داد. مقایسه میانگین کلاسترهای مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. با استفاده از صفات کمی استاندارد شده، ژنوتیپ ها به ۶ گروه دسته بندی شدند. در ارتباط با صفات کمی، تجزیه به مولفه های اصلی با استفاده از ماتریس شباهت، بر اساس ضریب همبستگی بر روی داده ها انجام شد که دو مولفه اصلی اول، به طور جمعی ۸۷/۹۹٪، تغییرات داده های اولیه را توجیه کردند که این دو مولفه برای نمایش گرافیکی پراکنش ژنوتیپ ها استفاده شد.

کلمات کلیدی: تنوع ژنتیکی، ژنوتیپ های گردو، نشانگر مورفولوژیک کمی

Pajouhesh & Sazandegi No 69 pp: 22-30

Investigation of genetic variation walnut of Tuiserkan accession and four collections (Karaj, Shahrood, Urumia and Mashad) by using quantitative morphological characters.

By: Haghooyan, R. Student of Ph.D, Islamic Azad University, Science and Research Branch, B. Ghareyazi., Scientific Member of Agricultural Biotechnology Research Institute. Karaj, M. Sanei Shariat-Panahi., Islamic Azad University, Karaj Branch. A. Khalighi., Islamic Azad University, Science and Research Branch.

Identification and collection of native genotypes of fruit trees is a primary steps in breeding programs. In our country, there have not been any proper breeding programs on fruit trees, especially walnut, due to the lack of knowledge of desirable genes and plant germplasm. The objectives of this study were to classifying of walnut genotypes based on IPGRI descriptors traits and their genetic distance detection. In this study, 138 genotypes of Persian walnut from Tuisarkan and four national collections (Karaj, Shahrood, Urumia and Mashad) were analyzed, using 16 quantitative morphological traits. Cluster analysis of genotypes were done based on quantitative data with CLINK algorithm. In order to determine the desirable cluster numbers discriminant analysis method were separately performed and the site at which the most distinction between clusters observed, was suggested as the best cutting point and the clusters at that point referred as the best cluster numbers. In order to analyze the differences between the collected genotypes from various regions, region referred as the treatment and genotypes within each region were taken as the replications of that region. A one-side analysis of variance was performed for different regions genetic diversity detection, which indicated a significant difference between all regions for all traits except the trait mean 10-nut weight. Clusters mean comparison was done with Duncan's test were divided genotypes into six groups, based on quantitative (standardized) data. Regarding principal component analysis of quantitative traits, discriminant analysis was performed using a similarity matrix based on standardized quantitative data correlation coefficient. The two first principal components could agglomeratively describe 99.87 percent of the primary data changes and used for graphic genotype distribution.

Keywords: Genetic variation, Walnut Genotypes, Quantitative morphological marker

مقدمه

گردوی ایرانی (*Juglans regia*)، درختی چند منظوره و یکی از خشک میوه‌های بسیار مهم است که از گذشته‌های دور در ایران کشت می‌شده است. شناسایی و جمع‌آوری ژنوتیپ‌های بومی درختان میوه، اولین گام در مسیر برنامه‌های اصلاحی بشمار می‌آید. در کشور ما به دلیل عدم شناخت ژن‌های مطلوب و ژرم پلاسما گیاهی، برنامه‌های اصلاحی درختان میوه بر روی محصولات باغی خصوصاً درخت گردو انجام نشده است. با شناسایی خصوصیات ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف می‌توان ژن‌های مطلوب و مورد نیاز محققان را در دسترس آنها قرار داد. گردوی ایرانی در باغبانی به خاطر میوه و در جنگل‌داری به خاطر چوب با ارزش آن، در داروسازی به عنوان یک گیاه دارویی و در احداث پارک‌ها به عنوان یک گیاه زینتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. منشاء طبیعی گردو، مناطق کوهستانی آسیای مرکزی و به ویژه جنگل‌های شمال ایران است (۲). تولید جهانی بالغ بر ۱۱۸۴ هزار تن گردو در سال ۱۳۷۹، این محصول را یکی از مهمترین محصولات خشکباری جهان ساخته است (۷). در برنامه‌های اصلاحی گردو، هدف رسیدن به تولید بیشتر با کیفیت بالا، جهت رقابت در بازارهای جهانی می‌باشد (۸). عدم آگاهی متخصصان اصلاح نباتات از خصوصیات ژنتیکی گیاهان، موجب

می‌شود که کار به‌نژادی با کندی صورت گیرد. بنابراین هیچ برنامه به‌زراعی و به‌نژادی، بدون تعیین دقیق ماهیت ارقام و آشنایی با منابع ژنی میسر نیست.

جنس گردو، شامل ۲۱ گونه بومی آسیا، اروپای شرقی و آمریکای شمالی، جنوبی و مرکزی است که در بین این گونه‌ها، گردوی ایرانی به خاطر میوه خوراکی آن اهمیت تجاری دارد. این درخت یک پایه بوده و گل‌های نر به صورت شاتون بر روی شاخه‌های یک ساله و گل‌های ماده روی شاخه‌های فصل جاری تشکیل می‌گردند. تعداد کروموزوم در این گیاه برابر با ۳۲ می‌باشد (۱۶=x)، میوه گردو شفت بوده و از میوه‌های آجیلی (Nuts) محسوب می‌گردد. این گونه بومی منطقه‌ای است که از کوه‌های کارپات به طرف جنوب، از طریق اروپای شرقی امتداد یافته و از شرق به ترکیه، عراق، ایران تا کوه‌های اطراف هیمالیا گسترش دارد (۲). میزان تولید گردو در ایران در سال ۸۰-۱۳۷۹ حدود ۱۴۳ هزار تن، معادل ۱۲/۰۷٪ تولید جهانی و مقام سوم دنیا را داشته است. گردو سرشار از انرژی و مواد غذایی عمده مانند چربی، پروتئین، نشاسته، قندها، اسیدهای آمینه و ویتامین‌های A، B_۱، B_۲، C، E، و PP و مواد معدنی نظیر فسفر، آهن و پتاسیم می‌باشد. اولین گام در شناسایی ژنوتیپ‌های محلی، شناسایی مورفولوژیک آنها است. زیرا

این ویژگی‌ها به راحتی قابل اندازه‌گیری بوده و کاربرد عملی فراوانی دارند (۱). تنوع مورفولوژیک، حاصل تنوع ژنتیکی یک گیاه در ارتباط با اثرات متقابل ژنتیک و شرایط محیطی است که گیاه در آن رشد می‌کند و این تنوع یک راهنما جهت مطالعه تنوع ژنتیک است هر چند که به طور مطلق نمی‌توان بر روی این موضوع پافشاری نمود (۳).

عاطفی (۵)، در یک بررسی با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک بین ۲۵۰ ژنوتیپ گردوی ایرانی تنوع ژنتیکی بالایی را گزارش کرد، و زود بازده ترین کلون را K۲۱ و بالاترین عملکرد را B۲۱/۱ دیر برگ‌ده‌ترین کلون‌ها را K۱۴۳، K۶۶، K۱۱۴، K۹۶، و کلون‌های K۲۱، KH۷ را به عنوان ۱۰۰٪ باردهی جانبی و کلون‌های دارای پرفدرت‌ترین رشد معرفی نمود. Sharma (۹)، با مطالعه صفات مورفولوژیک کمی، همبستگی بین برخی از صفات میوه را تعیین نمود. Malvolti (۶)، با مطالعه مورفولوژی برگ و میوه و تنوع آیزوزایمی ۲۱ جمعیت گردو در ایتالیا، همبستگی بالایی را بین ماتریس‌های شباهت بر اساس صفات برگ، میوه و خصوصیات آیزوزایمی در درون جمعیت‌ها گزارش نمود. این مطالعه نشان داد که گروه بندی جمعیت‌ها با استفاده از داده‌های متفاوت نتایج والگوی گروه بندی یکسان دارند. در روش‌های کلاسیک طبقه بندی، برآورد تنوع در بین گیاهان، بر پایه ویژگی‌های مورفولوژیکی استوار است و استفاده مستمر از این ویژگی‌ها برای توصیف ژنوتیپ‌ها و ارقام دال بر اهمیت، ثبات و اعتبار این

صفات می‌باشد.

اهداف این تحقیق عبارتند از:

- ۱- بررسی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گردو در برخی استان‌های گردوخیز کشور بر اساس توصیف‌نامه تهیه شده توسط موسسه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی (IPGRI).
- ۲- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گردو بر اساس صفات اساسی کمی.
- ۳- تعیین فواصل ژنتیکی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی مورد استفاده در این مطالعه ۱۳۸ ژنوتیپ از مناطق مختلف می‌باشد که از شماره ۱ الی ۵۰ متعلق به منطقه تویسرکان و از ۵۱ الی ۷۱ متعلق به ارومیه، ۷۲ الی ۹۵ متعلق به مشهد و ۹۶ الی ۱۲۶ متعلق به کرج و کلکسیون ارقام خارجی کمال شهر و ۱۲۷ الی ۱۳۸ ژنوتیپ‌های متعلق به شاهرود، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

ابتدا ژنوتیپ‌های مورد نظر در سال ۷۹-۱۳۷۸ در توده گردوی تویسرکان و چهار کلکسیون تحقیقاتی گردو در ایستگاه‌های کرج، مشهد، ارومیه و شاهرود شناسایی و پلاک‌کوبی شدند. سپس از توصیف‌نامه بین‌المللی گردو جهت اندازه‌گیری صفات کمی درختان (جدول ۱) در

جدول ۱- صفات مورفولوژیک و برخی خصوصیات مورد مطالعه

صفات مورد مطالعه	حداکثر	حداقل	تعداد	انحراف معیار	میانگین
اندازه متوسط سطح برگچه بالغ (سانتی متر مربع)	۱۴۸/۷۴۰۰	۵۳/۸۷۰۰	۱۳۸	۲۲/۷۴۱۲	۷۸۸۸/۹۵
طول رگبرگ اصلی (سانتی متر)	۲۱/۹۳۰۰	۹/۵۲۰۰	۱۳۸	۲/۲۸۷۲	۱۶۷۸/۱۶
قطر میان گره (میلی متر)			۱۳۸	۰/۵۳۵۴	۰/۸۱۳۰
طول دمبرگ اصلی (سانتی متر)	۶۶/۰۰۰۰	۹/۸۰۰۰	۱۳۸	۵/۱۹۹۶	۱۹/۰۹۳۳
تاریخ باز شدن جوانه‌ها (روز پس از سال)	۴۶/۰۰۰۰	۸/۰۰۰۰	۱۳۸	۸/۰۹۹۹	۲۲/۵۲۱۷
تاریخ برداشت محصول (روز پس از سال)	۲۴۰/۰۰۰۰	۱۷۰/۰۰۰۰	۱۳۸	۱۱/۰۲۳۸	۲۱۲/۱۲۳۲
تاریخ برگ ریزان (روز پس از سال)	۲۷۶/۰۰۰۰	۲۱۸/۰۰۰۰	۱۳۸	۱۴/۰۴۶۵	۲۵۵/۷۶۸۱
قطر دانه (میلی متر)	۳۸/۹۰۰۰	۲۲/۰۰۰۰	۱۳۸	۳/۲۳۰۹	۲۹/۸۰۶۳
طول دانه (میلی متر)	۴۴/۰۰۰۰	۲۳/۲۸۰۰	۱۳۸	۳/۹۰۸۸	۳۳/۳۴۳۴
وزن دانه با پوست سخت (گرم)	۱۹/۵۰۰۰	۳/۷۱۰۰	۱۳۸	۳/۰۶۷۲	۱۰/۷۰۸۳
متوسط وزن ۱۰ مغز (گرم)	۱۴۱/۱۰۰۰	۱۴/۲۰۰۰	۱۳۸	۱۸/۱۰۶۷	۵۲/۸۱۶۲
درصد مغز (درصد)	۶۴/۰۰۰۰	۲۴/۰۰۰۰	۱۳۸	۷/۵۲۸۳	۴۸/۵۴۳۵
پوکی مغز (درصد)	۵۰/۵۰۰۰	۰/۵۰۰۰	۱۳۸	۹/۲۵۷۹	۵/۲۷۵۴
پروتئین (درصد)	۲۹/۹۱۰۰	۱۰/۰۳۰۰	۱۳۸	۲/۶۷۶۵	۱۷/۷۳۳۱
چربی (درصد)	۷۳/۶۴۰۰	۴۵/۱۱۰۰	۱۳۸	۴/۲۹۸۳	۶۶/۷۷۹۸
سن درخت (سال)	۱۰۰/۰۰۰۰	۷/۰۰۰۰	۱۳۸	۱۸/۲۳۳۵	۲۱/۶۰۱۴

۱۰ درجه سانتیگراد (صفر گیاهی گردو) بود که نشان می‌دهد، مناطق فوق برای کشت گردو مناسب می‌باشند. دیر برگ‌ترین ژنوتیپها K۲۵/۲ و T۹/۱ و T۹/۲ شاهرود می‌باشند که صفت بسیار مطلوبی است و حتی از کلون‌های امیدبخش G۳، Z۶۰، Z۶۳ و B۲۱/۳ کرج هم دیرتر، برگ آنها ظاهر گردید. چون هیچکدام از ژنوتیپ‌های گردو در مرحله برگ‌دهی به سرما مقاوم نیستند، بنابراین تنها راه مصونیت از سرما در گردو انتخاب ارقام دیربرگ مانند ژنوتیپ‌های فوق می‌باشد. زودرس‌ترین ژنوتیپ، G۳ کرج و دیررس‌ترین ژنوتیپ KH۳۲/۱ شاهرود می‌باشد. از نظر خزان، ژنوتیپ OR۶۳/۲ ارومیه از همه دیرتر خزان می‌نمود و ژنوتیپ Z۶۳ با وجود دیربرگ‌دادن قبل از همه خزان کرد.

تجزیه واریانس داده‌ها، اختلاف معنی‌داری را بین ژنوتیپ‌های مجموعه‌های مختلف، از نظر کلیه صفات مورد بررسی، به غیر از صفت متوسط وزن ۱۰ مغز نشان داد (جدول ۲). بنابر این می‌توان نتیجه گرفت که تنوع زیادی از نظر صفات مهم زراعی در ژرم پلاسسم گردوی ایرانی وجود دارد.

جهت تعیین صفات مطلوب هر مجموعه مقایسه میانگین با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد (جدول ۳). نتایج نشان داد که از نظر تاریخ باز شدن جوانه‌ها ژنوتیپ‌های منطقه شاهرود از نظر دیر جوانه‌دهی اختلاف معنی‌داری با سایر مناطق داشتند که این خصوصیت از نظر مقاومت در برابر سرمای دیررس بهره و جلوگیری از خسارات ناشی از آن مناسب می‌باشد. ژنوتیپ‌های کرج شامل بومی و ارقام خارجی، زودرس‌تر بوده و از این نظر اختلاف معنی‌داری را با ژنوتیپ‌های سایر مناطق نشان دادند. این مسئله با زود جوانه‌دهی این ژنوتیپ‌ها مطابقت دارد. تاریخ برگ‌ریزان ژنوتیپ‌ها می‌تواند به عنوان معیار گزینشی برای مقاومت به سرمای زودرس پاییزه استفاده گردد. تاریخ برگ‌ریزان زود هنگام، باعث زود خشبی شدن شاخه‌ها می‌گردد و در نتیجه درخت از سرمای زودرس پاییزه صدمه نمی‌بیند. ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از منطقه مشهد با تاریخ برگ‌ریزان زودتر نسبت به ژنوتیپ‌های سایر مناطق در کلاس جداگانه‌ای قرار گرفته و اختلاف آماری معنی‌داری برای این صفت نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند.

طول و قطر دانه می‌تواند به عنوان صفات موثر در گزینش غیرمستقیم ژنوتیپ‌های پر محصول در برنامه‌های اصلاحی مورد استفاده قرار گیرد. در این بررسی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری شده از منطقه شاهرود با میانگین قطر ۳۳/۲۹ میلی‌متر دارای بیشترین قطر دانه در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بودند و از این نظر اختلاف معنی‌دار با سایر ژنوتیپ‌ها نشان دادند. از نقطه نظر طول دانه، اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مناطق تویسرکان، ارومیه، کرج و خارجی کرج مشاهده نگردید و بیشترین طول مربوط به منطقه شاهرود با متوسط طول ۳۵/۵ میلی‌متر بود. عملکرد درخت گردو توسط وزن دانه با پوست سخت تعیین می‌گردد که این صفت تابع تعداد دانه و وزن مغز دانه می‌باشد. در این بررسی ژنوتیپ‌های مربوط به منطقه شاهرود، که دارای بیشترین طول و قطر دانه بودند، وزن دانه با پوست سخت بالاتری نیز داشتند و از این لحاظ، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها، از نظر آماری برتر بودند. در این بررسی بالا بودن متوسط وزن دانه با پوست سخت بالاتر در ژنوتیپ‌های مربوط به منطقه شاهرود به واسطه طول و قطر دانه بزرگ‌تر نسبت به سایر ژنوتیپ‌های مورد بررسی مشخص گردید و می‌توان از این

محل باغ استفاده گردید و صفات مورد نظر اندازه‌گیری شد و از هر ژنوتیپ حداقل ۱۰ برگ در ثلث میانی شاخه‌ها جهت اندازه‌گیری متوسط سطح برگ و تعداد ۲۰ بذر جهت اندازه‌گیری صفات میوه به موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی کرج آورده شد. پس از اندازه‌گیری صفات میوه، اندازه‌گیری‌های پروتئین و چربی در بخش تحقیقات دانه‌های روغنی موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج انجام گرفت. ضمناً برای تجزیه داده‌های به دست آمده، ابتدا تجزیه واریانس یکطرفه برای تعیین تنوع مناطق مختلف انجام گردید و مقایسه میانگین کلاسترهای مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه دانکن انجام شد. تجزیه کلاستر با استفاده از الگوریتم‌های UPGMA و COMPLET LINKAGE بر اساس فاصله اقلیدسی بر روی داده‌های استاندارد انجام گرفت. برای حذف اثر زنجیره‌ای (Chaining effect) در روش UPGMA که تفسیر نتایج را دشوار می‌کرد، روش CLINK جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده گردید. برای تعیین بهترین نقطه برش و به دست آوردن تعداد مطلوب کلاستر تجزیه تابع تشخیص برای برش‌های مختلف انجام شد و محلی که در آن نقطه بیشترین تمایز بین گروه‌ها یا کلاسترها مشاهده شد، به عنوان بهترین محل برش و تعداد کلاسترهای حاصل در آن نقطه به عنوان تعداد مطلوب کلاستر انتخاب شد (۴).

نتایج

در این تحقیق، سعی شده با مطالعه ژنوتیپ‌های مختلف گردوی کشور، میزان تنوع مورفولوژیک آنها از لحاظ صفات کمی، بررسی گردد، تا در وهله اول میزان تشابه و فاصله آنها از نظر ژنتیکی مشخص گردد، سپس در صورت اثبات وجود تنوع ژنتیک کافی در صفات درخت و میوه از نتایج آن در برنامه‌های اصلاحی آینده گردو استفاده گردد. در اغلب کشورهای گردوخیز، ژنوتیپ‌های گردو از نظر صفات مورفولوژیک یا ظاهری ارزیابی و شناسایی شده و ژنوتیپ‌های برتر معرفی شده‌اند. در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه صفات مورفولوژیک زیر بررسی و اندازه‌گیری شدند.

نتایج نشان داد که درصد مغز ژنوتیپ‌ها بین ۶۴-۲۴ درصد متغیر بود و بیشترین درصد مغز مربوط به ژنوتیپ K۲۱/۳ و OR۲۴/۱ مشهد با ۶۴ درصد مغز و کمترین درصد نیز مربوط به ژنوتیپ T۱۱/۱ مشهد با ۲۴ درصد مغز بود. ضمناً ۵۰/۷۲٪ از ژنوتیپ‌ها بیش از ۵۰٪ مغز داشتند. متوسط وزن مغز هر میوه بین ۱۴/۱-۱/۴۲ گرم بود که بیشترین میزان مغز مربوط به ژنوتیپ K۱۰۳/۱ کرج با ۱۴/۱ گرم و کمترین مقدار مغز در ژنوتیپ OR۸۰ ارومیه با ۱/۴۲ گرم وزن مغز به دست آمد. طول میوه ژنوتیپ‌ها بین ۳-۴۴ و عرض آنها بین ۲۲-۳۸/۹ میلی‌متر بود. متوسط وزن هر میوه ۳/۷-۱۹/۵ گرم متغیر بود. وزن پوست سخت میوه (Shell) بین ۳۶-۷۶ درصد کل وزن میوه متغیر بود. درصد پروتئین مغز در ژنوتیپ‌ها بین ۲۹/۹-۱۰/۳٪ و به‌طور متوسط ۱۷/۷٪ بود. ضمناً ۵۹/۴٪ ژنوتیپ‌ها بیش از ۱۷٪ پروتئین داشتند. درصد روغن مغز در ژنوتیپ‌ها بین ۴۵/۱-۷۳/۶٪ متغیر و به‌طور متوسط ۶۶/۸٪ بود. کمترین میزان روغن مربوط به ژنوتیپ OR۸۰ ارومیه با ۴۵/۱ درصد روغن و بیشترین درصد روغن مربوط به ژنوتیپ OR۲۰/۲ مشهد با ۷۳/۶ درصد روغن بود. ضمناً تعداد ۲۰ ژنوتیپ در مجموع بالای ۷۰٪ روغن داشتند که منابع بسیار خوبی برای کارهای اصلاحی هستند و ۹۲/۷٪ ژنوتیپ‌ها بیش از ۶۰٪ که مقدار استاندارد می‌باشد، روغن داشتند (شکل ۳). متوسط سالیانه دما، بالای

جدول ۲- تجزیه واریانس یکطرفه صفات مورفولوژیک کمی برای مناطق مختلف

منبع تغییرات	df	طول رگبرگ اصلی	قطر میان گره	طول دمبرگ اصلی	تاریخ باز شدن جوانه ها	تاریخ برداشت محصول	تاریخ برگ ریزان	سن درخت	
بین مناطق	۵	۱۹/۳۸ (۰/۰۰۲)	۱/۷۹ (۰/۰۰۰)	۱۱۱/۴۴ (۰/۰۰۱)	۱۰۳۱/۴۷ (۰/۰۰۰)	۱۸۷۹/۳۱ (۰/۰۰۰)	۳۶۹۳/۹۹ (۰/۰۰۰)	۲۰۴۵/۳۷ (۰/۰۰۰)	
اشتباه	۱۳۷	۴/۷۰	۰/۲۳	۲۳/۸۴	۲۹/۰۲	۵۴/۹۴	۶۴/۸۵	۲۶۷/۵۸	
منبع تغییرات	df	قطر دانه	طول دانه	وزن دانه با پوست سخت	متوسط وزن ۱۰ مغز	درصد مغز	درصد پوکی مغز	میزان پروتئین	میزان چربی
بین مناطق	۵	۴۵/۰۵ (۰/۰۰۰)	۴۳/۶۸ (۰/۰۱۲)	۲۷/۱۸ (۰/۰۱۱)	۴۴۳/۸۹ (۰/۲۳۹)	۱۸۲/۲۲ (۰/۰۰۵)	۲۹۹/۹۳ (۰/۰۰۳)	۳۹/۰۹ (۰/۰۰۰)	۸۹/۳۳ (۰/۰۰۰)
اشتباه	۱۳۷	۹/۱۳	۱۴/۲۰	۸/۷۳	۳۲۳/۴۶	۵۱/۹۲	۷۷/۵۹	۵/۹۵	۱۵/۷۹

اعداد داخل پرانتز نشان دهنده سطح احتمال معنی دار شدن و سایر اعداد میانگین مربعات (MS) می باشند.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورفولوژیک کمی مورد مطالعه در مناطق مختلف با استفاده از آزمون دانکن در سطح ۵٪

منطقه	اندازه متوسط برگچه بالغ (سانتیمتر مربع)	طول رگبرگ اصلی (سانتیمتر)	قطر میان گره (میلیمتر)	طول دمبرگ اصلی (سانتیمتر)	تاریخ باز شدن جوانه ها (روز پس از اول سال)	تاریخ برداشت محصول (روز پس از اول سال)	تاریخ برگ ریزان (روز پس از اول سال)	سن درخت (سال)
(۱) تویسرکان	۱۰۱/۲۷ AB	۱۶/۴۶ B	۰/۷ B	۱۸/۹۵ B	۱۷/۵۸ C	۲۱۴/۳۴ B	۲۶۵/۱۴ C	۳۳/۰۲ A
(۲) ارومیه	۹۸/۶۱ ABC	۱۶/۵۱ B	۱/۴۱ A	۱۵/۳۳ C	۲۵/۳۳ B	۲۱۴/۴۳ B	۲۶۱/۹۵ C	۱۵/۴۸ B
(۳) مشهد	۸۹/۲۳ BCD	۱۵/۴۰ B	۰/۷۵ B	۱۹/۲۸ B	۲۸/۰۸ B	۲۱۴/۲۵ B	۲۳۴/۰۴ A	۱۵ B
(۴) شاهرود	۱۱۲/۲۰ A	۱۸/۲۱ A	۰/۶۷ B	۱۹/۲۵ B	۳۷/۰۸ A	۲۲۹ C	۲۶۳/۴۲ C	۱۵ B
(۵) کرج	۸۲/۸۰ D	۱۵/۰۶ B	۰/۷۵ B	۲۰/۴۳ AB	۱۹/۳۸ C	۱۹۸/۱۳ A	۲۴۷/۱۹ B	۱۵ B
(۶) خارجی کرج	۸۴/۹۱ CD	۱۵/۵۱ B	۰/۶۴ B	۲۳/۰۰ A	۱۷/۸۷ C	۱۹۹/۵۳ A	۲۵۳/۶۷ C	۱۵ B
میانگین کل	۹۵/۷۹	۱۶/۱۷	۰/۸۱	۱۹/۰۹	۲۲/۵۲	۲۱۲/۱۲	۲۵۵/۷۷	۲۱/۶
منطقه	قطر دانه	طول دانه	وزن دانه با پوست سخت	متوسط وزن ۱۰ مغز	درصد مغز	میزان پوکی مغز (درصد)	میزان پروتئین	میزان چربی
(۱) تویسرکان	۲۹/۳۲ BC	۳۳/۹۴ AB	۱۰/۴۴ B	۵۱/۳ A	۴۹/۲۲ AB	۵/۵ A	۱۸/۲۵ AB	۶۷/۱۴ AB
(۲) ارومیه	۳۱/۰۴ B	۳۳/۹۴ AB	۱۱/۰۸ B	۵۱/۹۱ A	۴۵/۶۲ B	۱۲/۳۶ B	۱۹/۶۲ A	۶۳/۱۱ C
(۳) مشهد	۲۹/۰۲ BC	۳۱/۰۷ C	۹/۶۷ B	۵۰/۵ A	۵۳/۰۴ A	۲/۵۸ A	۱۶/۸۳ BC	۶۸/۲۳ AB
(۴) شاهرود	۳۳/۲۹ A	۳۵/۴۸ A	۱۳/۴۹ A	۵۹/۶۷ A	۴۴/۵۸ B	۳ A	۱۵/۲۲ C	۶۹/۴۶ A
(۵) کرج	۲۹/۲۳ BC	۳۲/۳۹ BC	۱۱/۱۸ B	۶۱/۱۵ A	۴۷/۵ B	۱/۷۵ A	۱۷/۲۴ B	۶۵/۷۸ B
(۶) خارجی کرج	۲۸/۷۹ C	۳۳/۴۵ ABC	۱۰/۰۲ B	۴۸/۴۷ A	۴۷/۴۷ B	۴/۵ A	۱۶/۸۳ BC	۶۷/۳۰ AB
میانگین کل	۲۹/۸۱	۳۳/۳۴	۱۰/۷۱	۵۲/۸۲	۴۸/۵۴	۵/۲۸	۱۷/۷۳	۶۶/۷۸

میانگین‌های هر ستون که دارای حروف مشابه هستند در سطح ۵٪ با یکدیگر اختلاف معنی دافر ندارند

که در تجزیه تابع تشخیص هم در یک کلاس مجزا قرار گرفتند. که منشاء اولیه هر دو ژنوتیپ از شهر کرج بوده و در کرج نیز کشت شده‌اند. کلاستر ۴ شامل بقیه ژنوتیپ‌های کرج و تعدادی از ژنوتیپ‌های تویسرکان. کلاستر ۵ شامل تمام ژنوتیپ‌های شاهرود. کلاستر ۶ شامل اغلب ژنوتیپ‌های تویسرکان بودند.

برای تعیین صفات مطلوب هر خوشه (گروه)، میانگین صفات مورد مطالعه برای هر خوشه بر آورد و به صورت گرافیکی نشان داده شده است (شکل ۳) با توجه به این اطلاعات مشخص شد که کلاستر شماره ۳ و ۴ شامل ژنوتیپ‌های کرج و بخشی از تویسرکان، زودرس‌ترین ژنوتیپ‌ها بودند در نتیجه در گزینش برای زودرسی می‌توان از ژرم‌پلاسم این مناطق استفاده کرد. کلاستر شماره ۵ شامل ژنوتیپ‌های شاهرود که دیرتر جوانه‌زده و از این نظر با کلاسترهای دیگر اختلاف زیادتیری را نشان دادند با توجه به اینکه دیر جوانه‌دهی می‌تواند به عنوان یک شاخص برای مقاومت در برابر سرمای دیررس بهاره باشد، این کلاستر می‌تواند به عنوان منبعی از نقطه نظر اصلاح برای مقاومت به سرمای دیررس بهاره مورد استفاده قرار گیرد. کلاستر ۵ از نظر طول و قطر دانه و وزن دانه با پوست سخت (عملکرد) دارای بیشترین مقدار می‌باشند. بنابراین ژنوتیپ‌های این کلاستر که شامل ژنوتیپ‌های شاهرود می‌باشند ژنوتیپ‌های پرمحصولی هستند. کلاستر ۱، شامل ژنوتیپ‌های مشهد از نظر درصد مغز نسبت به سایر کلاسترها برتری دارد. بنابراین برای عملکرد اقتصادی، انتخاب ژنوتیپ‌های مناسب از این کلاستر می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی راهگشا باشد. از نظر میزان پروتئین، کلاستر شماره ۲ شامل ژنوتیپ‌های ارومیه، بیشترین میزان پروتئین و از نظر چربی ژنوتیپ‌های مشهد و شاهرود بیشترین میزان چربی را دارند که می‌توان از این کلاسترها در برنامه‌های اصلاحی جهت افزایش ارزش غذایی گردو برای دستیابی به رقم‌های با میزان پروتئین و چربی بالا استفاده نمود.

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) با استفاده از ماتریس ضریب همبستگی به عنوان روش مکمل تجزیه خوشه‌ای انجام شد (شکل ۴). دو مؤلفه اصلی اول به طور تجمعی ۹۹/۸۷ درصد تغییرات داده‌های اولیه را توجیه کردند. نمایش گرافیکی ژنوتیپ‌ها بر اساس دو مؤلفه اصلی اول نتایج مشابه با تجزیه خوشه‌ای فراهم کرد. نتایج بررسی نشان دادند که ژرم پلاسم گردو دارای تنوع وسیعی برای تمام صفات باغی و اقتصادی است که گزینش ژنوتیپ‌هایی با صفات مطلوب از توده‌های مختلف می‌تواند تضمینی برای برنامه‌های اصلاحی موفق در اصلاح گردو باشد.

همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود ربع اول (سمت چپ بالا) تمام ژنوتیپ‌های شاهرود و چهار ژنوتیپ ۲۰، ۱۹، ۴۵ و ۴۶ کرج به طور جداگانه قرار دارند و در ربع دوم (بالا سمت راست) تمام ژنوتیپ‌های تویسرکان در قسمت بالا و ژنوتیپ‌های کرج در قسمت پایین قرار می‌گیرند و در ربع سوم (پایین سمت راست) تمام ژنوتیپ‌های ارومیه قرار گرفته‌اند و در ربع چهارم (سمت چپ پایین) ژنوتیپ‌های مشهد قرار می‌گیرند و به خوبی بر اساس منشا جغرافیایی ژنوتیپ‌ها مطابقت دارد.

سیس تجزیه تابع تشخیص برای تأیید گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها بر اساس مناطق جغرافیایی انجام گردید. نتایج نشان دادند تجزیه تابع تشخیص بر اساس داده‌های مورفولوژیک کمی با منشاء جغرافیایی ژنوتیپ‌ها مطابقت

ژنوتیپ‌ها در کارهای اصلاحی آینده به عنوان والد استفاده نمود.

درصد مغز دانه به عنوان شاخص عملکرد اقتصادی در درختان گردو مدنظر می‌باشد. هر چند که ژنوتیپ‌های مربوط به منطقه شاهرود دارای وزن دانه با پوست سخت بالاتری بودند ولی از نقطه نظر درصد مغز در کلاس دوم قرار داشته و ژنوتیپ‌های مشهد با ۵۳/۰۴ درصد مغز نسبت به سایر مناطق برتری داشتند. از نظر درصد پوکی مغز، ژنوتیپ‌های ارومیه با ۱۲/۳۶ درصد پوکی مغز، نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها نامطلوب‌تر بودند. ارزش غذایی محصولات خشکبار خصوصاً گردو، به میزان پروتئین و چربی آنها بستگی دارد.

ژنوتیپ‌های ارومیه و تویسرکان، با میزان پروتئین بالا، به عنوان ژنوتیپ‌های مطلوب برای این خصوصیت تشخیص داده شدند. از نظر میزان چربی ژنوتیپ‌های تویسرکان، مشهد، شاهرود و ارقام خارجی کرج دارای میزان چربی بالایی بودند و کمترین میزان چربی در ژنوتیپ‌های ارومیه که دارای بیشترین میزان پروتئین بودند مشاهده گردید. وجود کمترین میزان پروتئین و بالاترین میزان چربی در ژنوتیپ‌های شاهرود می‌تواند مؤید رابطه منفی بین این دو خصوصیت باشد. بنابراین گزینش و استفاده از ژنوتیپ‌هایی که دارای حد معقول هر دو خصوصیت هستند (به عنوان مثال ژنوتیپ‌های با چربی و پروتئین نسبتاً بالای تویسرکان) باید در برنامه‌های اصلاحی مدنظر باشند.

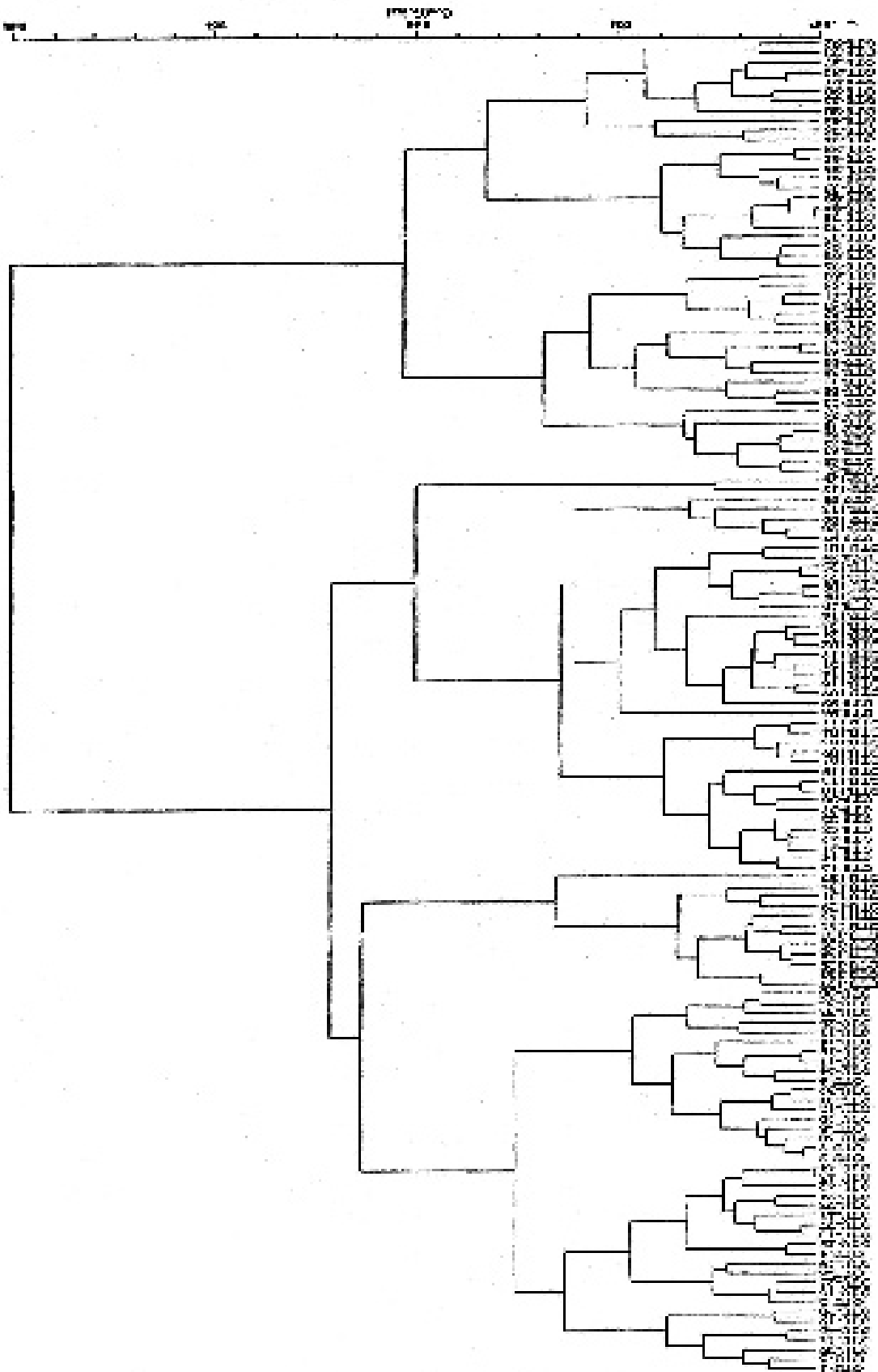
با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از مناطق مختلف از نظر خصوصیات متفاوتی، برتر از سایر ژنوتیپ‌ها هستند، بنابراین در برنامه‌های اصلاحی، گزینش ژنوتیپ‌های برتر از مناطق مختلف، برای صفات مورد نظر و در صورت امکان تجمیع آنها در ژنوتیپ‌های اصلاح شده، می‌تواند ژنوتیپ‌هایی را با کارایی بالا، از نقطه نظر صفات باغی و اقتصادی فراهم آورد.

گروه بندی ژنوتیپ‌ها

با توجه به این که اطلاعات دقیق از شجره ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دست نبود و به علت ادغام توده‌های مناطق مختلف، تجزیه خوشه‌ای جهت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها صرف نظر از محل جمع آوری آنها انجام شد. برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بر اساس صفات کمی، تجزیه خوشه‌ای با استفاده از الگوریتم‌های UPGMA و CLINK بر اساس فاصله اقلیدسی انجام گردید. برای حذف اثر واحد صفات مختلف، داده‌ها قبل از تجزیه کلاستر براساس میانگین و انحراف معیار هر صفت استاندارد شدند. با توجه به اثر زنجیره‌ای در روش UPGMA که تفسیر نتایج را مشکل می‌ساخت، دندروگرام حاصل از روش CILINK برای گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها استفاده گردید (شکل ۱). برای تعیین محل برش کلاستر یا تعیین تعداد مطلوب کلاستر، دندروگرام از دو نقطه که حداکثر فاصله را در بین کلاسترها نشان می‌داد، برش داده شد. جهت تعیین بهترین محل برش، از بین این دو نقطه، تجزیه تابع تشخیص با در نظر گرفتن هر کلاستر در نقطه برش به عنوان یک گروه انجام شد و بیشترین تمایز در نقطه برش دوم با شش کلاستر به دست آمد (شکل ۲).

کلاسترهای حاصل شامل ژنوتیپ‌های زیر می‌باشند.

کلاستر ۱ شامل تمام ژنوتیپ‌های مشهد. کلاستر ۲ شامل تمامی ژنوتیپ‌های ارومیه. کلاستر ۳ شامل ۲ ژنوتیپ K1۰۳/۱ و K2۷/۲ از کرج



گردو بر
دورترین
رقام

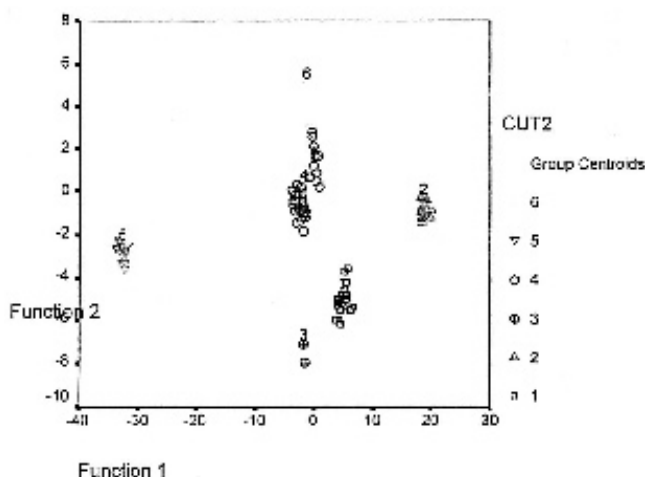
است انتخاب نمود و در کارهای اصلاحی برای جمعیت صفات در ارقام جدید اقدام نمود.

تشکر و قدردانی

از معاونت محترم باغبانی وزارت جهاد کشاورزی و موسسه تحقیقات بیوتکنولوژی کشاورزی و بخش تحقیقات باغبانی و بخش دانه‌های روغنی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر که در فراهم نمودن امکانات جهت انجام آزمایشات مرا یاری دادند و همچنین از آقای دکتر سیدابوالقاسم محمدی که در تجزیه‌های آماری مددکارم بودند صمیمانه سپاسگزارم.

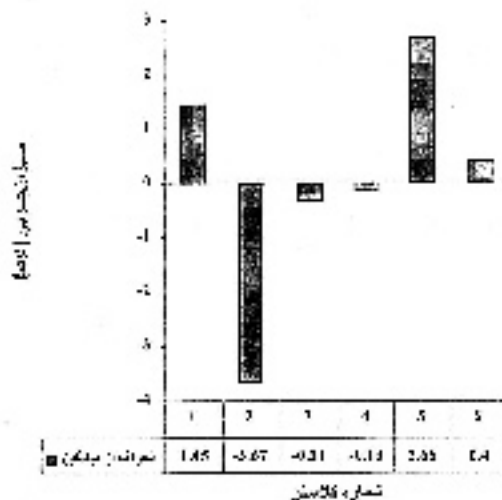
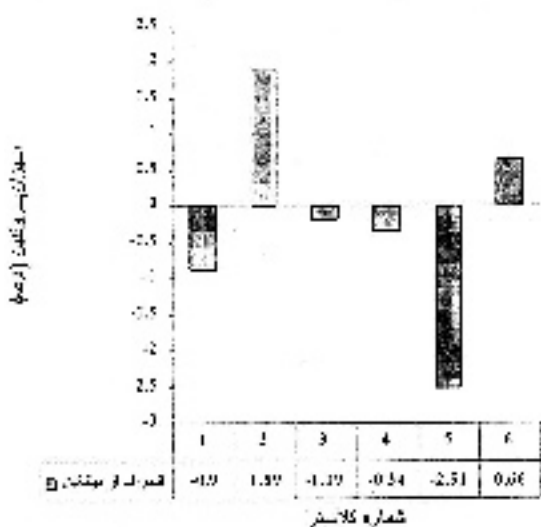
منابع مورد استفاده

- ۱ - رضوی، ف. ۱۳۷۷؛ شناسایی ژنوتیپ‌های بومی به در برخی از نقاط استان اصفهان (شهرستان اصفهان، فلاورجان و نطنز) پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
- ۲ - روی سسی رم. ۱۳۷۵؛ پایه‌های درختان میوه. ترجمه حسین رادنیاء. نشر آموزش کشاورزی، کرج. ۶۳۷ صفحه.
- ۳ - شیخ علی، م. ۱۳۷۹؛ بررسی تنوع مورفولوژیکی گونه بارانک در جنگل‌های تالش. پایان‌نامه ارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان



شکل ۲- تجزیه تابع تشخیص برای تعیین تعداد مطلوب کلاستر:

نقطه برش برای ایجاد شش زیرکلاستر
 کلاستر ۱، ژنوتیپ های مشهد، کلاستر ۲، ارومیه، کلاستر ۳، کرج، کلاستر ۴ کرج و
 تویسرکان، کلاستر ۵ شاهرود، کلاستر ۶، تویسرکان



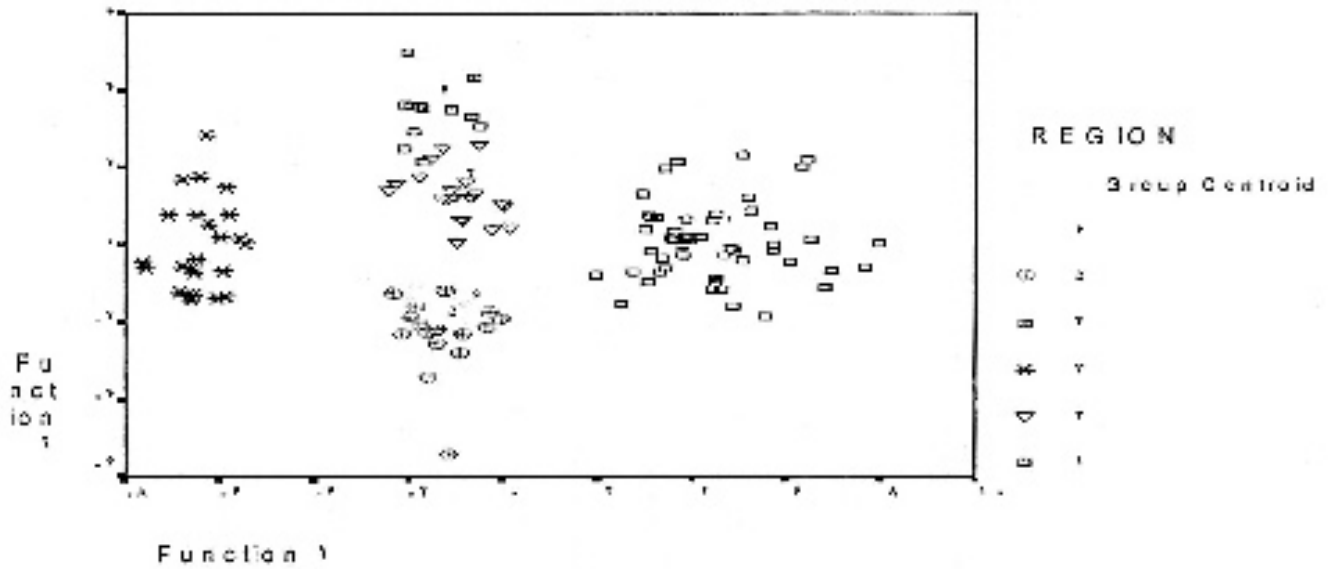
شکل ۳- ارزش نسبی کلاسترهای مختلف نسبت به میانگین کل صفت مورد مطالعه در صفات میزان چربی و میزان پروتئین کلاستر ۱، ژنوتیپ های مشهد، کلاستر ۲، ارومیه، کلاستر ۳، کرج، کلاستر ۴ کرج و تویسرکان، کلاستر ۵ شاهرود، کلاستر ۶، تویسرکان

۴ - مقدم، م.، محمدی شوی، ا. و آقای سربزره، م. ۱۳۷۳؛ آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره. (ترجمه) انتشارات پیش‌تاز علم تبریز.

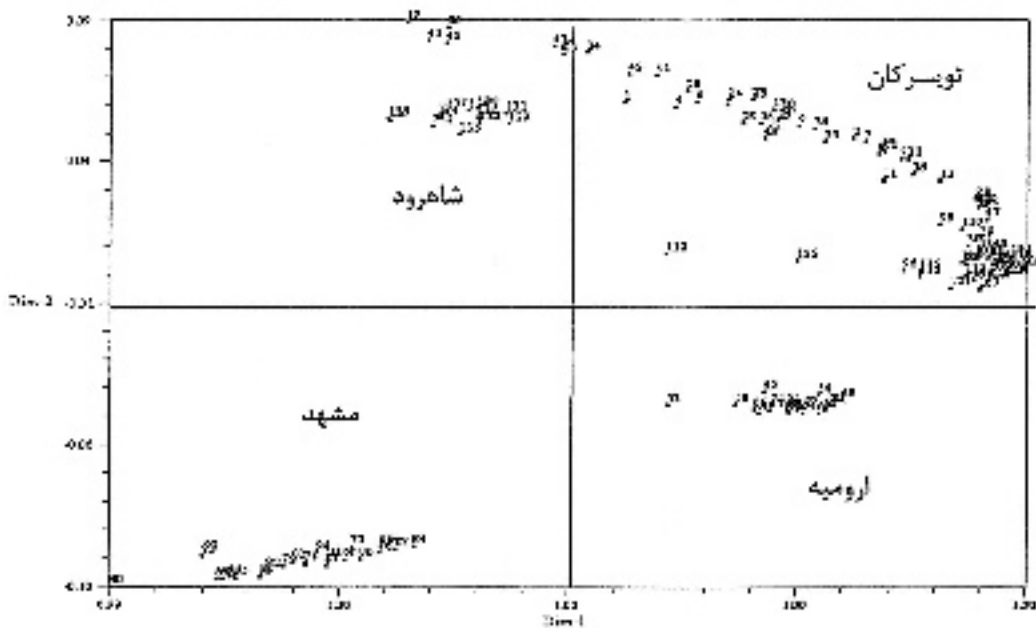
5-Atefi, J. 1993; Evaluation of walnut genotypes in Iran. Acta Horticulture, 311:25-33.

6-Malvolti, M. E., Finechi, S. and Pigliucci, M. 1994;

دارد (شکل ۴). به طوری که مشخص است ژنوتیپ‌های جمع آوری شده از مناطق مختلف بر اساس صفات مورد مطالعه از یکدیگر متمایز شدند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که این درختان در طی سالیان طولانی کشت و کار به شرایط آب و هوایی منطقه خود سازگاری پیدا کرده‌اند. در نتیجه جهت پیدا کردن ژنوتیپ‌های بالقوه برای صفات خاص می‌توان این ژنوتیپ‌ها را از مناطقی که دارای شرایط انحصاری برای یک صفت ویژه



شکل ۴- تجزیه تابع تشخیص داده‌ها بر اساس مناطق جغرافیایی



شکل ۵- تجزیه به مولفه‌های اصلی با استفاده از داده‌های کمی استاندارد بر اساس ماتریس ضرایب همبستگی

Morphological integration and genetic variability in *Juglans regia* L. Journal of heredity, 85: 389-394.

7-McGranahan, G.H and Leslie, C.A. 1990; Walnut. In: Moore J.N. and Bellington J.R. (eds). Genetic resources of fruit and crops. Vol 2. ISSH, Wageningen. 907-951.

8-Ramos, D. E. 1997; Walnut industry in the world: Prospects for research and production. Acta Horticulture, 442: 419-423.

9-Sharma, O. C. and Sharma S.D., 2001; Correlation between nut and kernel characters of Persian walnut seedling trees of Garsa vallet in Kullu district of Himachal Pradesh. Acta Horticulture, 544: 129-132.