

بررسی تنوع ژنتیکی و تحلیل عاملی برای برخی ویژگی‌های مورفولوژیکی در ژنوتیپ‌های پسته

سعید کاشانی زاده^۱، شیوا قاسمی^۱، مصطفی قاسمی^{۲*}

۱- مربی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی

۲- استادیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۵/۳

چکیده

تحقیق حاضر طی سال‌های ۱۳۹۵ تا ۱۳۹۷ به منظور ارزیابی خصوصیات هفت ژنوتیپ پسته انتخابی در باغات سنتی قزوین بر اساس پارامترهای مورفولوژیکی انجام گرفت. صفات ژنوتیپ‌ها بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS, The National Guidelines for Differentiation, Uniformity and Stability Tests)، با استفاده از دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی محافظت از ارقام جدید گیاهی (UPOV, The International Union for the Protection of New Varieties of Plants) مورد ارزیابی قرار گرفت. برخی از مهم‌ترین صفات مورد ارزیابی شامل طول خوشه میوه، طول شاخه رشد سال جاری، تعداد برگچه‌های برگ، درصد خندانی میوه، درصد پوکی و وزن مغز خشک بودند. در تحلیل عاملی ۳۴ صفت مورد بررسی، شش متغیر جدید (۶ عامل) به دست آمد که در کل ۱۰۰ درصد تغییرات را نشان دادند. دو مولفه اول بیش از ۵۰ درصد تغییرات را توجیه کردند. ضرایب عاملی در تجزیه به عامل‌ها به روش مولفه‌های اصلی و دوران واریانس در ژنوتیپ‌های مطالعه شده نشان داد که عامل اول همبستگی بالاتری با صفات تعداد برگچه، وزن خشک میوه خندان، تعداد میوه در هر خوشه، وزن تر پوست سبز میوه، وزن خشک میوه خوشه، درصد میوه‌های پوک خوشه و نسبت وزن خشک به وزن تر میوه داشت. عامل دوم نیز توجیه کننده طول میوه خشک، وزن خشک مغز، طول و عرض مغز، عرض تاج، ارتفاع درخت و طول برگچه انتهایی بود. نتایج تجزیه کلاستر نشان داد رقم شمشیری در یک گروه مجزا قرار داشت و بیشترین تفاوت را با سایر ژنوتیپ‌ها به ویژه بقالی نشان داد. ژنوتیپ‌های بقالی، مادری و کله‌بزی بیشترین شباهت را با هم داشتند.

واژگان کلیدی: ارزیابی، بای‌پلات، گروه‌بندی، صفات ظاهری، پسته

Investigation of genetic diversity and factor analysis for some morphological traits in pistachio genotypes

Saeid Kashanizadeh¹, Shiva Ghasemi¹, Mosta Gaghaseemi^{2*}

1-Researcher, of Horticulture Crops Research Department, Natural Resources Research and Education Center of Gazvin, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)

2-Assistant professor of Horticulture Crops Research Department, Natural Resources Research and Education Center of Gazvin, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO)

Received :March 2023

Accepted:July 2023

Abstract

The present study was conducted from 2016 to 2016 to evaluate the characteristics of seven selected pistachio genotypes in traditional orchards of Qazvin based on morphological parameters. Genotype traits were evaluated according to the National Guidelines for Differentiation, Uniformity and Stability Tests (DUS), using the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). Some of the most important traits evaluated included fruit cluster length, current branch growth length, number of leaflets, split nuts percentage, Blank nut percentage and dry kernel weight. In factor analysis, 34 studied traits obtained six new variables (6 factors) that showed a total of 100% changes. The first two components accounted for more than 50% of the changes. Factor coefficients in factor analysis by principal component method and varimax period in the studied genotypes showed the first factor had a higher correlation with the number of leaflets, dry weight of split nuts, number of fruits per cluster, fresh weight of green skin, nut dry per cluster, percentage of blank nuts per cluster and the ratio of dry weight to fresh weight of fruit. The second factor also explained the length of the dried fruit, the kernel's dry weight, the kernel's length and width, tree width, the height of the tree and the length of the terminal leaflet. The results showed that Shamshiri cultivar was in a separate group and showed the greatest difference with other genotypes, especially Baghali. The genotyped Baghali, Madari and Kalebhozi were most similar

Keywords: Evaluation, Biplot, Grouping, Appearance traits, Pistachio

مقدمه

به نظر می‌رسد. مهمترین ویژگی‌های ارقام درختان باغی موجود در این باغستان، سازگاری بالای آن‌ها به تنش‌های محیطی به‌ویژه کم‌آبی می‌باشد.

اولین گام در شناسایی ژنوتیپ‌ها، شناسایی ویژگی‌های مورفولوژیکی است. زیرا این ویژگی‌ها به راحتی قابل اندازه‌گیری هستند و کاربرد عملی فراوانی دارند (رضوی، ۱۳۷۷؛ شیخ‌علی، ۱۳۷۹). صفات مورفولوژیکی از اولین نشانگرهای استفاده شده پژوهشگران هستند. تعداد نشانگرهای مورفولوژیکی بسیار محدود است ولی ارزیابی بیشتر آن‌ها به صورت مشاهده‌ای و بدون نیاز به تکنیک‌های بیوشیمیایی و مولکولی صورت می‌گیرد (Komar, 1999). عوامل متعددی در تنوع مورفولوژیکی ارقام پسته دخالت دارند که ساختار ژنتیکی از مهمترین این عوامل است، به طوری که بخشی از این تنوع در ساختار ظاهری و بخشی دیگر در ساختارهای بیوشیمیایی و مولکولی قابل رؤیت خواهند بود.

پارفیت (Parfit, 1995) در زمینه تحقیقات به‌نژادی پسته از سال ۱۹۸۹ تا ۱۹۹۵ عملکرد پسته در هر درخت، درصد خندانی و پوکی، وزن تر، خشک و حجم پسته، وزن و حجم مغز، تاریخ گلدهی، ارتفاع و عرض درخت را مورد بررسی قرار داده و در نهایت ۴ توده را به منظور معرفی ارقام جدید شناسایی کرده‌اند. اسماعیل‌پور و تاج‌آبادی‌پور (۱۳۸۴) با توجه صفات مورفولوژیکی اقدام به شناسایی، جمع‌آوری، حفاظت، احیاء و ارزیابی ذخایر توارثی پسته در مناطق پسته‌خیز سراسر کشور نمودند و در استان کرمان ۸۰ ژنوتیپ (رفسنجان ۵۴، سیرجان ۲۱، زرنند ۳ و راور ۲)، استان اصفهان ۳۰ ژنوتیپ، استان قزوین ۷ ژنوتیپ استان خراسان ۵ ژنوتیپ، استان آذربایجان شرقی ۱۰ ژنوتیپ، استان فارس ۳ ژنوتیپ، استان یزد ۲۰ ژنوتیپ و استان سیستان و بلوچستان ۹ رقم

جمع‌آوری و بهره‌برداری از ذخایر توارثی در مراکز تنوع از اولویت‌ها و لازمه هر برنامه اصلاحی می‌باشد. کشور ایران به‌عنوان مهم‌ترین خاستگاه و مرکز تنوع ژنتیکی پسته در دنیا شناخته می‌شود و غنی‌ترین ژرم‌پلاسما پسته دنیا را در خود جای داده است (Mardi, 2007) وجود این ذخایر ژنتیکی غنی به همراه هتروزیگوسیتی و تنوع ژنتیکی بالا در پسته فرصت استثنایی برای اصلاح‌گران جهت استفاده بهینه از این ابزار و دست‌مایه اصلی اصلاح نباتات و دستیابی به پایه‌ها و ارقام برتر را مهیا ساخته است. مطلبی‌پور و همکاران (Motalebipour et al, 2016) با مطالعه ژنتیکی روی ۲۴ ژنوتیپ پسته اهلی و ۲۰ ژنوتیپ از ۵ گونه مختلف غیراهلی پسته نشان دادند که اندازه ژنوم پسته حدود ۶۰۰ میلیون جفت باز بوده و دارای هتروزیگوسیتی بالایی است. در پژوهشی دیگر طایفه‌علی‌اکبرخانی و همکاران (۱۳۹۲) ۲۵ ژنوتیپ ماده و ۱۵ ژنوتیپ نر پسته منطقه فیض‌آباد خراسان را با استفاده از صفات مورفولوژی، فنولوژی و همچنین نشانگر رپید مورد بررسی قرار دادند و تنوع قابل توجهی را گزارش کردند.

سطح زیرکشت باغات بارور پسته کشور بالغ بر ۴۲۰ هزار هکتار است و بیش از ۳۸۶ هزار تن محصول در این باغات تولید می‌شود. میزان عملکرد پسته کشور نیز حدود ۹۰۰ کیلوگرم در هکتار گزارش شده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۹). باغستان سنتی قزوین با قدمت چندین صد ساله، یکی از منابع مهم ژنتیکی ارقام مختلف محصولات باغی از جمله پسته می‌باشد. این ارقام در طولانی مدت توسط باغداران انتخاب شده و دارای صفات ویژه‌ای می‌باشند. لذا شناسایی و تهیه شناسنامه این ارقام و ژنوتیپ‌ها در جهت استفاده از صفات ویژه آن‌ها در برنامه‌های به‌نژادی ضروری

در هر خوشه، درصد پسته‌های خندان خوشه، درصد پسته‌های پوک خوشه، اونس خندان، وزن پوست سبز میوه، طول و عرض پسته خشک، وزن مغز خشک، طول و عرض مغز و درصد وزنی پسته خشک به پسته تر با پوست سبز بودند (UPOV, 2017). داده‌های به‌دست آمده برای تمام ویژگی‌ها با نرم‌افزار آماری SPSS تجزیه شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن صورت گرفت.

نتایج

مقایسه میانگین

نتایج نشان داد بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱).

اسماعیل‌پور (۱۳۷۹) در آزمایشی، خصوصیات کمی و کیفی محصول ۲۸ رقم پسته را در شرایط آب و هوایی شهرستان رفسنجان بررسی کرد. ارقام مختلف از نظر زمان و طول دوره گلدهی و برگ‌دهی، زمان شروع و تکمیل دوره پُر شدن مغز، زمان رسیدن، میزان محصول تر و خشک، اونس دانه، طول و عرض و شکل میوه، شدت سال‌آوری میزان چربی و پروتئین مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در صفات مورد بررسی بین ارقام مختلف وجود داشت. مطلبی‌پور و همکاران (Motalebipour et al, 2016) گزارش نمودند که دو رقم پسته کله قوچی و اوحدی دارای کمترین فاصله ژنتیکی با یکدیگر بودند.

و ژنوتیپ را شناسایی کردند. نتایج نشان داد اختلاف آماری معنی‌داری در صفات مورد بررسی بین ارقام مختلف وجود داشت. نتایج تاج‌آبادی‌پور (۱۳۷۶) روی خصوصیات مورفولوژیکی ۲۰ رقم از ارقام ماده پسته در شرایط آب و هوایی رفسنجان نشان داد که ارقام بادامی زودرس و رضایی زودرس با هم و ارقام اوحدی، فندق‌غفوری و راور شماره ۱ نیز با هم شباهت زیادی داشتند. با توجه به اهمیت باغستان سنتی قزوین از نظر غنای ژنتیکی پسته، در این پروژه خصوصیات برخی از ژنوتیپ‌های پسته انتخابی در باغات سنتی قزوین بررسی گردید.

مواد و روش‌ها

این تحقیق از فروردین سال ۱۳۹۵ به مدت سه سال در باغستان سنتی قزوین انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌های مورد نظر با هماهنگی باغداران علامت‌گذاری شد و موقعیت جغرافیایی هر درخت توسط GPS ثبت گردید. سپس خصوصیات مورفولوژیکی هر ژنوتیپ یا تک درخت (هم در محل و هم در آزمایشگاه) ثبت شد. صفات ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس دستورالعمل ملی آزمون‌های تمایز، یکنواختی و پایداری (DUS)^۱ با استفاده از دستورالعمل اتحادیه بین‌المللی محافظت از ارقام جدید گیاهی (UPOV)^۲ مورد ارزیابی قرار گرفت. صفات مورد بررسی شامل ارتفاع درخت، عرض تاج درخت، محیط تنه، قطر تنه، طول شاخه رشد سال جاری، قطر وسط شاخه رشد سال جاری، تعداد برگچه‌های برگ، درصد برگ‌های ساده، سه‌برگچه‌ای، چهار برگچه‌ای، پنج برگچه‌ای، طول و عرض برگ، طول و عرض برگچه انتهایی، طول دمبرگ، قطر دمبرگ، طول و عرض خوشه میوه، وزن تر و خشک خوشه میوه، وزن تر محور خوشه میوه، وزن خشک پسته‌های خندان خوشه، تعداد پسته

1- Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability

2-The International Union for the Protection of New Varieties of Plants

جدول ۱ - مقایسه میانگین صفات بررسی شده ۷ ژنوتیپ انتخابی پسته

ردیف	ژنوتیپ/شماره صفت*	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵	۱۶	۱۷
۱	بادامی	۲۴۲	۱۸۵	۲۳/۲	۲۱/۵	۱۲	۰/۵۵	۳	۱۲/۵	۴۸	۷	۱۹	۱۴۸	۱۲۸	۸۷	۳۷	۳۷	۲
۲	بقالی	۲۴۳	۲۶۰	۲۴/۲	۱۹	۱۴	۰/۵۴	۵	۲/۵	۲۸	۷/۵	۴۲	۱۳۷	۱۲۹	۸۲	۳۷/۵	۳۸	۱/۹
۳	کله‌بزی	۲۳۹	۲۲۵	۲۶/۲	۱۷/۸	۱۱/۲	۰/۵۵	۵	۲/۲	۴۷	۶/۵	۵۳/۲	۱۳۹	۱۲۹	۸۱/۲	۳۸/۸	۳۷	۲
۴	اخته ذغالی	۲۳۸	۲۷۴	۲۷/۵	۱۵	۱۴/۵	۰/۵۲	۵	۳۰/۲	۳۰/۲	۱۳	۳۱/۵	۱۵۲	۱۲۸/۲	۸۷	۴۱	۴۱	۱/۹
۵	مادری	۲۵۳	۲۴۸	۲۵/۲	۱۶	۱۴/۵	۰/۵۴	۳	۳/۵	۳۷	۱۹/۵	۳۷/۸	۱۴۳	۱۲۷/۸	۷۸	۳۹/۸	۳۳	۲/۱۵
۶	شمشیری	۱۹۶	۱۵۸	۲۲/۵	۱۵/۵	۱۴/۲	۰/۵۴	۵	۷/۳۵	۲۷/۱۵	۱۲/۵	۳۹/۸۵	۱۴۹/۲	۱۲۵	۷۱	۳۸	۳۹	۲
۷	تجاری	۲۴۵	۱۵۴	۲۴/۵	۱۶/۸	۱۳/۵	۰/۵۳	۳	۲/۵	۳۷	۱۹/۵	۳۷/۸	۱۳۵	۱۳۰	۸۲	۴۲/۵	۴۰	۱/۹۵

* ۱- ارتفاع درخت (cm)، ۲- عرض تاج درخت (cm)، ۳- محیط تنه (cm)، ۴- قطر تنه (cm)، ۵- طول شاخه رشد سال جاری (cm)، ۶- قطر وسط شاخه رشد سال جاری (cm)، ۷- تعداد برگچه‌های برگ، ۸- درصد برگ‌های ساده، ۹- درصد برگ‌های سه برگه‌ای، ۱۰- درصد برگ‌های چهار برگه‌ای، ۱۱- درصد برگ‌های پنج برگه‌ای، ۱۲- طول برگ (mm)، ۱۳- عرض برگ (mm)، ۱۴- طول برگچه انتهایی (mm)، ۱۵- عرض برگچه انتهایی (mm)، ۱۶- طول دم‌برگ، ۱۷- قطر دم‌برگ

ادامه جدول ۱- مقایسه میانگین صفات بررسی شده ۷ ژنوتیپ انتخابی پیسته

ردیف	ژنوتیپ/ شماره *صفت	۱۸	۱۹	۲۰	۲۱	۲۲	۲۳	۲۴	۲۵	۲۶	۲۷	۲۸	۲۹	۳۰	۳۱	۳۲	۳۳	۳۴
۱	بادامی	۱۱۵	۱۱۸	۶۱	۴	۲۲/۵	۱۲/۵	۲۳	۵۰	۱۶	۲۵	۱	۱۸/۲	۱۲	۰/۵۱	۱۶	۸/۹	۳۲/۵
۲	بقالی	۱۰۵	۱۱۲	۵۸	۳/۵	۱۸/۵	۱۳	۲۴	۴۱	۱۵	۲۵/۵	۰/۹۶	۱۷	۱۲/۵	۰/۴۹	۱۴/۵	۹	۲۳
۳	کلبزری	۱۱۰/۵	۱۱۵	۵۹/۵	۳/۴	۱۹/۲	۱۲/۹	۲۲	۳۹	۱۷/۹	۲۲/۱	۰/۹۷	۱۷/۵	۱۲/۴	۰/۵۲	۱۴/۹	۹/۱	۲۲/۵
۴	اخته ذغالی	۱۰۷/۵	۹۵/۵	۵۹	۳/۹۴	۲۰/۹	۱۲/۵	۲۳/۴	۶۳	۷/۰۲	۲۹/۲	۱/۱	۱۷/۸	۱۲	۰/۵۱	۱۶/۲	۸/۸	۲۱/۸۸
۵	مادری	۱۲۰/۵	۱۰۸	۵۷/۹	۳/۵	۱۵/۵	۷/۹	۱۹/۲	۳۸	۲۲/۲	۲۸/۲	۰/۸۷	۱۸/۹	۱۲/۵	۰/۵۲	۱۵	۹/۶	۳۵/۶
۶	شمشیری	۱۱۵/۵	۱۱۷/۵	۶۵/۵	۳/۹	۲۵/۵	۱۳/۲	۲۳	۴۹/۹	۴/۶	۲۵/۶	۱/۰۶	۲۱/۲	۱۲/۷	۰/۵۵	۱۷/۷	۹/۸	۳۲/۵
۷	تجاری	۹۵/۵	۱۰۰/۲	۴۱/۲	۳/۵	۱۵/۵	۷/۹	۱۹/۲	۳۸	۲۲/۲	۲۸/۲	۰/۸۷	۱۹/۵	۱۲	۰/۵۲	۱۷/۱	۹/۴	۳۲/۷

* ۱۸- طول خوشه میوه (mm)، ۲۰- وزن تر خوشه میوه (g)، ۲۱- وزن تر محور خوشه میوه (g)، ۲۲- وزن پیسته خشک خوشه، ۲۳- وزن تر خشک پیسته‌های خندان خوشه، ۲۴- تعداد پیسته‌های خوشه،

۲۵- درصد پیسته‌های خندان خوشه، ۲۶- درصد پیسته‌های پوک خوشه، ۲۷- انس خندان، ۲۸- وزن پوست سبز تک میوه (g)، ۲۹- طول پیسته خشک (mm)، ۳۰- عرض پیسته خشک (mm)، ۳۱- وزن مغز خشک (g)، ۳۲-

طول مغز (mm)، ۳۳- عرض مغز (mm)، درصد وزنی پیسته به پیسته تر با پوست

تحلیل عاملی متغیرهای مورد بررسی

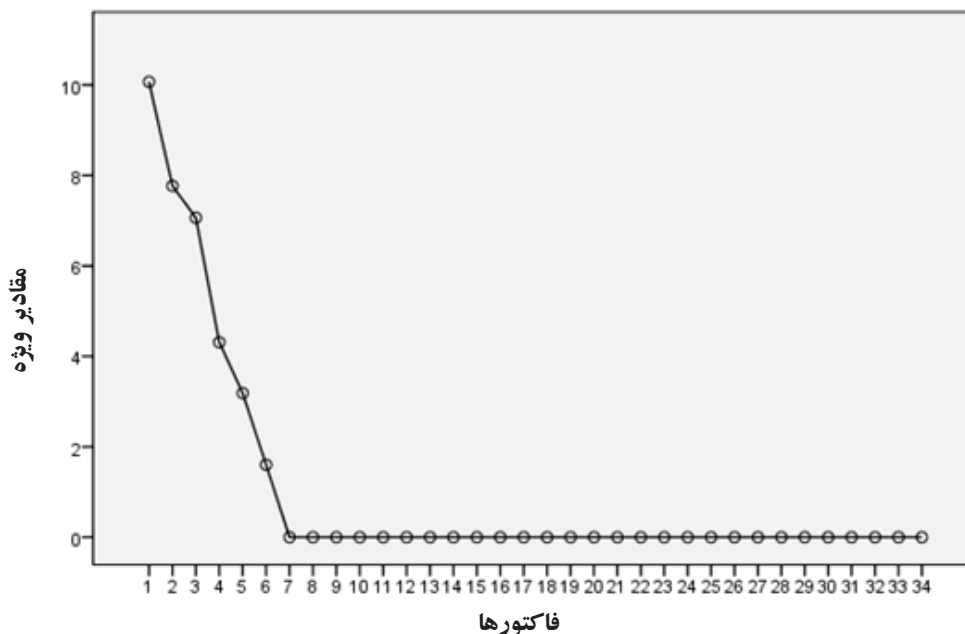
در تحلیل عاملی ۳۴ صفت مورد بررسی (جدول ۲)، شش عامل (متغیر جدید) به دست آمد که در کل ۱۰۰ درصد تغییرات را نشان دادند. در جدول ۲ مشاهده می شود به تعداد متغیرها (۳۴ مورد) عامل آورده شده است. در این جدول، شاخص های مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی ذکر شده است. از آنجا که در پیش فرض عامل هایی که مقادیر ویژه آن ها بالای ۱ هستند را انتخاب کردیم، لذا ۶ عامل که نقش بیشتری در تبیین واریانس متغیرها

داشتند انتخاب شدند و در قسمت استخراج آورده شده اند. همانطور که مشاهده می شود، واریانس عامل اول ۲۹/۶۱ درصد تغییرات کل متغیرها را تبیین می کند. عامل دوم ۲۲/۸۴، عامل سوم ۲۰/۷۷، عامل چهارم ۱۲/۶۷، عامل پنجم ۹/۳۶ و عامل ششم ۴/۷۱ تغییرات کل متغیرها را تبیین می کنند. درصد واریانس تجمعی نشان داد ۶ مولفه انتخاب شده که مقادیر ویژه بالای ۱ دارند، ۱۰۰ درصد تغییرات متغیرها را پوشش می دهند. دو مولفه اول بیش از ۵۰ درصد و سه مولفه اول بیش از ۷۰ درصد تغییرات را توجیه می کنند. در

جدول ۲- تحلیل عاملی ۳۴ صفت بررسی شده و مقادیر ویژه، درصد واریانس و درصد واریانس تجمعی برای ۶ عامل استخراج شده به روش مولفه های اصلی

عامل ها	مقدار ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۱۰/۰۷	۲۹/۶۱	۲۹/۶۱
۲	۷/۷۶	۲۲/۸۴	۵۲/۴۶
۳	۷/۰۶۴	۲۰/۷۷	۷۳/۲۴
۴	۴/۳۱	۱۲/۶۷	۸۵/۹۲
۵	۳/۱۸	۹/۳۶	۹۵/۲۸
۶	۱/۶	۴/۷۱	۱۰۰

مقادیر بالاتر از ۱ معنادار در نظر گرفته شد



شکل ۱- نمودار اسکری پلات تغییرات عامل ها

جدول ۳. ضرایب عاملی در تجزیه به عامل ها به روش مولفه های اصلی و دوران واریماکس در ژنوتیپ‌های مطالعه شده

بارعاملی						صفت
۶	۵	۴	۳	۲	۱	
۰/۲۳۲	۰/۱۴۰	-۰/۰۳۵	-۰/۱۷۳	-۰/۰۱۲	۰/۹۶۴	تعداد برگچه
-۰/۱۸۸	-۰/۲۱۷	۰/۰۲۸	۰/۲۱۸	-۰/۰۷۴	۰/۹۲۹	وزن خشک میوه های خندان خوشه
-۰/۲۸۵	۰/۰۱۱	-۰/۰۴۷	۰/۳۲۳	-۰/۲۲۷	۰/۸۷۲	تعداد پسته هر خوشه
۰/۱۴۲	۰/۰۴۸	-۰/۰۲۹	۰/۶۰۵	۰/۰۹۸	۰/۷۷۵	وزن پوست سبز میوه
-۰/۰۵۷	-۰/۲۸۱	۰/۰۰۹	-۰/۴۷۲	-۰/۳۱۳	-۰/۷۷۲	درصد پوکی
۰/۳۳۷	-۰/۵۰۹	-۰/۰۴۳	-۰/۰۶۵	۰/۳۲۹	-۰/۷۱۷	درصد ۴ برگچه ای
-۰/۳۲۳	۰/۰۶۰	۰/۲۷۵	-۰/۱۳۱	۰/۵۳۹	-۰/۷۱۳	نسبت وزن خشک به تر میوه
-۰/۲۲۸	-۰/۱۳۰	۰/۱۱۰	-۰/۵۳۱	۰/۴۲۵	۰/۶۷۶	وزن خشک میوه خوشه
-۰/۰۵۵	۰/۱۹۹	۰/۰۵۰	۰/۱۰۵	۰/۹۵۵	-۰/۱۷۸	طول میوه خشک
۰/۲۱۳	-۰/۰۷۸	۰/۲۰۸	۰/۰۵۸	۰/۹۵۰	۰/۰۱۶	وزن خشک مغز
۰/۰۲۶	۰/۱۱۵	-۰/۳۹۱	۰/۳۹۸	۰/۸۲۰	-۰/۰۵۴	طول مغز
-۰/۰۴۱	۰/۲۵۸	۰/۳۱۵	-۰/۳۴۸	۰/۸۰۳	-۰/۲۵۷	عرض مغز
۰/۳۴۱	۰/۳۱۹	۰/۳۱۶	-۰/۰۲۹	-۰/۷۸۶	۰/۲۵۱	عرض تاج
۰/۱۰۸	-۰/۱۰۰	-۰/۰۳۰	-۰/۱۳۷	-۰/۷۸۵	-۰/۵۸۵	ارتفاع درخت
۰/۰۸۲	-۰/۲۵۴	-۰/۳۷۵	۰/۴۲۱	-۰/۷۷۰	-۰/۱۳۷	طول برگچه انتهایی
۰/۱۳۴	-۰/۲۱۵	-۰/۵۲۰	-۰/۳۳۳	-۰/۶۴۳	-۰/۳۷۶	عرض برگ
۰/۰۴۶	۰/۰۰۳	-۰/۰۰۶	۰/۹۷۹	-۰/۰۵۰	۰/۱۹۲	درصد برگ ساده
-۰/۱۵۷	۰/۰۶۶	-۰/۰۰۱	۰/۹۳۱	۰/۲۱۳	۰/۲۴۲	وزن تر محور خوشه
۰/۳۶۲	-۰/۰۵۸	۰/۰۵۶	-۰/۸۶۷	۰/۱۱۶	۰/۳۱۳	درصد ۵ برگچه ای
۰/۱۶۹	۰/۱۲۰	۰/۳۲۹	۰/۸۴۸	۰/۱۸۷	۰/۳۰۸	طول برگ
۰/۲۳۳	۰/۲۰۴	-۰/۱۰۴	۰/۸۳۷	-۰/۰۲۱	۰/۴۳۹	درصد میوه های خندان خوشه
-۰/۰۶۱	-۰/۰۸۴	۰/۹۵۰	۰/۲۶۱	۰/۱۲۳	۰/۰۶۳	طول خوشه
۰/۱۶۰	۰/۱۴۹	-۰/۸۲۷	۰/۲۷۲	۰/۱۶۱	۰/۴۱۱	طول دمبرگ
۰/۰۵۸	-۰/۱۳۱	۰/۷۸۸	-۰/۱۱۲	۰/۲۴۴	-۰/۵۳۶	قطر دمبرگ
-۰/۱۲۴	-۰/۰۵۷	۰/۶۸۱	۰/۳۰۳	۰/۰۶۷	۰/۶۴۹	وزن تر خوشه میوه
-۰/۱۷۳	۰/۲۴۵	۰/۵۹۰	-۰/۵۳۹	۰/۳۵۴	۰/۳۸۲	عرض میوه خشک
۰/۰۸۳	۰/۹۷۹	۰/۰۶۵	۰/۱۰۴	۰/۱۱۱	۰/۰۸۱	طول شاخه سالجاری
۰/۰۱۱	-۰/۹۰۶	۰/۱۱۷	۰/۰۷۱	-۰/۱۹۲	-۰/۳۵۲	درصد ۳ برگچه ای
۰/۲۶۸	۰/۷۴۰	-۰/۱۸۲	۰/۳۵۴	-۰/۰۲۹	-۰/۴۷۱	اونس خندان
-۰/۵۰۲	-۰/۶۷۸	۰/۴۶۶	-۰/۲۵۷	۰/۰۳۵	۰/۰۶۲	قطر شاخه سالجاری
۰/۸۴۴	۰/۰۲۳	-۰/۰۶۵	-۰/۰۰۱	-۰/۵۳۱	۰/۰۴۴	محیط تنه
-۰/۷۱۷	-۰/۵۵۷	-۰/۰۴۵	۰/۰۹۴	-۰/۴۰۴	-۰/۰۴۷	قطر ته
-۰/۶۶۳	۰/۲۵۶	-۰/۴۸۴	-۰/۰۷۳	۰/۰۸۷	-۰/۴۹۷	عرض برگچه انتهایی
-۰/۶۲۱	-۰/۴۷۶	۰/۴۶۸	-۰/۱۴۰	۰/۲۴۶	-۰/۲۹۹	عرض خوشه

آنالیز کلاستر

جهت ارزیابی فواصل ژنتیکی و گروه‌بندی ۷ ژنوتیپ موجود، از روش مربعات فواصل اقلیدوسی بین ژنوتیپ‌ها بر مبنای روش آماری Wards استفاده گردید (شکل ۲). هفت ژنوتیپ مورد بررسی بر اساس صفات مورفولوژیکی به دو گروه اصلی تقسیم شدند. گروه اول شامل ژنوتیپ‌های بقالی، مادری، کله بزی و زغال‌اخته‌ای و گروه دوم شامل ژنوتیپ‌های بادامی، تجاری و شمشیری هستند. با کم کردن فاصله ژنتیکی، ژنوتیپ‌های مورد بررسی در سه زیرگروه قرار گرفتند. زیرگروه اول شامل ژنوتیپ‌های بقالی، مادری، کله بزی و زغال‌اخته‌ای و زیرگروه دوم شامل ژنوتیپ‌های بادامی و تجاری و زیرگروه سوم شامل ژنوتیپ شمشیری بود. اما برای جداسازی دقیق این ژنوتیپ‌ها نیاز به استفاده از مارک‌های مولکولی است. نتایج نشان داد رقم شمشیری در یک گروه مجزا قرار داشت و بیشترین تفاوت را با سایر ژنوتیپ‌ها به ویژه بقالی نشان داد. ژنوتیپ‌های بقالی، مادری و کله بزی بیشترین شباهت را با هم داشتند.

رضایی کمال‌آبادی (۱۳۸۵) تنوع ژنتیکی ارقام پسته را بر اساس صفات مورفولوژیک و نشانگر RAPD بررسی کرد. دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای ۱۱۴ صفت مورفولوژیک کمی و کیفی به روش UPGMA دو خوشه بزرگ و اصلی ایجاد کرده و رقم پوست پیازی را از همه ارقام جدا نمود. با ایجاد خط برش در فاصله ۳۰۱۹۸/۳۱ (مربع فاصله) پنج گروه متمایز ایجاد شد. در تکنیک RAPD تعداد ۱۵ آغازگر استفاده شد. تجزیه خوشه‌ای ارقام پسته براساس نشانگرهای مولکولی RAPD به روش UP-GMA و ضرایب تشابه جا‌کارد، دو خوشه ایجاد کرد که منجر به تولید ۵ گروه شد که ارقام واحدی و کله قوچی در یک گروه و بقیه ارقام در شاخه دیگر در چهار گروه قرار گرفتند. در این شاخه نیز رقم رضایی

نمودار اسکری پلات (شکل ۱) نیز ۶ عامل که به طور کامل تغییرات ارقام را پوشش می‌دهند، نشان داده شده است. این نمودار تغییرات ویژه را در ارتباط با عامل‌ها نشان می‌دهد و مشخص می‌کند که ۶ عامل اول بیشترین نقش را در تبیین واریانس داده‌ها دارد. بر اساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، ۳۴ ویژگی مطالعه شده در این پژوهش در قالب ۶ متغیر جدید (۶ عامل) گروه‌بندی شد. جدول ۳، سهم متغیرها در عامل‌ها را بعد از چرخش واریماکس نشان می‌دهد. برای مثال تعداد برگچه در عامل اول ۰/۹۴۶، در عامل دوم ۰/۰۱۲، در عامل سوم ۰/۱۷۳، در عامل چهارم ۰/۰۳۵، در عامل پنجم ۰/۱۴ و در عامل ششم ۰/۲۳۲ متغیرها را نشان می‌دهد. یعنی تعداد برگچه همبستگی بالایی با عامل اول دارد. همان‌طور که مشاهده می‌شود عامل اول بیشترین همبستگی مثبت (بالای ۰/۷) را با صفات تعداد برگچه، وزن خشک میوه خندان، تعداد میوه در خوشه، وزن تر پوست سبز میوه، وزن خشک میوه در خوشه و بیشترین همبستگی منفی (بالای ۰/۷-) را با صفات درصد میوه‌های پوک خوشه، درصد برگ‌های ۴ برگچه‌ای و نسبت وزن خشک به وزن تر میوه با پوست سبز داشت. عامل دوم نیز توجیه کننده طول میوه خشک، وزن خشک مغز، طول مغز و عرض مغز، عرض تاج، ارتفاع درخت و طول برگچه انتهایی بود. عامل سوم را می‌توان به عنوان عامل درصد برگ‌های ساده، وزن تر محور خوشه، طول برگ، درصد میوه خندان خوشه و درصد برگ‌های ۵ برگچه‌ای دانست. عامل چهارم توجیه کننده طول خوشه، قطر دم‌برگ و طول دم‌برگ بود. عامل پنجم نیز توجیه کننده طول شاخه سال جاری، اونس خندان و درصد برگ‌های سه برگچه‌ای بود و در نهایت عامل ششم را می‌توان عامل محیط و قطر تنه نام‌گذاری کرد.

حاصل از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها، بر اساس سه سیستم آنزیمی مذکور، آنها را در ۸ گروه اصلی و ۲۰ گروه فرعی تقسیم نمود. به نحوی که میزان تشابه ژنتیکی از سمت ارقام رایج باغی به سمت گونه‌ها کاهش یافته و در نهایت گونه‌ها در سه گروه انتهایی قرار گرفتند. وارپته سرخس به عنوان رقم وحشی گونه ورا، حد واسط ارقام رایج باغی با گونه‌های دیگر قرار داشت.

محمودنیا میمند و همکاران (Mahmoodnia Meimand et al, 2018) با ارزیابی تنوع ژنتیکی ۲۰ ژنوتیپ ماده و ۳۵ ژنوتیپ نر با کمک نشانگر ISSR دریافتند که این ژنوتیپ‌ها در ۵ گروه مجزا قرار می‌گیرند. دو رقم پوست خرمایی و ممتاز دارای بیشترین و بادامی راوری ۳ و قزوینی کمترین شباهت با یکدیگر بودند. در این مطالعه تنوع ژنتیکی بین دو گروه ژنوتیپ‌های نر و ماده کمتر از تنوع داخل جمعیت هر گروه از این ژنوتیپ‌ها بود. تاج‌آبادی‌پور (۱۳۷۶) طی بررسی‌های انجام شده بر روی خصوصیات مورفولوژیکی ۲۰ رقم از ارقام ماده پسته در شرایط آب و هوایی رفسنجان نشان داد که ارقام بادامی زودرس و رضایی زودرس با هم و ارقام اوحدی، فندق‌غفوری و راوری شماره ۱ نیز با هم شباهت زیادی داشتند.

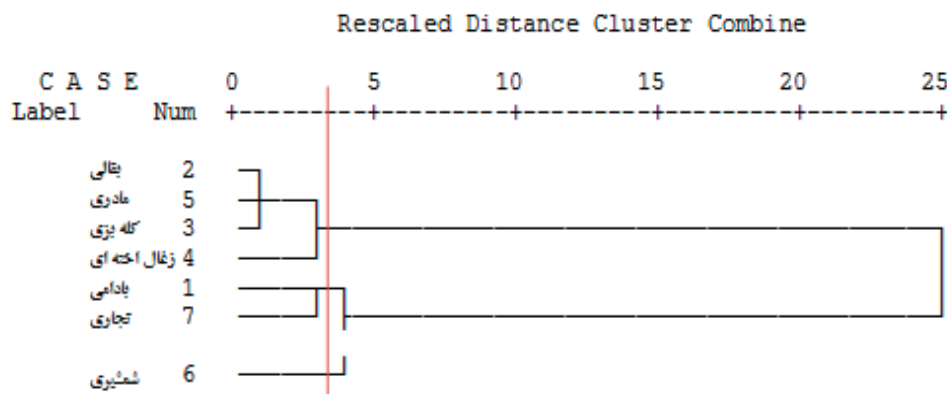
همبستگی صفات میوه

همبستگی‌های مثبت و منفی زیادی بین صفات مورد بررسی وجود داشت که در جدول ۴ بیان گردیده است. از این میان می‌توان به همبستگی بین وزن تر محور خوشه با درصد میوه‌های خندان هر خوشه و طول برگ ($r=0.2/885$)، در سطح احتمال یک درصد و طول خوشه و وزن تر خوشه ($r=0.2/788$)، وزن تر محور خوشه با وزن پسته خشک هر خوشه ($r=0.2/776$)، وزن تر محور خوشه با درصد میوه‌های خندان هر خوشه ($r=0.2/858$) در سطح احتمال ۵٪

زودرس از بقیه ارقام جدا شده بود. در تحقیق ارجمند (۱۳۹۱)، رقم ماده پسته از ایستگاه شماره دو مرکز تحقیقات پسته کشور واقع در رفسنجان انتخاب و ۴۱ صفت مورفولوژیک از قبیل مشخصات خوشه، رشد طولی و قطری، طی دو سال مورد بررسی قرار گرفت. براساس دندروگرام، این ارقام در چهار گروه اصلی قرار گرفتند. ماتریس فاصله اقلیدسی بالاترین فاصله را بین ارقام سفید پسته نوق و پوست پیازی و کمترین فاصله را بین ارقام بادامی راوری و سیریزی نشان داد. در تحقیق هاشمی‌نسب (۱۳۹۷)، نتایج حاصل از ارزیابی تنوع ژنتیکی با کمک شاخص‌های مورفو-فیزیولوژیکی، مراحل فنولوژیک رشد و نمو و معیارهای کمی و کیفی مرتبط با عملکرد و به دنبال آن تعیین فواصل ژنتیکی با کمک روش‌های تک و چند متغیره نشان داد که ۱۸۸ ژنوتیپ نر و ۲۱۲ ژنوتیپ ماده این جمعیت به ترتیب در ۲۰ و ۱۸ گروه ژنوتیپی مختلف دسته‌بندی گردیدند. اعلمی و همکاران (۱۳۸۲) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی ارقام و گونه‌های پسته ایرانی از سه آنزیم استراز، پراکسیداز و مالات‌دهیدروژناز در ۳۰ ژنوتیپ مختلف پسته استفاده کردند. نمونه‌ها از برگ‌های تازه درختان پسته تهیه گردید. برای این منظور از بافر استخراج حاوی ۲۰ درصد ساکارز، ۰/۰۱ مولار دی‌تیوتری‌تول، ۲ درصد پلی اتیلن گلیکول و ۸ درصد پلی‌ونیل‌پلی‌پیرولیدین استفاده شد. برای جداسازی ایزوآنزیمها تکنیک ایزوالکتریک فوکوسینگ با ژل پلی‌اکریل آمید با غلظت ۲ درصد وزنی حجمی آمفولیت به کار رفت. نتایج چند شکلی زیادی را در هر سه سیستم آنزیمی نشان داد، که بیشترین آن مربوط به آنزیم استراز بود. تعداد ۱۹ باندها در آنزیم استراز و ۲۸ باندها برای آنزیم مالات‌دهیدروژناز دیده شد، که در دامنه گسترده‌ای از شیب pH پراکنده بودند. برای آنزیم پراکسیداز در یک دامنه باریک pH، ۱۱ باندها مشاهده شد. نتایج

جدول ۴. مقدار همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ژنوتیپ های پسته.

	وزن	وزن تر	وزن پسته	وزن	تعداد	درصد	درصد	اوس	وزن	طول	عرض	طول	عرض	وزن	طول	عرض	ارتفاع	طول	عرض	طول	
وزن خوشه	۱																				
وزن تر محور	۰/۴۶۸	۱																			
وزن پسته	۰/۸۳۸	۰/۸۷۶*	۱																		
وزن خشک	۰/۸۱۹	۰/۴۲۷	۰/۸۸۷*	۱																	
تعداد پسته هر	۰/۶۵۱	۰/۵۰۸	۰/۸۲۲	۰/۹۴۸*	۱																
درصد میوه های	۰/۴۲۵	۰/۸۵۸*	۰/۶۴۱	-۰/۵۰۱	۰/۵۹۹	۱															
درصد میوه	۰/۶۳۶	-۰/۷۰۳	-۰/۸۵۵*	-۰/۷۲۶	-۰/۷۴۲	-۰/۷۹۹*	۱														
اوس خندان	۰/۴۰۰	۰/۲۱۷	-۰/۳۱۹	-۰/۵۷۴	-۰/۳۴۹	۰/۳۲۳	-۰/۲۰	۱													
وزن پوست سبز	۰/۶۵۳	۰/۷۵۳	۰/۸۴۵*	۰/۸۰۷*	۰/۸۱۱*	۰/۸۹۱*	-۰/۹۳۷*	-۰/۰۷۴	۱												
طول پسته	۰/۰۱۰	۰/۲۸۱	۰/۳۳۴	-۰/۲۴۴	-۰/۳۲۳	۰/۰۱۲	-۰/۲۶۴	۰/۰۱۹	۰/۰۱۹	۱											
عرض پسته	۰/۵۱۸	-۰/۲۹۲	۰/۱۹۴	۰/۲۰۶	۰/۰۸۳	-۰/۳۴۳	-۰/۲۰۵	-۰/۳۵۳	-۰/۰۲۶	۰/۳۰۱	۱										
طول خوشه	۸۸۸*	۰/۲۸۷	۰/۳۶۳	۰/۱۶۳	۰/۰۸۳	۰/۱۱۳	-۰/۱۷۵	-۰/۱۹۲	۰/۱۷۹	۰/۱۶۸	۰/۴۷۸	۱									
عرض خوشه	۰/۵۹۱	۰/۴۳۲	۰/۴۸۶	۰/۴۶۲	۰/۳۰۹	-۰/۲۸۲	-۰/۰۶۸	-۰/۰۸۰*	۰/۰۴۶	۰/۱۳۰	۰/۵۴۴	۰/۵۳۵	۱								
وزن خشک مغز	۰/۲۱۱	۰/۲۲۲	۰/۴۲۹	-۰/۰۶۰	-۰/۲۵۵	۰/۰۴۸	-۰/۳۲۶	-۰/۰۵۲	۰/۱۶۱	۰/۸۹۳*	۰/۳۷۸	۰/۳۴۴	۰/۲۳۲	۱							
طول مغز	۰/۱۳۶	۰/۵۳۶	۰/۴۵۹	-۰/۰۶۴	-۰/۰۹۳	۰/۳۶۲	-۰/۴۴۱	۰/۳۰۶	۰/۳۰۰	۰/۸۳۶*	-۰/۱۵۲	-۰/۱۸۱	-۰/۱۲۴	۰/۸۱۶	۱						
عرض مغز	۰/۰۱۴	-۰/۱۹۲	-۰/۰۰۷	-۰/۴۱۴	-۰/۵۱۹	-۰/۴۱۱	۰/۰۴۴	۰/۰۹۷	-۰/۳۳۴	۰/۸۴۶*	۰/۶۳۰	۰/۲۷۲	۰/۲۲۰	۰/۸۷۵*	۰/۴۳۹	۱					
ارتفاع درخت	۰/۵۰۲	-۰/۴۶۰	-۰/۰۸۱۷*	-۰/۵۱۶	-۰/۴۰۷	-۰/۳۳۷	۰/۸۸۴*	۰/۲۱۰	-۰/۶۰۲	-۰/۶۸۷	-۰/۴۸۸	-۰/۱۹۶	-۰/۳۸۳	-۰/۸۳۸	-۰/۶۶۳	-۰/۴۷۲	۱				
طول برگ	۰/۶۶۵	۰/۸۸۵*	۰/۸۲۰	۰/۴۰۸	۰/۴۳۷	۰/۸۷۰*	-۰/۱۸۳۷	۰/۲۲۵	۰/۷۹۰*	۰/۲۴۴	-۰/۰۷۹	۰/۵۵۶	۰/۰۱۰	۰/۳۲۷	۰/۳۶۳	-۰/۰۴۷	۰/۳۲۷	۱			
عرض برگ	۰/۸۴۶	-۰/۵۷۳	-۰/۷۶۴*	-۰/۳۶۷	-۰/۳۰۵	-۰/۳۸۸	۰/۶۹۷	۰/۰۴۹	-۰/۵۲۲	-۰/۶۵۹	-۰/۵۷۴	-۰/۶۷۴	-۰/۴۶۸	-۰/۶۹۹	-۰/۵۲۹	۰/۸۲۲*	-۰/۶۹۲	۰/۳۲۷	۱		
طول شاخه سال	۰/۰۲۶	۰/۱۵۳	-۰/۰۹۲	-۰/۲۸۷	-۰/۰۷۸	۰/۲۶۱	-۰/۳۰۱	۰/۸۰۷*	۰/۰۶۸	۰/۳۲۶	۰/۲۱۷	۰/۰۱	-۰/۴۹۸	۰/۰۶۶	۰/۲۲۷	۰/۳۴۴	-۰/۱۴۵	۰/۲۳۷	-۰/۳۰۹	۱	



شکل ۲. دندروگرام ۷ ژنوتیپ پسته ارزیابی شده

پسته باغستان سنتی قزوین، تنوع مورفولوژیکی بالایی را نشان داده به طوری که در تجزیه کلاستر تعدد گروه وجود دارد. بر اساس نتایج، رقم شمشیری در یک گروه مجزا بود و بیشترین تفاوت را با سایر ژنوتیپ‌ها به‌ویژه بقالی نشان داد. ژنوتیپ‌های بقالی، مادری و کله‌بزی بیشترین شباهت را با هم داشتند. با توجه به بومی بودن این ژنوتیپ‌ها و تکامل آن‌ها در طی سالیان متمادی در شرایط خاکی و اقلیمی کشور، می‌توانند گزینه مناسبی در جهت اصلاح ارقام موجود باشند. همچنین با توجه به نتایج و بالا بودن تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه، حفظ و شناسایی این ذخایر ژنتیکی امری ضروری به نظر می‌رسد.

اشاره کرد. نتایج تجزیه همبستگی در برنامه‌های اصلاحی کاربرد فراوان دارد، به این طریق که می‌توان در برنامه‌های تحقیقاتی که حجم کار بالا می‌باشد، صفاتی را مورد ارزیابی قرار داد که با هم همبستگی نشان ندهند. چون این صفات مستقل از همدیگر می‌باشند. در انتخاب ارقام و ژنوتیپ‌های با صفات خاص که اثر فنوتیپی آن صفت در زمان خاص ظاهر شده و یا شناسایی آن نیاز به زمان و اندازه‌گیری‌های دقیق داشته باشد، می‌توان صفاتی را ملاک انتخاب قرار داد که دارای همبستگی معنی‌دار با صفت مورد نظر باشد.

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه تحقیق حاضر حاکی از این است که ارقام

تضاد و تعارض منافع

نویسنده هر گونه تعارض و تضاد منافع اعم از تجاری و غیر تجاری و شخصی را که در ارتباط مستقیم یا غیر مستقیم با اثر منتشر شده است رد می‌نماید.

منابع

۱. ارجمند، ر.، توسلیان، ا. و حکم آبادی ح. (۱۳۹۱). بررسی تنوع ژنتیکی ۳۳ رقم ماده پسته ایرانی با استفاده از صفات مورفولوژیک. اولین کنفرانس ملی راهکارهای دستیابی به توسعه پایدار. ۲۰ اسفند ۱۳۹۱. تهران. تالار بزرگ وزارت کشور.
۲. اسماعیل پور، ع. و تاج‌آبادی پور، ع. (۱۳۸۴). گزارش نهایی طرح بررسی، شناسایی، جمع‌آوری، حفظ، احیاء و ارزیابی ذخایر توارثی پسته کشور. موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان. ۹۲ صفحه.
۳. اسماعیل پور، ع. (۱۳۷۹). بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ۲۸ رقم پسته در شرایط رفسنجان. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور، ۲۹ صفحه

۴. اعلمی، ع.، تائب، م.، لطفی، ع. و صادقیان مطهر، س.ی. (۱۳۸۲). مطالعه چندشکلی ایزوآنزیم های استراز، پراکسیداز و مالات دهیدروژناز در ارقام و گونه‌های پسته ایران، علوم آب و خاک (علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی)، ۷(۱): ۱۱۴-۱۰۷.
۵. آمارنامه کشاورزی (۱۳۹۹). محصولات باغی. وزارت جهاد کشاورزی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصادی، مرکز فناوری اطلاعات و ارتباطات.
۶. تاج‌آبادی پور. ع. و صانعی شریعت پناهی، م. (۱۳۷۶). شناسایی ارقام پسته ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.
۷. رضایی کمال‌آبادی، ا. (۱۳۸۵). بررسی تنوع و انگشت نگاری ژنتیکی ارقام زراعی کلکسیون پسته ایران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج.
۸. رضوی ف. (۱۳۷۷). شناسایی ژنوتیپ های بومی در برخی از نقاط استان اصفهان (شهرستان اصفهان، فلاورجان و نطنز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس.
۹. شیخ‌علی م. (۱۳۷۷). بررسی تنوع مورفولوژیکی گونه بارانک در جنگل های تالش. پایان نامه کارشناسی ارشد جنگل داری، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان
۱۰. طایفه علی اکبرخانی، س.، طلایی، ع.ر. و فتاحی مقدم، م. ر. (۱۳۹۲). ارزیابی تنوع ژنتیکی پسته‌های منطقه خراسان با استفاده از صفات مورفولوژیکی و نشانگر مولکولی RAPD، مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، ۲۰(۱)، ۱۹۲-۱۷۰.
۱۱. هاشمی نسب، ح.، اسماعیل پور، ع. و شرافتی، ع. (۱۳۹۷). مقاله ارزیابی تنوع ژنتیکی و گروه بندی ژنوتیپ های سرخس پژوهشکده پسته کشور. دومین همایش ملی پسته ایران. ۲۰ شهریور ۱۳۹۷. دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان.
12. Farzad Amirebrahimi, F., Mahmoodnia Meimand, M., Karimi, H.R., Malekzadeh, Kh. & Tajabadi-pour, A. 2017. Genetic Diversity assessment of Male and Female Pistachio Genotypes Based on ISSR Markers. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 5(1), 31 - 39
13. Komar, L.S. (1999). DNA markers in plant improvement: an overview. *Biotechnology Advances*, 17(2), 143-182.
14. Mardi, M. (2007). Analysis of genetic diversity in Iranian wild and cultivated pistachio genotypes using morphological traits molecular markers (AFLPs and SSRs). agris.fao.org.
15. Mahmoodnia Meimand, M., Farzad Amirebrahimi F., Karimi HR., Malekzadeh KH. & Tajabadi-pour, A. (2018). Genetic diversity assessment of male and female pistachio genotypes based on ISSR markers. *Journal of Plant Molecular Breeding*, 5(1): 31-39.
16. Motalebipour, E., Kafkas S., Khodaeiaminjan M., Çoban N. & Gözel H. (2016). Genome survey of pistachio (*Pistacia vera* L.) by next generation sequencing: Development of novel SSR markers and genetic diversity in Pistacia species. *BMC Genomics*, 17, 1-14.
17. Parfit, D. E. 1995. Pistachio cultivar improvement: (1995). California pistachio industry annual report, 96, 99-98.
18. UPOV, 2017. International union for the protection of new varieties of plants. Guidelines for the Conduct of Tests for Distinctness, Uniformity and Stability. Pistachio.