

ارزیابی خصوصیات کمی و کیفی بعضی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام

سید اصغر موسوی قهفرخی^۱، محمدرضا فتاحی مقدم^{۲*}، ذبیح‌اله زمانی^۳ و علی ایمانی^۴
۱، دانشجوی سابق دکتری پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران و عضو هیأت علمی
مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج، ۲، ۳، دانشیاران پردیس کشاورزی و منابع طبیعی
دانشگاه تهران، ۴، استادیار مؤسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج
(تاریخ دریافت: ۸۷/۷/۲۹ - تاریخ تصویب: ۸۸/۸/۶)

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع مرفولوژیکی برخی از ارقام و ژنوتیپ‌های بادام، آزمایشی روی ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام ایرانی و خارجی انجام گرفت. در این مطالعه ۲۹ صفت کمی و کیفی خشک میوه و مغز و همچنین ۴ صفت فنولوژیک درخت مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار هستند که نشان‌دهنده وجود تنوع بین ارقام و صفات مورد بررسی است. صفاتی مانند وزن خشک میوه، درصد مغز، درصد دو قلوبی، سختی و ضخامت پوست چوبی، عادت رشد و زمان رسیدن که ضرایب تغییرات بالاتری نشان دادند، دارای تنوع بالاتری بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند. ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت یا منفی بین برخی صفات مهم بود. نتایج تجزیه کلاستر بر اساس تمام صفات اندازه‌گیری شده، ارقام را در فاصله اقلیدسی ۲۵، به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد. با کاهش فاصله اقلیدسی از ۲۵ به ۵، ژنوتیپ‌ها و ارقام به شش گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند. از عوامل مهم تفکیک کلاسترهای اصلی صفاتی از جمله طول، شکل و وزن خشک میوه و مغز، درصد مغز، میزان ضخامت و سختی پوست چوبی و زمان گل‌دهی بودند. تجزیه عامل توانست صفات مورد ارزیابی را به ۹ عامل اصلی کاهش دهد که مجموعاً ۸۳ درصد واریانس کل را توجیه نمودند. در محدوده هر عامل صفات با ضرایب بالای ۰/۶ به عنوان ضرایب عاملی معنی‌دار در نظر گرفته شدند. براساس نتایج تجزیه عامل‌ها خصوصیات خشک میوه و مغز شامل: طول، ضخامت (قطر)، وزن و اندازه خشک میوه و ضخامت و سختی پوست چوبی، میزان نقوش و شکاف در پوست چوبی، درصد مغز، طول، عرض و ضخامت (قطر) مغز، درصد دو قلوبی، شکل خشک میوه و مغز بیشترین سهم را در تفاوت بین ارقام و ژنوتیپ‌ها نشان دادند. با استفاده از سه عامل اصلی در تجزیه پلات ارقام و ژنوتیپ‌هایی با خصوصیات پوست نازک و کاغذی، طول خشک میوه و مغز بلندتر، وزن و درصد مغز بالاتر از ارقام و ژنوتیپ‌هایی با پوست سخت، وزن مغز و درصد مغز پایین‌تر، طول میوه و مغز کوچک‌تر ولی ضخامت و وزن خشک میوه بیشتر و درصد دو قلوبی بالاتر تفکیک گردیدند. بر اساس نتایج به دست آمده ارقام 'شاه‌رود ۱۲'، 'شاه‌رود ۷'، 'شاه‌رود ۸-ب'، 'زرقان ۷'، 'فرانیس'، 'شاه‌رود ۲۱'، 'مامایی'، 'نان پاریل'، 'مونتری'، 'سونورا'، 'نی پلاس الترا'، 'یلدا' و ژنوتیپ‌های 'کا-۱۲-۴-۴'، 'کا-۱-۱۶'، 'کا-۱۱-۴۰' و 'کا-۱۰-۱۵' از نظر صفات خشک میوه و مغز برتری نسبی نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: بادام، صفات کمی و کیفی، همبستگی صفات، تجزیه عامل، تجزیه کلاستر.

مقدمه

بادام یکی از قدیمی‌ترین درختانی است که در نقاط سردسیری و نیمه‌سردسیری ایران پراکنده است و تا به حال قریب ۲۲ گونه آن در ایران گزارش شده است (syn. P. Imani et al., 1997). درخت بادام با نام علمی (*Prunus dulcis amygdalus*) متعلق به خانواده Rosaceae و زیرخانواده Prunoideae می‌باشد. ارقام اهلی بادام از توده‌های وحشی *Prunus communis* در آسیای مرکزی منشأ گرفته‌اند و محدوده اصلی کشت بادام در عرض جغرافیایی ۳۶-۴۵ درجه شمالی واقع در ارتفاعات بین ۷۰۰ الی ۱۷۰۰ متر قرار گرفته است. امروزه تولید عمده این محصول در سه ناحیه دنیا شامل: آسیا، حوزه مدیترانه و آمریکا (ایالت کالیفرنیا) متمرکز است و مقدار محدودی هم به استرالیا، آفریقای جنوبی، آرژانتین و شیلی تعلق دارد (Kester & Gradziel, 1996). ایران یکی از مهم‌ترین تولیدکنندگان بادام در جهان می‌باشد و از لحاظ سطح زیر کشت بادام، پس از کشورهای اسپانیا و آمریکا در رتبه سوم جهان و از نظر میزان تولید پس از کشورهای آمریکا، اسپانیا، سوریه و ایتالیا در رتبه پنجم جهان قرار دارد (FAO, 2007).

بررسی و تعیین تنوع ژنتیکی در مواد گیاهی از اهمیت بالایی برخوردار است و گام اولیه و اساسی برای شناسایی، حفظ و نگهداری ذخائر توارثی که پایه اساسی برای تحقیقات ژنتیکی و برنامه‌های اصلاحی است، می‌باشد. اصلاح و تولید ارقام جدید وابسته به قدرت انتخاب دقیق بین گیاهان می‌باشد که این خود بستگی به شناسایی ارقام و تنوع موجود در آنها دارد.

Lansari et al. (1994) تنوع مورفولوژیکی بین بادام‌های انتخابی در مراکش و ارقام خارجی مناطق مدیترانه و آمریکای شمالی را از نظر خصوصیات خشک میوه، مغز و عادت رشد بررسی و گزارش کردند که خصوصیات مورفولوژیکی خشک میوه و مغز کمتر تحت تاثیر شرایط اقلیمی قرار می‌گیرند و در مقایسه با خصوصیات برگ اهمیت بیشتری در ارزیابی تنوع ژنتیکی بین ارقام و ژنوتیپ‌های بادام دارند. Talhouk et al. (2000) تنوع فنوتیپی و خصوصیات مورفولوژی گونه‌های جنس آمیگدالوس (*Amygdalus*) را بر اساس ۱۳ صفت کمی و ۴ صفت کیفی ارزیابی کردند. نتایج

نشان داد که تنوع ژنتیکی در گونه‌های *A. communis*، *A. orientalis* و *A. korshinski* در لبنان بالا است و صفات وزن میوه، حجم میوه، عرض میوه، حجم مغز و سختی و ضخامت پوست چوبی میوه، بالاترین مقدار واریانس را در گونه‌های *A. communis* و *A. orientalis* داشته‌اند.

De Giorgio & Polignano (2001) تنوع ۸۸ رقم بادام در جنوب ایتالیا را از لحاظ ۲۰ صفت درخت، خشک میوه و مغز مورد بررسی قرار دادند. تجزیه کلاستر، این ارقام را در ۷ گروه قرار داد که مهم‌ترین فاکتور در تشکیل کلاسترها درصد دوقلوبی و بعد از آن صفاتی مثل ضخامت خشک میوه و مغز، شکل خشک میوه و مغز و اندازه خشک میوه، مغز و درصد مغز بودند. De Giorgio et al. (2007) با ارزیابی ۵۲ رقم بادام در جنوب ایتالیا این ارقام را از نظر خصوصیات نظیر عملکرد مغز، درصد مغز، دوقلوبی، وزن خشک میوه و مغز، چربی کل و میزان آلفا-توکوفرول مورد ارزیابی قرار دادند. صفت مربوط به آلفا-توکوفرول در بین ارقام بیشترین ضریب تغییرات را نشان داد و به عنوان یک فاکتور مهم در طبقه‌بندی در داخل گروه‌ها (کلاسترها) که شباهت زیادی داشتند، به کار رفت. دوقلوبی و درصد مغز، ضریب تنوع بالایی را نشان دادند ولی وزن مغز، کمترین تنوع را نشان داد. Chalak et al. (2007) خصوصیات مورفولوژیکی ۳۶ رقم بادام را با استفاده از ۲۰ صفت کمی و کیفی که عمدتاً خصوصیات میوه و مغز بودند، بررسی کردند. بر اساس نتایج، تنوع زیادی بین این ارقام وجود داشت و در بین آنها نیز دو رقم یکسان یا هم‌نام مشخص شد. یکی از بهترین راهکارهای طبقه‌بندی ژرمپلاسم و تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی بین افراد، استفاده از روش آماری چند متغیره است. از بین این روش‌ها، تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌های اصلی (PCA) بیشتر از بقیه کاربرد دارند. در تجزیه کلاستر، افراد یک کلاستر از نظر صفات مورد بررسی دارای شباهت‌های زیاد و افرادی که در کلاسترهای جداگانه قرار می‌گیرند، از نظر آن صفات، ناهمگن‌تر هستند. روش تجزیه عامل‌ها^۱ روش آماری چند متغیره

مستقل ضرایب عاملی ۰/۶ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. تجزیه کلاستر و گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش وارد^۳ یا حداقل واریانس و بر مبنای مربع فاصله اقلیدوسی^۴، به عنوان معیار فاصله استفاده شد و محاسبه فواصل بعد از استاندارد کردن داده‌ها انجام گرفت.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس صفات

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه با یکدیگر دارای تفاوت معنی‌دار هستند که دلیل بر وجود تنوع در صفات مورد بررسی است، لذا امکان انتخاب ارقام برای مقادیر مختلف یک صفت وجود دارد. به همین دلیل از این صفات در مراحل بعدی تجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید. میانگین عددی صفات در ژنوتیپ‌های مختلف و همچنین مشخصات صفات اندازه‌گیری شده (ضریب تنوع) هر صفت در ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی در جدول ۲ آمده است. صفاتی که دارای ضریب تغییرات بالایی هستند، محدوده وسیع‌تری از کمیت صفت را دارا می‌باشند که دامنه انتخاب بیشتری برای آن صفت فراهم نموده است.

مقایسه میانگین‌ها

مقایسه میانگین صفات نیز بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار بین صفات اندازه‌گیری شده در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی بود. خصوصیات ویژه برخی ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس مقایسه میانگین‌های صفات به شرح زیر است:

ژنوتیپ 'K-12-4-4' و رقم 'شاهروود-۸-ب' دارای بزرگ‌ترین طول، عرض، ضخامت، وزن و اندازه خشک میوه و بیشترین ضخامت پوست چوبی، بیشترین طول، عرض، وزن و اندازه مغز بودند در حالی که رقم 'شاهروود-۱۵' کمترین طول، عرض، ضخامت، وزن و اندازه خشک میوه و کمترین طول، عرض، ضخامت، وزن و اندازه مغز را دارا بود. ارقام 'شاهروود-۸-ا'، 'مارکونا'، 'K-12-4-4'، 'شاهروود-۱' و 'زرقان-۸' دارای بیشترین

قدرتمندی می‌باشد که می‌تواند تعداد صفات مورد ارزیابی را در گروه‌های مؤثر قرار دهد. از روش‌های آماری چند متغیره شامل تجزیه کلاستر و تجزیه عامل‌ها برای تفکیک و گروه‌بندی ژنوتیپ‌های بادام (De Giorgio et al., 2007; Chalak et al., 2007; Ledbetter & Shonnard, 1992; Lansari et al., 1994) زردآلو (Asma et al., 2007)، آلبالو (Karl et al., 1998)، انار (Sarkhosh et al., 2006)، انگور (Fattahi et al., 2004) استفاده شده است.

با توجه به اینکه ایران یکی از خاستگاه‌های اصلی بادام است و از لحاظ سطح زیر کشت و تولید این محصول در ایران از رتبه بالایی در جهان برخوردار است، این تحقیق به منظور آشنایی هرچه بیشتر با برخی از خصوصیات مهم ارقام بادام و روابط بین صفات مهم آن انجام گردید.

مواد و روش‌ها

در این آزمایش تعداد ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام برای ۳۳ خصوصیت مرفولوژیکی درخت، میوه و مغز مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول ۱). اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی برای صفات مختلف طی سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ در کلکسیون‌های بادام مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد (بخش سامان در استان چهارمحال و بختیاری)، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر کرج (ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر) و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شاهرود به روش‌های متفاوت و مناسب هر یک انجام شد. کددهی برخی صفات براساس توصیفگر بادام (Gulcan, 1985) با اندکی تغییرات انجام شد. این صفات در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

تجزیه داده‌ها

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین‌ها برای کلیه صفات با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. آمار توصیفی، همبستگی ساده بین صفات، تجزیه کلاستر و تجزیه عامل‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای تفکیک کامل عامل‌ها از روش چرخش عامل‌ها^۱ و روش حداکثر واریانس^۲ استفاده شد. در هر عامل اصلی و

3. Ward method
4. Squared Euclidean distance

1. Factor rotation
2. Varimax

(۲۲ درصد) بود. زودگل‌ترین رقم، 'سفید' و پس از آن 'یلدا' و 'نی‌پلاس اولترا' بودند، دیرگل‌ترین رقم 'شاهروود۱۶' و پس از آن 'فرانیس'، 'زرقان۷'، 'شاهروود۷'، 'شکوفه'، 'شاهروود۱۲' و 'سهند' بودند. دیررس‌ترین رقم 'شاهروود ۱۷' و ژنوتیپ 'K-11-40' و زودرس‌ترین آنها ارقام 'سفید'، 'شاهروود۱۵' و 'جفریز' بودند.

میزان ضخامت و سختی پوست چوبی بودند، در حالی که ارقام 'نان پاریل'، 'سونورا'، 'پرایس'، 'جفریز' و 'شاهروود۱۸' دارای کمترین مقدار آن بودند. ارقام پوست نازکی مثل 'نان پاریل'، 'سونورا'، 'شاهروود۱۸'، 'جفریز'، 'پرایس' دارای بیشترین نقوش، کمترین دوام پوست چوبی، بیشترین شکاف در پوست چوبی، بیشترین درصد مغز، کمترین میزان کرک و چین و چروک روی مغز بوده و مغزهای روشن‌تری داشتند. بیشترین درصد مغز در ارقام 'سونورا' (۷۸/۵ درصد) و کمترین در 'شاهروود۱'.

جدول ۱- خصوصیات صفات ثبت شده در آزمایش مربوط به ۵۵ نمونه و رقم بادام

شماره	صفت	علامت اختصاری	واحد	روش اندازه‌گیری
۱	طول خشک میوه	NL	میلی متر	کولیس
۲	عرض خشک میوه	NW	میلی متر	کولیس
۳	ضخامت خشک میوه	NTH	میلی متر	کولیس
۴	میانگین وزن خشک میوه	NWT	گرم	ترازوی دیجیتال
۵	اندازه خشک میوه	NS	کد	۱= خیلی کوچک، ۳= کوچک، ۵= متوسط، ۷= بزرگ، ۹= خیلی بزرگ
۶	شکل خشک میوه	NSH	کد	۱=گرد، ۲= تخم مرغی، ۳= مستطیلی، ۴= قلبی، ۵= بیش از حد باریک
۷	رنگ پوست چوبی	SCI	کد	۱= خیلی روشن، ۳= روشن، ۵= متوسط، ۷= تیره
۸	ضخامت پوست چوبی	STH	میلی متر	کولیس
۹	درصد پوست چوبی	SP	درصد	وزن پوست چوبی به کل خشک میوه
۱۰	سختی پوست چوبی	SH	کد	۱= خیلی سخت، ۳= سخت، ۵= نیمه سخت، ۷= نازک، ۹= کاغذی
۱۱	نقوش روی پوست چوبی	MOS	کد	۰= بدون سوراخ، ۳= سوراخ‌های پراکنده، ۵= متوسط، ۷= سوراخ‌های متراکم، ۹= شیاردار
۱۲	شکاف در پوست چوبی	SOS	کد	۰= بدون شکاف، ۵= دارای شکاف کم، ۹= دارای شکاف باز
۱۳	دوام پوست چوبی	SR	کد	۰= پوسته را نگه نمی‌دارد، ۵= قسمتی از پوسته باقی می‌ماند، ۹= تمامی پوسته باقی می‌ماند
۱۴	سهولت برداشت میوه	EHA	کد	۳= کم، ۵= متوسط، ۷= زیاد
۱۵	سهولت پوست کنی میوه	EHU	کد	۳= کم، ۵= متوسط، ۷= زیاد
۱۶	طول مغز	KL	میلی متر	کولیس
۱۷	عرض مغز	KW	میلی متر	کولیس
۱۸	ضخامت مغز	KTH	میلی متر	کولیس
۱۹	شکل مغز	KSH	کد	۱= بسیار باریک، ۲= باریک، ۳= متوسط، ۴= پهن، ۵= بیش از حد پهن
۲۰	اندازه مغز	KSI	کد	۱= بیش از حد کوچک، ۳= کوچک، ۵= متوسط، ۷= بزرگ، ۹= بیش از حد بزرگ
۲۱	میانگین وزن مغز	KWT	گرم	ترازوی دیجیتال
۲۲	درصد مغز	PK	درصد	وزن صد عدد مغز به صد عدد خشک میوه
۲۳	درصد مغزهای سالم	PSK	درصد	تعداد مغزهای سالم در نمونه صدتایی
۲۴	درصد دوقلویی مغز	DK	درصد	تعداد مغزهای دوقلودر نمونه صدتایی
۲۵	درصد پوکی مغز	PBK	درصد	تعداد مغزهای پوک در نمونه صدتایی
۲۶	میزان چین و چروک روی مغز	SK	کد	۳= کمی چروکیده، ۵= نیمه چروکیده، ۷= چروکیده
۲۷	میزان کرک روی مغز	KPU	کد	۳= کم، ۵= متوسط، ۷= زیاد، ۹= خیلی زیاد
۲۸	رنگ مغز	KCI	کد	۱= خیلی روشن، ۳= روشن، ۵= متوسط، ۷= تیره، ۹= خیلی تیره
۲۹	طعم مغز	KT	کد	۳= شیرین، ۵= کمی تلخ، ۷= تلخ
۳۰	عادت رشد درخت	GH	کد	۱= بیش از حد عمودی، ۳= عمودی، ۵= گسترده، ۷= آویزان، ۹= مجنون
۳۱	عادت گلدهی	FH	کد	۱= اکثر جوانه‌های گل روی شاخه‌های یکساله، ۲= اکثر جوانه‌های گل روی سیخک‌ها، ۳= جوانه‌های گل هم روی سیخک‌ها و هم روی شاخه‌های یکساله
۳۲	تاریخ یا فصل گلدهی	SF	کد	۱= کاملاً زود، ۲= خیلی زود، ۳= زود، ۴= زود تا متوسط، ۵= متوسط، ۶= متوسط تا دیر، ۷= دیر، ۸= خیلی دیر، ۹= کاملاً دیرگل
۳۳	زمان رسیدن میوه	NM	کد	۱= کاملاً زود، ۳= زود، ۵= متوسط، ۷= دیر، ۹= کاملاً دیررس

جدول ۲- تعداد، حداقل، حداکثر، میانگین و ضریب تنوع برخی صفات مهم ارزیابی شده در ۵۵ ژنوتیپ و رقم بادام

ردیف	رقم	کد	منشا	طول خشک میوه (mm)	عرض خشک میوه (mm)	ضخامت خشک میوه (mm)	وزن خشک میوه (g)	شکل خشک میوه (g)	وزن رنگ مغز (g)	درصد درصق مغز دوقلوبی	درصد درصق مغز پوست چوبی	سختی عادت رشد	زمان گلدهی رسیدن	زمان
۱	آ ۲۳۰	A230	نامعلوم	۳۴/۲۹	۲۳/۳۵	۱۵/۳۹	۴/۰۰	۴	۰/۹۵	۷	۲۲/۸۴	۳	۸	۷
۲	آ ۲۰۰	A200	نامعلوم	۳۷/۱۹	۲۳/۱۷	۱۵/۱۷	۳/۴۲	۴	۱/۰۱	۷	۳۶/۱	۳	۸	۷
۳	نی پلاس الترا	Nepu	آمریکا	۳۸/۷۸	۲۱/۰۲	۱۴/۱۱	۲/۲۲	۵	۱/۱۶	۵	۵۱/۸۶	۷	۳	۵
۴	سهند	Sahn	ایران	۳۳/۵۱	۲۳/۹۳	۱۵/۲۷	۴/۱۰	۴	۱/۲۵	۷	۳۴/۷۳	۱۲	۸	۵
۵	حریر	Harir	ایران	۳۱/۵۷	۲۲/۳۱	۱۵/۸۳	۲/۷۶	۳	۱/۱۸	۵	۴۲/۵۱	۰	۴	۵
۶	فرانسیس	Fran	آمریکا	۳۲/۴۳	۲۱/۲۷	۱۵/۲۲	۳/۴۹	۳	۱/۰۸	۵	۳۱/۸۲	۳	۸	۵
۷	مامایی	Mama	ایران	۳۵/۷۰	۲۰/۶۹	۱۶/۶۵	۴/۰۱	۴	۱/۲۷	۵	۳۰/۴۶	۴۲	۴	۵
۸	آذر	Azar	ایران	۲۹/۵۶	۲۰/۴۹	۱۵/۹۱	۲/۶۱	۲	۱/۰۴	۵	۴۹/۵۴	۴	۶	۵
۹	سفید	Sefd	ایران	۲۸/۱۷	۱۶/۸۰	۱۴/۷۶	۱/۴۰	۳	۰/۷۳	۳	۴۷/۱	۲۰	۲	۱
۱۰	شکوفه	Shku	ایران	۲۹/۲۲	۱۹/۷۹	۱۲/۰۵	۱/۵۳	۳	۰/۹۷	۷	۶۴/۴	۰	۸	۳
۱۱	یلدا	Yalda	ایران	۳۸/۵۶	۲۱/۰۱	۱۴/۲۹	۲/۱۱	۵	۱/۱۸	۵	۵۲/۴۱	۱۰	۳	۵
۱۲	زرقان ۷	Zar7	ایران	۳۳/۶۱	۲۳/۰۱	۱۴/۷۵	۲/۵۷	۳	۰/۶۷	۵	۴۶/۷۵	۰	۱	۵
۱۳	زرقان ۸	Zar8	ایران	۳۴/۵۱	۲۳/۹۲	۱۶/۲۷	۴/۶۴	۴	۱/۱۸	۵	۴۵/۶۹	۴۴	۸	۵
۱۴	نان پاریل	Nonp	آمریکا	۳۵/۵۵	۲۰/۵۳	۱۳/۶۰	۲/۱۳	۴	۱/۴۵	۳	۷۲/۳۶	۱۵	۵	۳
۱۵	ربیع	Rabi	ایران	۳۲/۰۷	۲۰/۶۲	۱۶/۰۱	۳/۴۷	۳	۰/۹۵	۵	۲۶/۸۳	۴۸	۴	۳
۱۶	نی ریز ۱	Ney1	ایران	۳۲/۰۶	۲۳/۱۶	۱۸/۰۹	۵/۰۴	۳	۱/۲۸	۷	۲۵/۱۶	۶۰	۶	۵
۱۷	پیرلس	Perl	آمریکا	۳۳/۴۵	۲۳/۸۹	۱۵/۳۹	۳/۲۲	۳	۱/۱۳	۵	۳۵/۴	۸	۴	۵
۱۸	سونورا	Sono	آمریکا	۳۳/۴۰	۱۵/۶۹	۹/۷۸	۱/۴۱	۵	۱/۰۵	۱	۷۸/۵	۰	۴	۳
۱۹	پرایس	Price	آمریکا	۳۳/۳۹	۱۶/۵۹	۱۲/۸۵	۱/۷۷	۴	۱/۲۰	۵	۷۶/۶۳	۲۰	۵	۵
۲۰	جفریز	Jefr	آمریکا	۳۱/۷۳	۱۸/۱۳	۱۲/۲۳	۱/۵۵	۴	۰/۹۹	۱	۶۷/۲۲	۸	۵	۱
۲۱	مونتری	Mont	آمریکا	۳۸/۸۵	۱۹/۶۹	۱۴/۹۷	۲/۹۳	۴	۱/۳۵	۵	۵۱	۲۵	۶	۷
۲۲	روبی	Ruby	آمریکا	۲۹/۴۸	۱۹/۶۲	۱۴/۳۵	۱/۹۹	۳	۱/۰۷	۵	۶۳	۸	۷	۵
۲۳	سوپرنوا	Supr	ایتالیا	۳۲/۹۰	۲۱/۹۰	۱۵/۷۳	۲/۰۶	۳	۰/۸۲	۵	۴۶/۸	۲۵	۷	۵
۲۴	فراجیلیو	Fraj	ایتالیا	۳۴/۱۵	۱۹/۹۷	۱۳/۷۵	۲/۳۲	۴	۰/۷۲	۷	۳۵/۸	۱۰	۶	۵
۲۵	مارکونا	Marc	اسپانیا	۲۹/۹۱	۲۵/۷۰	۱۴/۲۵	۴/۳۱	۱	۱/۱۴	۷	۲۸	۰	۴	۳
۲۶	شاهرود ۱	Sh1	نامعلوم	۲۹/۴۹	۲۵/۴۷	۱۶/۵۹	۴/۶۶	۱	۱/۰۲	۷	۲۲	۰	۵	۳
۲۷	شاهرود ۲	Sh2	نامعلوم	۳۱/۸۷	۱۷/۰۱	۱۳/۵۳	۱/۷۲	۵	۰/۸۲	۵	۴۸/۸	۰	۷	۳
۲۸	شاهرود ۳	Sh3	نامعلوم	۳۲/۰۸	۱۹/۵۹	۱۳/۶۳	۲/۳۰	۴	۱/۰۶	۹	۴۵	۱۵	۷	۵
۲۹	شاهرود ۴	Sh4	نامعلوم	۳۲/۱۱	۱۸/۷۹	۱۳/۸۳	۱/۸۹	۵	۱/۰۰	۵	۴۵/۷۵	۱۲	۶	۵
۳۰	شاهرود ۵	Sh5	نامعلوم	۳۳/۸۲	۱۹/۷۶	۱۴/۲۰	۳/۱۷	۳	۰/۸۱	۳	۲۴/۷	۴	۷	۵
۳۱	شاهرود ۶	Sh6	نامعلوم	۳۰/۰۸	۲۰/۰۷	۱۳/۰۱	۲/۳۱	۳	۱/۰۰	۵	۳۶/۴۱	۰	۷	۱
۳۲	شاهرود ۷	Sh7	نامعلوم	۳۲/۵۲	۲۳/۰۰	۱۴/۷۸	۳/۸۷	۳	۰/۶۷	۵	۲۳/۸۲	۰	۷	۵
۳۳	شاهرود ۸-ب	Sh8B	نامعلوم	۳۲/۴۱	۲۵/۸۱	۱۷/۵۷	۶/۳۹	۲	۱/۴۴	۵	۲۲/۸	۵۰	۸	۵
۳۴	شاهرود ۹	Sh9	نامعلوم	۳۴/۵۷	۲۲/۰۸	۱۳/۵۴	۴/۲۷	۳	۰/۸۵	۳	۲۲/۲	۰	۶	۵
۳۵	شاهرود ۱۰-ب	Sh10B	نامعلوم	۳۲/۰۸	۲۲/۱۹	۱۵/۲۳	۳/۷۰	۲	۱/۹۳	۵	۲۵/۶	۰	۶	۱
۳۶	شاهرود ۱۱	Sh11	نامعلوم	۳۱/۱۹	۲۵/۰۰	۱۵/۷۴	۳/۱۳	۲	۰/۶۴	۵	۲۲/۶	۰	۶	۵
۳۷	شاهرود ۱۲	Sh12	نامعلوم	۳۴/۹۱	۲۲/۲۴	۱۵/۲۷	۳/۹۵	۳	۱/۲۰	۵	۳۱/۶۸	۰	۸	۳
۳۸	شاهرود ۱۳	Sh13	نامعلوم	۳۱/۱۴	۱۸/۳۵	۱۳/۱۱	۱/۶۹	۴	۰/۹۵	۳	۵۸/۰۶	۵	۶	۵
۳۹	شاهرود ۱۵	Sh15	نامعلوم	۲۵/۴۲	۱۴/۵۷	۱۴/۳۱	۰/۸۹	۴	۰/۵۷	۳	۶۵/۱۹	۳	۵	۱
۴۰	شاهرود ۱۶	Sh16	نامعلوم	۲۸/۷۶	۲۰/۳۷	۱۲/۷۱	۱/۵۲	۲	۰/۸۶	۳	۵۶/۰۸	۰	۹	۳
۴۱	شاهرود ۱۷	Sh17	نامعلوم	۲۷/۲۱	۱۸/۵۱	۱۵/۲۳	۱/۹۹	۲	۰/۷۹	۵	۳۸/۲۴	۲۰	۵	۹
۴۲	شاهرود ۱۸	Sh18	نامعلوم	۳۲/۱۸	۱۵/۸۵	۱۱/۸۲	۱/۶۲	۴	۱/۲۵	۳	۷۲/۹۹	۱۶	۵	۳
۴۳	شاهرود ۱۹	Sh19	نامعلوم	۳۲/۶۹	۱۶/۳۷	۱۳/۳۷	۱/۸۹	۵	۰/۴۸	۵	۳۰	۱۵	۵	۵
۴۴	شاهرود ۲۱	Sh21	نامعلوم	۳۱/۸۹	۲۱/۶۷	۱۷/۴۶	۳/۰۲	۲	۱/۲۱	۳	۴۲/۰۶	۴۵	۶	۳
۴۵	شاهرود ۲۲	Sh22	نامعلوم	۳۵/۶۰	۲۱/۶۰	۱۵/۳۵	۳/۰۳	۳	۰/۷۸	۳	۲۵/۴	۰	۶	۵
۴۶	کا-۴-۱۰	K4-10	ایران	۳۶/۶۷	۲۲/۰۷	۱۵/۰۷	۱/۹۰	۳	۰/۷۴	۵	۴۵/۴	۲۵	۷	۵
۴۷	کا-۱-۱۶	K1-16	ایران	۳۶/۹۵	۲۲/۳۵	۱۵/۷۷	۳/۰۱	۳	۱/۳۵	۷	۴۴/۸	۱۰	۷	۵
۴۸	کا-۱۰-۱۵	K10-15	ایران	۳۲/۸۸	۲۰/۹۸	۱۵/۱۵	۲/۰۷	۴	۱/۵۷	۳	۷۰	۳۰	۷	۷
۴۹	کا-۱۰-۱۱-۱۲	K10-11	ایران	۳۸/۱۶	۲۱/۹۸	۱۲/۹۳	۱/۲۷	۴	۰/۷۷	۵	۶۴/۲	۱۰	۷	۷
۵۰	کا-۱۲-۴	K12-4	ایران	۴۰/۹۵	۲۸/۰۷	۱۷/۸۵	۴/۰۳	۳	۱/۲۰	۵	۳۹/۳	۱۰	۷	۷
۵۱	کا-۱۶-۸-۳	K16-8	ایران	۲۸/۵۲	۱۹/۱۱	۱۴/۱۳	۱/۶۶	۳	۱/۰۵	۵	۶/۸	۰	۷	۵
۵۲	کا-۲۹-۲-۱	K2-29	ایران	۳۳/۹۷	۲۲/۳۵	۱۶/۸۵	۳/۵۳	۳	۲/۰۱	۳	۶۰/۷۵	۳۰	۶	۵
۵۳	کا-۴۰-۱۱-۳	K11-40	ایران	۳۲/۰۸	۲۲/۸۹	۱۶/۵۳	۳/۸۱	۳	۲/۴۱	۳	۳۴/۱۴	۰	۷	۹
۵۴	شاهرود ۸-آ	Sh8A	نامعلوم	۳۴/۵۵	۲۴/۰۳	۱۶/۴۵	۵/۳۵	۴	۱/۳۹	۷	۴۴/۶۹	۴۰	۸	۵
۵۵	شاهرود ۱۰-آ	Sh10A	نامعلوم	۲۹/۳۶	۲۱/۶۰	۱۶/۰۸	۲/۷۲	۳	۱/۲۸	۵	۴۸	۱۵	۶	۵
۱		حداقل		۲۵/۴۲	۱۴/۵۷	۹/۷۸	۰/۸۹	۱	۰/۴۸	۱	۲۲	۰	۱	۱
۹		حداکثر		۴۰/۹۵	۲۸/۰۷	۱۸/۰۹	۶/۳۹	۵	۲/۴۱	۹	۷۸/۵	۶۰	۹	۹
۴/۸۵		میانگین		۳۲/۹۳	۲۱/۰۹	۱۴/۸	۲/۸۸	۳/۳۳	۱/۰۵	۵/۲۲	۱۳/۲	۴۴/۳	۴/۱۳	۶/۱۱
۳۷/۹		ضریب تغییرات		۹/۴۷	۱۳/۱۶	۱۱/۲۷	۴/۱۴۸	۲۸/۹۵	۲۶/۵۱	۳۱/۸۷	۱۱۸/۸۷	۳۶/۱۴	۵۸/۹۷	۳۸/۱۸

ضرایب همبستگی ساده صفات

ضرایب همبستگی بین صفات اندازه‌گیری شده نشان‌دهنده وجود همبستگی مثبت یا منفی بین برخی از آنهاست. همبستگی مثبت معنی‌داری بین طول خشک میوه با شکل خشک میوه ($r=+0/41$)، اندازه خشک میوه و طول مغز ($r=+0/41$) وجود داشت. بین عرض خشک میوه با اندازه خشک میوه ($r=+0/64$)، وزن خشک میوه ($r=+0/77$) و ضخامت خشک میوه ($r=+0/74$) و ضخامت پوست چوبی ($r=+0/71$) و اندازه مغز ($r=+0/69$)، شکل مغز ($r=+0/58$) و عرض مغز ($r=+0/71$) همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت ولی با صفاتی مثل شکل خشک میوه ($r=-0/49$) و درصد مغز ($r=-0/57$) همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت. بنا بر انتظار، بین وزن خشک میوه با ضخامت پوست چوبی ($r=+0/78$) و اندازه خشک میوه ($r=+0/64$) همبستگی معنی‌دار مثبت وجود داشت. همچنین بین اندازه خشک میوه و اندازه مغز ($r=+0/83$) همبستگی مثبت و معنی‌داری دیده شد.

همبستگی منفی معنی‌داری بین ضخامت پوست چوبی با میزان نقوش روی پوست چوبی ($r=-0/67$)، میزان کرک روی مغز، رنگ مغز، میزان شکاف در پوست چوبی و درصد مغز وجود داشت و میوه‌هایی که دارای پوست چوبی سخت‌تری بودند، درصد مغز کمتری داشتند. میوه‌هایی که پوست چوبی سخت‌تری داشتند، دارای دوام پوست چوبی بیشتر، درصد مغز کمتر، میزان نقوش کمتر روی پوست چوبی، میزان شکاف کمتر در پوست چوبی، میزان کرک بیشتر روی مغز و رنگ مغز تیره‌تری بودند. میوه‌هایی که پوست چوبی نازک‌تری داشتند، دارای درصد مغز بیشتر، دوام پوست چوبی کمتر، میزان شکاف بیشتر در پوست چوبی، میزان کرک کمتر روی مغز و رنگ مغز روشن‌تری بودند. بین درصد دوقلویی مغز با ضخامت و عرض خشک میوه و ضخامت و عرض مغز همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت. بین میزان چین و چروک روی مغز با شکاف در پوست چوبی، همبستگی منفی و با دوام پوست چوبی همبستگی مثبت معنی‌داری مشاهده شد. بین میزان کرک با میزان چین و چروک همبستگی مثبت معنی‌داری وجود داشت. همبستگی منفی معنی‌داری بین رنگ مغز با

میزان کرک و میزان چین و چروک مغز وجود داشت. همبستگی مثبت معنی‌داری بین میزان کرک روی مغز با شکاف در پوست چوبی و دوام پوست چوبی دیده شد و بین سختی پوست چوبی با رنگ مغز همبستگی منفی معنی‌دار وجود داشت. Talhouk et al. (2000) گزارش کردند که وزن خشک میوه با صفاتی مثل عرض و حجم خشک میوه و با ضخامت پوست چوبی و وزن و حجم مغز و ضخامت پوست چوبی با وزن مغز در گونه بادام-وحشی *A. communis* و *A. orientalis* همبستگی معنی‌داری را نشان داد.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها یکی دیگر از روش‌های چند متغیره است که به همراه تجزیه کلاستر دارای کاربردی زیادی در بررسی تنوع ژنتیکی می‌باشند. با توجه به حجم وسیع داده‌های به دست آمده از ارزیابی صفات مختلف مرفولوژیکی در محدوده ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی امکان نتیجه‌گیری واضح و آسان با استفاده از تجزیه‌های واریانس و یا یک متغیره وجود ندارد. با استفاده از تجزیه عامل، صفات مختلف می‌تواند در قالب عامل‌ها یا مولفه‌هایی مورد بحث قرار گیرد که هر کدام چند صفت را شامل می‌شود. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق‌گذار اصلی بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد. تجزیه به عامل‌های اصلی به عنوان روشی برای کاستن حجم داده‌ها به منظور روشن ساختن روابط بین دو یا چند متغیر و توجیه تغییرات کل داده‌های اصلی و اولیه به وسیله تعداد محدودی از متغیرهای جدید مستقل و متعامد به نام عامل‌های اصلی می‌باشد. کاستن حجم داده‌ها به وسیله تبدیل خطی داده‌های اصلی به متغیرهای مستقل جدیدی که به عنوان عامل‌های اصلی شناخته می‌شوند، انجام می‌گیرد. به طوری که اولین عامل ($PC1$) بیشترین مقدار تغییرات داده‌های اولیه را توجیه می‌کند و عوامل بعدی به ترتیب مقدار تغییرات باقی‌مانده را بعد از عامل اول توجیه می‌نماید. لازم به ذکر است که هر عامل تغییراتی را توجیه می‌کند که توسط عامل‌های قبلی بیان نشده است. به علت این که عامل‌ها به صورت متعامد و مستقل از یکدیگر می‌باشند، هر عامل نشان‌دهنده خصوصیات متفاوتی از داده‌های اصلی می‌باشد و به صورت مستقل از یکدیگر باید تفسیر

تنوع مورفولوژیکی ارقام و کلون‌های بادام استفاده کردند که صفات خشک میوه و مغز از جمله صفات تاثیرگذار در تجزیه عامل‌ها بودند که با نتایج این تحقیق مطابقت دارد.

تجزیه کلاستر

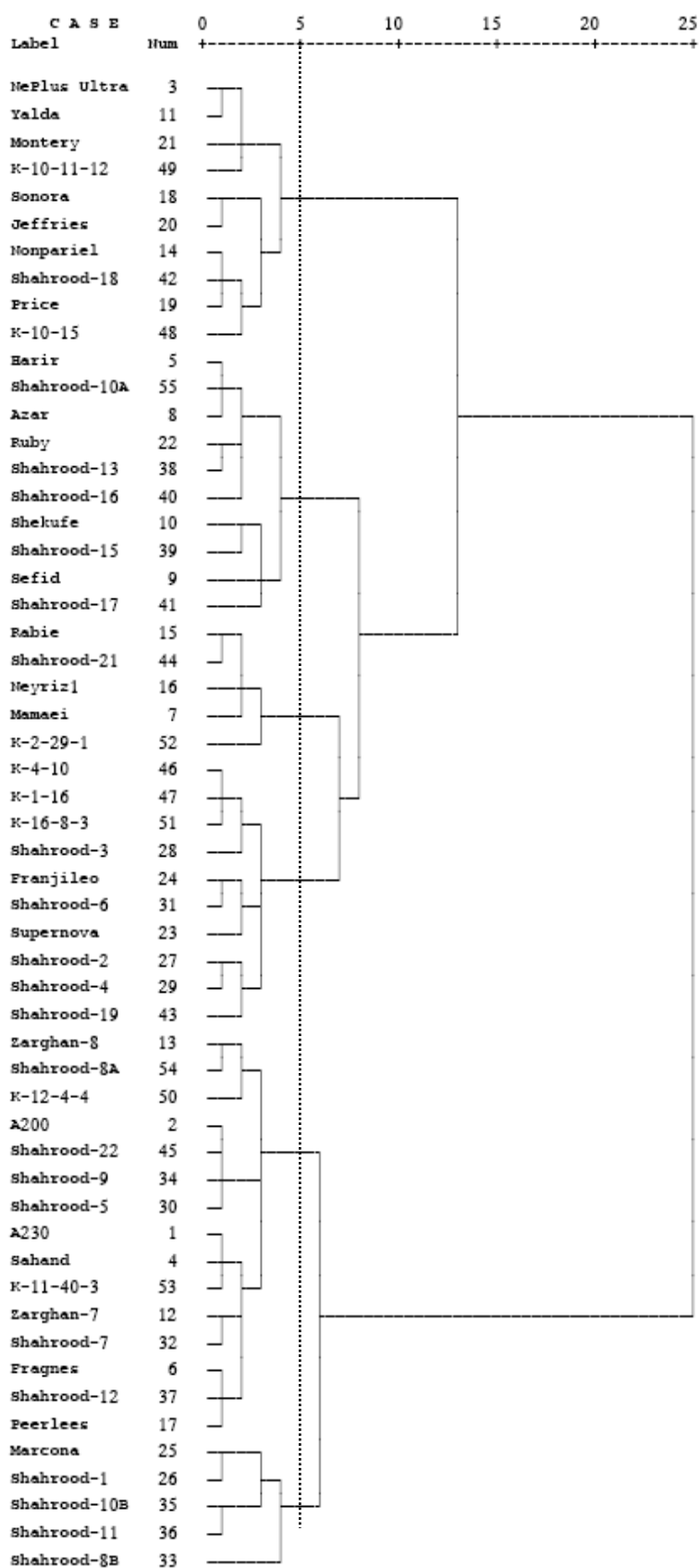
تجزیه کلاستر بر اساس تمام صفات اندازه‌گیری شده به روش وارد صورت گرفت. به طور کلی ارقام به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند و از عوامل مهم تفکیک کلاسترهای اصلی صفاتی از جمله طول، شکل و وزن خشک میوه، درصد مغز، ضخامت و میزان سختی پوست چوبی و زمان گل‌دهی بودند. با کاهش فاصله روی مقیاس کلاستر از ۲۵ به ۵، ژنوتیپ‌ها و ارقام به شش گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند (شکل ۱).

گروه اول: در این گروه ارقام و ژنوتیپ‌ها دارای پوست نازک و کاغذی با طول میوه و مغز بلندتر، درصد مغز بالاتر، میزان نقوش بیشتر در پوست چوبی، دوام پوسته کمتر، شکاف در پوست چوبی آنها بیشتر و دارای رنگ روشن‌تری در پوست و مغز بوده و وزن مغز بیشتری نیز داشتند. ارقام 'یلدا'، 'نی پلاس الترا' و همچنین ارقام 'شاهرود ۱۸'، 'نان پاریل' و 'پرایس' که خصوصیات مشابه زیادی در بین صفات اندازه‌گیری شده داشتند، در این گروه قرار گرفتند.

گروه دوم: شامل ارقام و ژنوتیپ‌هایی بود که پوست نازک تا نیمه‌سخت داشتند و شکل، اندازه و وزن کمتر خشک میوه و مغز، دوام و میزان نقوش پوست چوبی متوسط و سهولت برداشت و پوست‌کنی پایین داشتند. اگرچه ارقام 'شاهرود ۱۷' و 'سفید' از نظر برخی صفات خشک میوه و مغز نزدیک به هم بودند ولی از نظر زمان گلدهی، سختی پوست چوبی و تاریخ رسیدن کاملاً متفاوت بودند و رقم 'سفید'، زودرس‌ترین و رقم 'شاهرود ۱۷' دیررس‌ترین رقم بود و بنابراین در دو زیر گروه مجزا قرار گرفتند. دیررس‌ترین (شاهرود ۱۷) و دیرگل‌ترین (شاهرود ۱۶) نیز در این گروه قرار گرفتند. ارقام 'روبی' و 'شاهرود ۱۳' که خصوصیات مشابه بیشتری نسبت به هم داشتند در کنار هم قرار گرفتند.

گروه سوم: در این گروه ژنوتیپ‌ها و ارقامی که بیشترین درصد دوقلوبی مغز و ضخامت خشک میوه بالاتر با عادت رشد رویشی گسترده بودند، قرار گرفتند.

شوند (Lansari et al., 1994). جدول ۳ نتایج تجزیه به عامل‌ها را نشان می‌دهد. تجزیه عامل توانست صفات مورد ارزیابی را به صورت ۹ عامل اصلی بیان نماید که در بین آنها عامل‌های اول، دوم و سوم، بیشترین سهم را در توجیه واریانس نشان دادند. میزان واریانس نسبی هر عامل نشان‌دهنده اهمیت آن عامل در واریانس کل صفات مورد بررسی است و به صورت درصد بیان شده است. در تجزیه عامل‌ها، مجموعاً ۹ عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آنها بیشتر از یک بودند، توانستند ۸۳ درصد واریانس کل را توجیه نمایند. برخی صفات خشک میوه مانند عرض، ضخامت (قطر)، وزن، اندازه، ضخامت و سختی پوست چوبی، درصد پوست چوبی، میزان نقوش و شکاف در پوست چوبی و درصد مغز در عامل اول (PC1) قرار گرفتند که ۲۵/۶ درصد از سهم واریانس را شامل شدند. صفات مغز مثل عرض، ضخامت (قطر)، درصد دوقلوبی، در عامل دوم (PC2) قرار گرفتند که ۱۳/۸۵ درصد از سهم واریانس را به خود اختصاص دادند. همچنین عامل سوم صفاتی مانند طول خشک میوه، طول مغز، شکل خشک میوه و مغز را شامل شدند که ۱۱/۲۶ درصد از سهم واریانس را توجیه نمودند. این سه عامل مجموعاً حدود ۵۱ درصد از کل واریانس را به خود اختصاص دادند. صفاتی مثل تاریخ گلدهی در عامل چهارم قرار گرفتند و ۹/۷ درصد کل واریانس را شامل بودند و صفاتی مثل رنگ پوست چوبی و رنگ مغز، میزان چین و چروک مغز و میزان کرک مغز در عامل پنجم قرار گرفتند و ۶/۳۷ درصد سهم واریانس را توجیه نمودند. عامل ششم شامل درصد پوکی و درصد مغزهای سالم و عادت رشد بودند که ۴/۸۷ درصد سهم واریانس را شامل شد. در عامل هفتم سهولت برداشت و سهولت پوست‌کنی با واریانس ۴/۳۹ قرار گرفتند. در عامل هشتم، صفت عادت باردهی قرار داشت که ۳/۴۷ درصد واریانس را شامل شد. در عامل نهم تاریخ رسیدن میوه با واریانس ۳/۴۳ درصد از سهم کل واریانس قرار گرفت. De Giorgio et al. (2007) گزارش کردند که درصد مغز، دوقلوبی و وزن مغز نقش مهمی در گروه‌بندی ارقام بادام داشتند و جز صفات تاثیرگذار در تجزیه عامل‌ها نیز محسوب شدند که همسو با نتایج این تحقیق می‌باشد. Lansari et al. (1994) از تجزیه عامل‌ها برای ارزیابی



شکل ۱- گروه بندی ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام مورد بررسی بر اساس تمام صفات اندازه گیری شده به روش Ward

جدول ۳- نتایج تجزیه به عامل‌ها، مقادیر ویژه، درصد تجمعی عامل‌های بیش از یک و مقادیرهای عاملی هر صفت

عامل‌ها	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹
مقدار ویژه	۱۱/۲۹	۶/۰۹	۴/۹۶	۴/۲۷	۲/۸۰	۲/۱۵	۱/۹۳	۱/۵۳	۱/۵۱
درصد واریانس	۲۵/۶۶	۱۳/۸۵	۱۱/۲۷	۹/۷۱	۶/۳۷	۴/۸۸	۴/۳۹	۳/۴۷	۳/۴۴
درصد تجمعی	۲۵/۶۶	۳۹/۵۱	۵۰/۷۷	۶۰/۴۸	۶۶/۸۵	۷۱/۷۳	۷۶/۱۳	۷۹/۶۰	۸۳/۰۳
NL	۰/۱۹۴	۰/۳۱۷	-۰/۸۵۰	۰/۲۲۰	-۰/۰۳۵	۰/۰۲۳	۰/۱۲۰	۰/۰۴۶	۰/۱۲۵
NW	۰/۶۱۹	۰/۴۳۲	۰/۱۱۰	۰/۵۲۷	۰/۰۵۷	-۰/۰۰۵	۰/۱۳۹	۰/۰۵۷	۰/۲۴۳
NTH	۰/۷۱۸	۰/۵۲۹	۰/۲۱۲	-۰/۰۹۰	-۰/۰۳۳	-۰/۰۳۱	۰/۰۲۳	-۰/۰۲۲	-۰/۲۷۸
NWT	۰/۷۴۹	۰/۴۷۷	۰/۱۱۸	۰/۱۹۱	۰/۰۷۵	-۰/۰۴۰	۰/۱۹۶	۰/۰۰۷	-۰/۰۶۰
STH	۰/۸۳۹	۰/۱۳۸	۰/۱۵۹	۰/۱۴۹	۰/۱۰۶	-۰/۱۶۰	۰/۱۰۷	۰/۱۰۱	۰/۱۴۹
NS	۰/۵۶۰	۰/۳۲۰	-۰/۳۰۲	۰/۳۴۷	۰/۱۱۳	-۰/۰۷۶	۰/۲۴۴	-۰/۲۴۳	۰/۰۱۱
NSH	-۰/۳۶۳	-۰/۰۵۸	-۰/۷۲۰	-۰/۱۸۸	۰/۱۸۹	۰/۰۴۹	-۰/۰۶۰	۰/۰۱۶	-۰/۲۴۳
SCI	۰/۲۳۲	-۰/۰۲۹	-۰/۰۳۴	۰/۱۷۱	۰/۵۵۲	۰/۱۵۲	۰/۱۸۸	۰/۵۲۰	۰/۲۲۸
SP	۰/۹۲۳	-۰/۱۴۸	۰/۱۱۸	۰/۰۷۵	۰/۱۳۸	۰/۰۵۵	۰/۰۸۱	-۰/۰۶۹	۰/۰۳۱
SH	-۰/۸۵۳	۰/۰۲۸	-۰/۱۲۲	-۰/۱۳۵	-۰/۲۵۶	-۰/۰۹۵	-۰/۲۴۱	-۰/۰۰۲	-۰/۰۸۹
MOS	-۰/۷۷۵	-۰/۰۵۹	-۰/۳۲۴	۰/۰۵۲	-۰/۰۷۲	۰/۰۷۳	۰/۰۲۴	۰/۰۱۶	۰/۱۲۲
SOS	-۰/۸۳۶	۰/۱۱۱	-۰/۰۱۶	-۰/۰۲۷	-۰/۲۹۵	-۰/۰۸۶	-۰/۰۱۸	۰/۰۶۳	۰/۰۰۳
SR	-۰/۸۶۴	۰/۰۷۳	۰/۰۹۴	-۰/۰۱۶	-۰/۲۸۸	-۰/۰۴۱	-۰/۰۹۸	۰/۰۷۳	-۰/۰۵۲
KL	-۰/۰۰۴	۰/۲۸۱	-۰/۸۵۸	۰/۲۰۳	-۰/۰۳۹	-۰/۰۲۴	۰/۰۷۷	-۰/۰۸۰	۰/۱۸۹
KW	۰/۳۶۹	۰/۶۳۴	۰/۱۹۹	۰/۴۷۹	-۰/۰۸۳	۰/۰۳۱	۰/۰۸۷	۰/۱۸۴	-۰/۱۶۰
KTH	-۰/۱۱۹	۰/۷۹۱	۰/۱۸۷	-۰/۴۴۹	-۰/۰۲۳	۰/۱۱۸	۰/۱۳۲	۰/۰۴۲	۰/۱۴۲
KWT	-۰/۱۳۵	۰/۹۱۹	-۰/۰۳۲	-۰/۰۷۶	-۰/۰۱۷	-۰/۰۵۶	۰/۰۵۷	-۰/۰۸۳	۰/۰۵۸
DK	۰/۲۵۶	۰/۵۵۰	۰/۰۰۳	-۰/۴۹۳	-۰/۲۲۱	۰/۱۰۹	۰/۰۹۵	۰/۲۴۲	-۰/۲۳۶
PSK	-۰/۱۳۸	-۰/۰۲۳	۰/۱۶۴	-۰/۱۶۲	-۰/۱۹۲	-۰/۷۹۰	۰/۰۱۹	-۰/۰۲۲	-۰/۱۲۳
PK	-۰/۹۲۴	۰/۱۴۸	-۰/۱۱۹	-۰/۰۷۵	-۰/۱۳۸	-۰/۰۵۴	-۰/۰۷۹	۰/۰۷۰	-۰/۰۳۲
PBK	-۰/۰۶۰	-۰/۱۱۰	۰/۲۲۲	-۰/۰۳۸	۰/۱۹۶	۰/۸۰۳	-۰/۱۱۰	-۰/۰۵۲	۰/۰۴۳
SK	۰/۴۷۸	-۰/۱۲۳	۰/۰۷۵	۰/۰۶۴	۰/۷۱۵	-۰/۰۳۵	-۰/۰۳۸	-۰/۰۴۳	-۰/۰۶۵
KPU	۰/۴۸۱	-۰/۰۳۸	۰/۰۱۲	۰/۰۵۷	۰/۷۱۳	۰/۰۹۶	۰/۰۵۳	-۰/۱۵۰	۰/۰۵۸
KCI	۰/۳۴۸	۰/۰۰۲	-۰/۰۰۶	-۰/۰۵۲	۰/۸۱۹	۰/۱۸۲	-۰/۰۲۲	-۰/۰۱۸	۰/۱۳۰
KSH	۰/۳۰۶	۰/۰۸۸	۰/۵۹۸	۰/۵۳۳	-۰/۰۷۵	-۰/۰۷۵	-۰/۰۱۵	-۰/۰۵۲	۰/۱۲۷
KSI	۰/۵۳۳	۰/۳۲۵	-۰/۳۰۴	۰/۴۸۰	۰/۰۴۳	۰/۰۳۴	۰/۰۷۶	-۰/۱۶۵	۰/۰۶۳
KT	۰/۱۴۱	-۰/۲۰۳	۰/۲۰۹	-۰/۱۱۹	-۰/۲۷۲	۰/۲۵۴	-۰/۰۹۴	۰/۳۴۵	۰/۴۲۱
GH	-۰/۱۵۵	۰/۰۷۶	-۰/۰۹۰	-۰/۲۶۰	-۰/۱۶۵	۰/۷۰۷	۰/۱۴۶	۰/۱۸۶	-۰/۰۲۷
FH	-۰/۳۱۹	۰/۱۱۵	۰/۰۷۹	۰/۰۱۳	-۰/۰۸۲	۰/۰۶۵	۰/۰۳۸	۰/۸۱۵	۰/۰۱۹
SF	۰/۰۶۶	۰/۰۹۰	۰/۱۲۱	۰/۳۸۴	۰/۱۸۷	۰/۱۹۳	۰/۳۴۸	-۰/۲۹۸	۰/۱۵۱
NM	۰/۱۶۰	۰/۳۱۴	-۰/۰۶۵	۰/۰۷۲	۰/۲۷۵	۰/۱۱۳	۰/۱۴۴	۰/۰۲۸	۰/۷۴۲
EHA	۰/۲۶۴	۰/۱۴۴	-۰/۰۷۴	۰/۰۸۷	۰/۰۰۱	-۰/۰۲۷	۰/۸۲۲	۰/۱۱۳	۰/۰۴۷
EHU	۰/۳۹۶	۰/۲۰۰	-۰/۰۲۳	۰/۰۹۳	۰/۰۰۸	-۰/۰۲۱	۰/۷۷۳	-۰/۰۳۰	۰/۰۳۳

رسیدن متوسط بودند. ارقام 'زرقان ۸' با 'شاهرود ۸' و 'شاهرود ۸' و همچنین ارقام 'زرقان ۷' با 'شاهرود ۷' و ارقام 'شاهرود ۱۲' با 'فرانسیس' که خصوصیات مشابه زیادی نشان دادند، در یک گروه قرار گرفتند.

گروه ششم: ارقام این گروه دارای شکل خشک میوه گرد و پوست سخت خشک میوه، رنگ پوست چوبی تیره، درصد مغز پایین و وزن خشک میوه بالاتری بودند. ارقام 'مارکونا' و 'شاهرود ۱۰' با خصوصیات مشابه در کنار

گروه چهارم: ارقام و ژنوتیپ‌هایی که در این گروه قرار داشتند دارای رنگ مغز تیره، درصد مغز پایین و اندازه و شکل خشک میوه متوسط بودند.

گروه پنجم: ارقام و ژنوتیپ‌ها در این گروه، دارای شکل میوه و مغز پهن‌تر و وزن خشک میوه بالاتر، میزان چین و چروک و کرک بیشتر روی مغز، دیرگل‌تر، میزان سهولت برداشت و پوست‌کنی بیشتر، عادت باردهی اسپور و عادت رشد عمودی تا نیمه گسترده و زمان

اساس صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم به کار برده می‌شود و تجمع در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آنها می‌باشد. بنابراین بر اساس تجزیه دی‌پلات ارقامی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار می‌گیرند. مثلاً ارقام 'جفریز'، 'سونورا' و ژنوتیپ‌های 'کا-۱۶-۸' و 'کا-۱۰-۱۱' از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. بر اساس تجزیه دی‌پلات، رقم 'شاهروود ۸' از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم در بالاترین سطح (قسمت مثبت) و رقم 'شاهروود ۱۵' در پایین‌ترین سطح (قسمت منفی) قرار دارد.

تجزیه تری پلات

تجزیه تری پلات تصویر سه بعدی از پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس صفات تاثیر گذار در سه عامل اصلی اول، دوم و سوم را نشان می‌دهد و تجمع افراد در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آنها می‌باشد (شکل ۳). در این پژوهش تجزیه تری پلات با استفاده از سه عامل اصلی اول، دوم و سوم که مجموعاً ۵۰/۷۷ درصد از کل واریانس را توجیه نمودند، انجام شد.

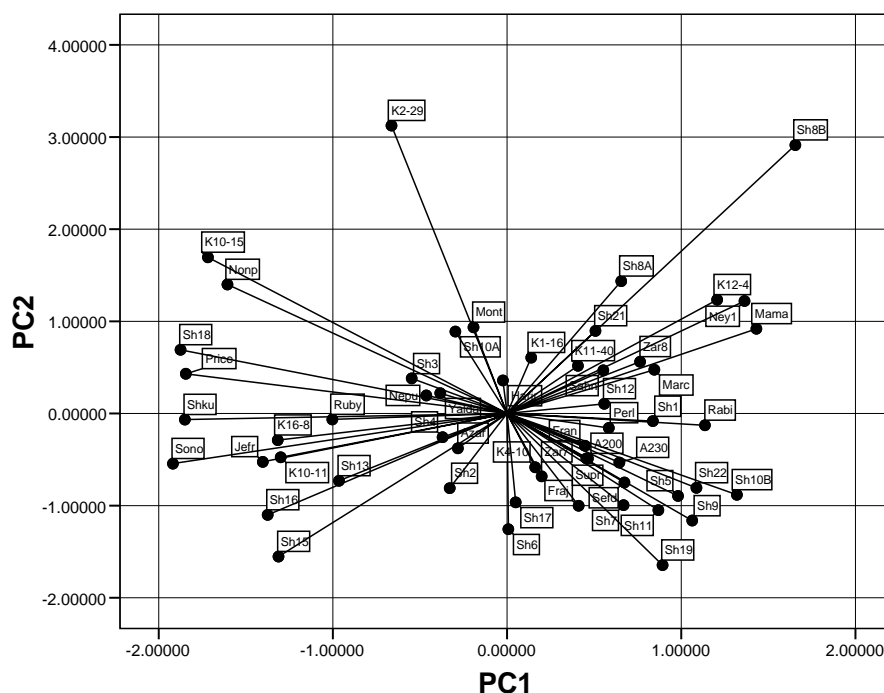
هم‌قرار گرفتند و همچنین ارقام 'شاهروود ۱۰ ب' و 'شاهروود ۱۱' نیز در کنار هم قرار گرفتند. De Giorgio & Polignano (2001) گزارش کردند که صفات درصد مغز، دوقلویی مغز، ضخامت خشک میوه و مغز از عوامل مؤثر در گروه‌بندی ۸۸ رقم بادام مورد مطالعه این محققان در ایتالیا بوده است که همسو با نتایج این تحقیق است.

تجزیه پلات

آزمون پلات یا تجزیه پلات قادر است تصویر دو بعدی یا سه بعدی ایجاد نماید که هر یک از ابعاد آنها یک عامل اصلی فرق‌گذار محسوب می‌شوند. بنابراین پراکنش ژنوتیپ‌ها و ارقام در محدوده این عوامل اصلی می‌تواند به تعیین بهتر فاصله ارقام و ژنوتیپ‌ها و تفاوت بین آنها کمک نماید، خصوصاً ارقام و ژنوتیپ‌هایی که در یک، دو و یا سه عامل دارای مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد می‌باشند.

تجزیه دی پلات

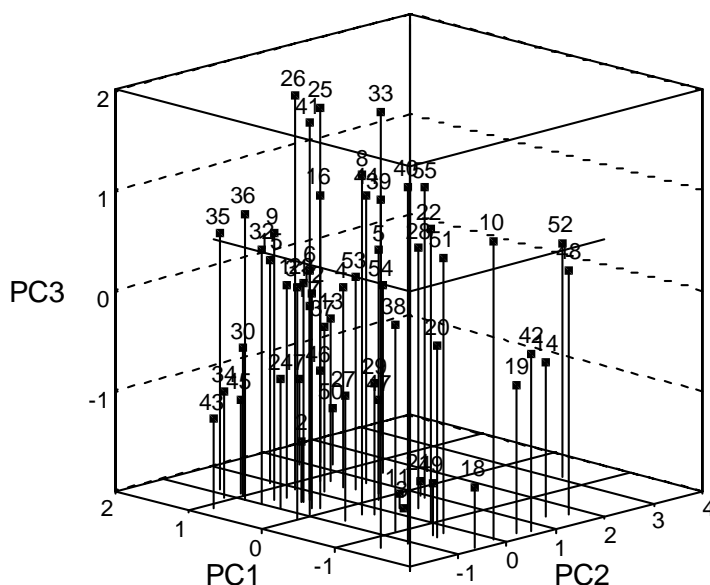
در این پژوهش تجزیه دی‌پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که مجموعاً ۳۹/۵ درصد از سهم کل واریانس را توجیه نمودند انجام گردید (شکل ۲). این روش برای نمایش دو بعدی پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها بر



شکل ۲- تجزیه دی پلات (تصویر دو بعدی) پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی بر اساس صفات مؤثر در عامل‌های اول ($PC1=0.66/25$) و دوم ($PC2=0.13/65$)

فاصله ۱- تا ۲- و از نظر عامل دوم نیز در فاصله ۱- تا ۲- ولی از نظر عامل سوم در فاصله صفر تا ۱+ قرار دارد و این رقم از نظر بیشتر صفات میوه و مغز ضعیف بوده به طوری که از نظر طول، عرض و ضخامت خشک میوه و مغز در حد پایینی بود ولی با داشتن پوست نازک با میزان نقوش زیاد و شکاف کاملاً باز در پوست چوبی مجزا از سایر ارقام قرار گرفت. در تجزیه پلات ارقامی که شباهت بیشتری دارند در یک گروه قرار می‌گیرند. مثلاً ارقام 'پرایس' (شماره ۱۹)، 'شاهرود ۱۸' (شماره ۴۲)، 'نان پاریل' (شماره ۱۴)، ژنوتیپ 'کا-۱۰-۱۵' (شماره ۴۸) که خصوصیات مشترک بیشتری دارند، در یک گروه و نزدیک بهم قرار گرفتند. ارقام 'سونورا' (شماره ۱۸)، 'نی پلاس الترا' (شماره ۳)، 'یلدا' (شماره ۱۱) و ژنوتیپ 'کا-۱۰-۱۱' (شماره ۴۹) که خصوصیات مشابه بیشتری داشتند نیز در یک گروه قرار گرفتند. ارقام 'مارکونا' (شماره ۲۵) و 'شاهرود ۱' (شماره ۲۶) که شباهت زیادی به هم داشتند، در کنار همدیگر قرار گرفتند. بر اساس نتایج تری پلات گروه‌بندی و پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس عامل اول عمدتاً به دو گروه ارقام پوست نرم (شامل ارقام پوست کاغذی و پوست نازک) و ارقام پوست سخت (نیمه‌سخت، سخت و خیلی سخت) تقسیم‌بندی شدند.

پراکنش ژنوتیپ‌ها و ارقام بر اساس تجزیه تری پلات نشان داد که رقم 'شاهرود ۸-ب' (شماره ۳۳) در قسمت مثبت PC1 (۱+ تا ۲+) قرار گرفته است که بیانگر این است که این رقم جدا از سایر ارقام قرار گرفته است و از نظر صفات مربوط به سه عامل اصلی در سطح بالاتری قرار دارد. ژنوتیپ 'K-2-29-1' (شماره ۵۲) از نظر عامل اول در فاصله صفر تا ۱- قرار داشت ولی از نظر عامل دوم در فاصله ۳+ تا ۴+ و از نظر عامل سوم در فاصله صفر تا ۱+ قرار داشت که بیانگر این است که این ژنوتیپ از نظر صفات تشکیل‌دهنده عامل دوم قوی است ولی از نظر صفات تشکیل‌دهنده عامل اول ضعیف می‌باشد. ژنوتیپ‌های 'K-12-4-4' (شماره ۵۰)، 'نی‌ریزا' (شماره ۱۶) و رقم 'مامایی' (شماره ۷) از نظر صفات قرار گرفته در عامل یک، قوی و از نظر صفات تشکیل‌دهنده عامل دوم، نسبتاً قوی ولی از نظر صفات موثر در عامل سوم، ضعیف بود و در فاصله ۱- تا ۲- قرار گرفته اند. بر اساس نتایج تری پلات ژنوتیپ 'K-10-15' (شماره ۴۸)، ارقام 'نان پاریل' (شماره ۱۴)، 'شاهرود ۱۸' (شماره ۴۲) و 'پرایس' (شماره ۱۹) از نظر صفات موثر در عامل اول در فاصله ۱- تا ۲- و از نظر عامل دوم در فاصله صفر تا ۲- قرار دارند و یک گروه مجزا را از سایر ارقام تشکیل دادند. رقم 'شاهرود ۱۵' (شماره ۳۹) از نظر عامل اول در



شکل ۳- تجزیه تری پلات (تصویر سه بعدی) پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی بر اساس صفات موثر در عامل‌های اول ($PC1=/.۲۵/۶$)، دوم ($PC2=/.۱۳/۸۵$) و سوم ($PC3=/.۱۱/۲۷$) (نام کامل ارقام و ژنوتیپ‌ها در جدول ۲ آمده است).

نتیجه‌گیری کلی

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که صفاتی مانند وزن خشک میوه، درصد مغز، درصد دو قلوبی، سختی و ضخامت پوست چوبی، عادت رشد و زمان رسیدن که ضریب تغییرات بالاتری نشان دادند، دارای تنوع بالاتری بین ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی بودند. ارقام و ژنوتیپ‌هایی که پوست چوبی سخت‌تری داشتند، دارای درصد مغز کمتر، میزان نقوش کمتر روی پوست چوبی، میزان شکاف کمتر در پوست چوبی، دوام پوست چوبی بیشتر، میزان کرک بیشتر روی مغز و رنگ مغز تیره‌تری بودند. ارقام و ژنوتیپ‌هایی که پوست چوبی نازک‌تری داشتند، دارای درصد مغز بیشتر، دوام پوست چوبی کمتر، میزان شکاف بیشتر در پوست چوبی، میزان کرک کمتر روی مغز و رنگ مغز روشن‌تری بودند. بر اساس نتایج تجزیه کلاستر، صفاتی از جمله طول، شکل و وزن خشک میوه و مغز، درصد مغز، ضخامت و میزان سختی پوست چوبی و زمان گل‌دهی از عوامل مهم تفکیک کلاسترهای اصلی بودند. نتایج تجزیه عامل‌ها نشان داد که طول، ضخامت (قطر)، وزن و اندازه خشک میوه و ضخامت و سختی پوست چوبی، میزان نقوش و شکاف در پوست چوبی، درصد مغز، طول، عرض و ضخامت (قطر) مغز، درصد دو قلوبی، شکل خشک میوه و مغز بیشترین نقش را در تفاوت بین ارقام و ژنوتیپ‌ها داشتند. بر اساس تجزیه دی پلات، رقم 'شاه‌رود ۸-ب'

در بالاترین سطح (قسمت مثبت) و رقم 'شاه‌رود ۱۵' در پایین‌ترین سطح (قسمت منفی) قرار داشت. بر اساس نتایج تری پلات ارقام 'پرایس' (شماره ۱۹)، 'شاه‌رود ۱۸' (شماره ۴۲)، 'نان پاریل' (شماره ۱۴)، ژنوتیپ 'کا-۱۰-۱۵' (شماره ۴۸)، که خصوصیات مشترک بیشتری داشتند، در یک گروه و نزدیک به هم قرار گرفتند. ارقام 'مونتری' (شماره ۲۱)، 'نی پلاس الترا' (شماره ۳)، 'یلدا' (شماره ۱۱) و ژنوتیپ 'کا-۱۰-۱۱' (شماره ۴۹) که خصوصیات مشابه بیشتری داشتند نیز در یک گروه قرار گرفتند. ارقام 'مارکونا' (شماره ۲۵) و 'شاه‌رود ۱' (شماره ۲۶) و ارقام 'فرانیس' (۶) و 'شاه‌رود ۱۲' (۳۷) که شباهت زیادی به هم داشتند، در کنار همدیگر قرار گرفتند که با نتایج تجزیه به عامل‌های اصلی و گروه‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی در تجزیه کلاستر مطابقت داشت.

سپاسگزاری

از همکاری آقای مهندس حسین مرادی و خانم‌ها مهندس طاهره پروانه و مهندس مریم تاتاری به جهت همکاری در انجام این پژوهش سپاسگزاری و تشکر می‌شود. همچنین از معاونت محترم پژوهشی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران به جهت فراهم آوردن بخشی از هزینه‌های پژوهش قدردانی می‌شود.

REFERENCES

1. Asma, B. M., Kan, T. & Birhanli, O. (2007). Characterization of promising apricot (*Prunus armenica* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54, 205-212.
2. Chalak, L., Chehade, A. & Kadri, A. (2007). Morphological characterization of cultivated almonds in Lebanon. *Fruits*, 62, 177-186.
3. De Giorgio, D. & G. B. Polignano. (2001). Evaluating the biodiversity of almond cultivars from germplasm collection field in Southern Italy. *Sustaining the Global Farm*, 56, 305-311.
4. De Giorgio, D., Leo, L., Zacheo, G. & Lamascese, N. (2007). Evaluation of 52 almond (*Prunus amygdalus* Batsch) cultivars from the Apulia region in Southern Italy. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology*, 82, 541-546.
5. Fatahi, R., Ebadi, A., Vezvaei, A., Zamani, Z. & Ghanadha, M. R. (2004). Relationship among quantitative and qualitative characters in 90 grapevine (*Vitis vinifera*) cultivars. *Acta Horticulturae*, 640, 275-282.
6. Food and Agriculture Organization. (2007). *Statistics: Faostat-Agriculture, Production, Crops*. Retrieved from: <http://www.faostat.fao.org>
7. Gulcan, R. (1985). *Descriptor list for almond (Prunus amygdalus)*. (Revised Ed.). International Board for Plant Genetic Resources, Rome, Italy.
8. Imani, A., Talaie, A. R., Vezvaei, A., Majidi, A. & Ghafari, A. R. (1997). *Study of influence of some biological and physiological characteristics on yield of selected almond cultivars*. Ph. D. Thesis. Department of Horticulture, Faculty of agriculture, Tarbiat Modares University, Iran. (In Farsi).
9. Karl, W., Hilig, A. & Lezzoni, F. (1998). Multivariate analysis of sour cherry germplasm collection. *Journal of American Society for Horticultural Sciences*, 113, 928-934.

10. Kester, D. E. & Gradziel, T. M. (1996). Almonds. In: Janick, J. & J.N.Moore (Eds.), *Fruit Breeding*. Vol. III. (pp.1-97.), John Wiley and Sons, Inc., New York, USA.
11. Lansari A., Iezzoni, F. & Kester, D. E. (1994). Morphological variation within collections of Moroccan almond clones and Mediterranean and North American cultivars. *Euphytica*, 78, 27-41.
12. Ledbetter, C. A. & Shonnard, C. B. (1992). Evaluation of selected almond (*Prunus dulcis* (Miller) D. A. Webb) germplasm for several shell and kernel characteristics. *Fruit Variety Journal*, 46, 79-82.
13. Sarkhosh, A., Zamani, Z., Fatahi Moghadam, M. R., Ebadi, A., Saie, A., Tabatabaie S. Z. & Akrami, M.R. (2006). Study of relationships of quantitative and qualitative characteristics of some pomegranate genotypes. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*, 8(4), 147-160. (In Farsi).
14. Talhouk, S. N., Lubani, R. T., Baalbaki, R., Zurayk, R., AlKhatib A., Parmaksizian L. & Jaradat, A. A. (2000). Phenotypic diversity and morphological characterization of *Amygdalus* L. species in Lebanon. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 47, 93-104.