

مطالعه ژنتیکی ارقام پسته ایرانی با استفاده از صفات مورفولوژیک

حمید علی پور^۱ و فرشته غفاری موفق^{۲*}

۱، مربی مرکز تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ۲، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد

دانشکده کشاورزی دانشگاه شهرکرد

(تاریخ دریافت: ۸۹/۷/۲۲ - تاریخ تصویب: ۹۰/۱/۲۸)

چکیده

به منظور تعیین تنوع ژنتیکی ارقام پسته در ایران، تعداد ۴۲ رقم ماده پسته از رفسنجان، ۲۵ رقم ماده پسته از کرمان، ۴۰ رقم ماده پسته از ایستگاه شماره ۱ منطقه ناصریه، ۳ رقم از منطقه دامغان و همچنین ۵ رقم از منطقه خراسان انتخاب شد. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیک با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد. نتایج مشخص نمود که ارقام پسته منطقه رفسنجان در ۱۰ گروه، ارقام منطقه ناصریه در ۱۲ گروه و ارقام منطقه کرمان در ۶ گروه مجزا قرار می‌گیرند. در منطقه رفسنجان بیشترین تشابه ژنتیکی بین ارقام ممتاز و سفید پسته نوق، در منطقه کرمان بین کله‌قوچی و خاندانی و در منطقه ناصریه بین غفوری و فندق غفوری وجود دارد. نتایج تجزیه خوشه‌ای کل ارقام در کل مناطق مشخص نمود که گروه‌بندی ارقام به صورت منطقه‌ای می‌باشد، به طوری که ارقام مربوط به مناطق مختلف در گروه‌های مجزا قرار گرفتند. بر اساس نتایج تجزیه خوشه‌ای ارقام منطقه دامغان و خراسان در یک گروه قرار گرفتند، به طوری که رقم شاه پسند دامغان با بادامی سفید خراسان و همچنین عباسعلی دامغان با برگ سیاه خراسان دارای تشابه ژنتیکی بسیار نزدیکی به ترتیب به میزان ۰/۸۹۳ و ۰/۹۰۸ بر اساس ضریب تشابه کوزاین بودند.

واژه‌های کلیدی: ضریب تشابه، تنوع ژنتیکی، پسته، صفات مورفولوژیک.

مقدمه

پسته به عنوان گیاهی که نقش مهمی را در تغذیه و اقتصاد کشورهای خشک و نیمه‌خشکی چون ایران، ترکیه و سوریه بازی می‌کند (Ozdeh et al., 2010; Padulosi et al., 1996)، دارای تنوع ژنتیکی بالایی است. این گیاه دارای گونه‌های مختلفی است که از میان آنها، گونه *Pistacia vera* L. به واسطه صفت ظاهری اندازه میوه، دارای مطلوبیت برای مصرف‌کنندگان بوده و ارزش اقتصادی بالایی دارد. یکی از راه‌های شناخت تنوع ژنتیکی گیاهان، کمک گرفتن از ایزوآنزیم‌ها عنوان شده است. ایزوآنزیم‌ها شکل‌های متغیر مولکولی آنزیم‌ها هستند که به آسانی به وسیله فناوری حرکت در میدان

مغناطیسی^۱ و رنگ‌آمیزی جدا و نمایان می‌شوند. از آنجایی که ایزوآنزیم‌ها خصوصیات تک ژنی هستند و تفرق همبازری نشان می‌دهند، نشانگرهای بیوشیمیایی مفیدی برای مطالعات ژنتیکی در گیاهان محسوب می‌شوند (Sedgley et al., 1985). روش‌های تجزیه ایزوآنزیم علاوه بر گیاه پسته برای شناخت تنوع ژنتیکی در گیاهان انجیر، انگور، بادام و گردو نیز به کار برده شده است (Arulsekhar & Parfit, 1986). کاربرد چندشکلی ایزوآنزیم‌های دانه گرده پسته به عنوان وسیله‌ای برای شناسایی و تاکسونومی گونه‌های پسته گزارش شده است

1. Electro phoresis technique

بررسی تنوع ژنتیکی و فنوتیپی ژرمپلاسم پسته ۵۰ درخت نر و ماده پسته نواحی مدیرانه‌ای (کشورهای مختلف) از نظر صفات مورفولوژیک کمی و کیفی، تجزیه انگشت نگاری DNA بر روی نمونه‌های برگ جمع‌آوری شده از درختان مذکور با کاربرد فناوری‌های مولکولی RAPD، RFLP و همچنین استفاده از الگوهای حاصل از تجزیه DNA برای تشکیل جداول ماتریس تشابه و انجام تجزیه خوشه‌ای، نشان داد که نشانگرهای مولکولی مستقل از شرایط محیطی بوده و در همه بافت‌ها به حالت پایدار وجود دارند (Caruso & Marra, 1996). در این آزمایش، نتایج حاصل از تجزیه DNA و استفاده از صفات مورفولوژیک در شناسایی ژرمپلاسم و تنوع ژنتیکی پسته مورد مقایسه قرار گرفتند. نتایج حاصل از کاربرد نشانگر مولکولی RAPD پس از تعیین جداول ماتریس، بر روی ۱۵ رقم پسته از ژرمپلاسم نواحی مدیرانه‌ای نشان داد ارقام مورد بررسی در دو گروه عمده قرار گرفتند. گروه مدیرانه‌ای که شامل ارقام با منشاء نواحی مدیرانه‌ای اروپا، آفریقای شمالی و خاورمیانه می‌باشد و گروه ایران ترکیبی از ژرمپلاسم‌هایی با منشاء نواحی شرقی رشته کوه زاگرس به اضافه رقم Peters به عنوان دانهال انتخابی ناشناخته از ناحیه‌ای در آمریکا بود (Hormaza et al., 1994a). در بررسی فنولوژیکی ژنوتیپ‌های پسته ایرانی، *P. khinjuk* مابین گروه *P. atlantica* و گروه *P. vera* قرار دارد ولی شباهتش به *P. atlantica* بیشتر است (Karimi et al., 2008). یکی دیگر از روش‌های تعیین تشابه ژنتیکی، تجزیه خوشه‌ای به عنوان یکی از روش‌های آماری چند متغیره است. از این روش می‌توان ژنوتیپ‌ها و گونه‌های مشابه را با استفاده از روش‌های عددی گروه‌بندی، برحسب خصوصیات یکسان در یک گروه قرار داد. گروه‌بندی می‌تواند بر مبنای صفات کیفی یا کمی یا تلفیق هر دو نوع صفت انجام شود (Alipour, 1997). با توجه به این که پسته گیاهی دو پایه و هتروزیگوت است، کاشت بذر آن و عدم پیوند (باغات بذری) باعث تفرق صفات و ایجاد ژنوتیپ‌های مختلفی می‌گردد. بنابراین باغات بذری به عنوان یکی از منابع ژنتیکی پسته محسوب می‌شوند که گاهی درختانی با خصوصیات مطلوب در آنها یافت می‌شود. این مطالعه به

(Loukas & Pontikis, 1979)، به عبارتی شکل‌های آنزیمی قاعداً تولیدات مستقیم ژنها هستند، لذا می‌توان از نشانگرهای ایزوزایمی به عنوان وسیله‌ای مناسب برای تجزیه تشابه و عدم تشابه فیلوژنتیکی استفاده کرد (Loukas & Pontikis, 1979). همچنین با استفاده از ترکیب تجزیه ایزوزایم‌ها (استراز، پراکسیداز و اسید فسفاتاز) و صفات مورفولوژیک جوانه، برگ و میوه می‌توان ژرمپلاسم پسته را شناسایی کرد (Baron et al., 1996). امروزه از نشانگرهای مولکولی نیز به طور وسیعی برای بررسی تنوع ژنتیکی بین افراد خویشاوند در گونه‌های جنگلی و مرتعی و نیز گروه‌بندی آنها استفاده می‌شود (Hashemi et al., 2009; Kermani et al., 2009). تحقیقات مختلفی با روش‌های متفاوتی چون AFLP، RAPD، SSRs، روش Goldhrish et al., 2004، Kafkas et al., 2009، Vandramin et al., 2009 و با استفاده از ایزوآنزیم‌ها (Barone et al., 1996) همچنین استفاده از روش تعیین تنوع ژنتیکی مورفولوژیکی (Hormaza et al., 1994a) به منظور بررسی تفاوت‌های ژنتیکی بین گونه‌های مختلف پسته انجام شده است. روش‌های نشانگر مولکولی RAPD، AFLP، گونه‌های پسته مدیرانه‌ای را به دو گروه تقسیم کرد (Golan-Godhrish et al., 2004). همچنین گونه‌های *P. vera*، *P. terebinthus*، *P. lentiscus* و *P. palaestina* بر اساس تکنیک‌های نشانگر مولکولی RAPD و AFLP، به دو گروه تقسیم شدند گروه اول شامل *P. chinensis*، *P. chinensis*، *P. lentiscus* و *P. chinensis* مابقی در گروهی جداگانه قرار گرفتند (Katsiotis et al., 2003). مقایسه مورفولوژیک بین گونه‌های *P. atlantica*، *P. terebinthus* و *P. eurycarpa* در ترکیه، پراکنش بالای بین گونه‌ای را نشان داد (Kafkas et al., 2002). بررسی مورفولوژیک و ملکولی RAPD بین پسته‌های *P. atlantica*، *P. terebinthus*، *P. eurycarpa* و *P. vera* نزدیکی گروه *P. vera* با *P. eurycarpa* و بعد از آن با *P. terebinthus* را مشخص نمود (Kafkas & Perl-Treves, 2001). ژنوتیپ سیاه برگ نیز در روش نشانگر مولکولی RAPD همبستگی نزدیکی را با رقم اوحدی از خود نشان داد (Javanshah et al., 2007).

پسته نوق، ایتالیایی، فندق، امیری)، گروه ۲ شامل ارقام (غلامرضایی، ابراهیمی)، گروه ۳ شامل ارقام (سیف‌الدینی، شاه‌پسند، اکبری، خنجری دامغان، بادامی نیش کلاغی)، گروه ۴ شامل ارقام (سبز پسته نوق، موسی‌آبادی، احمدآقایی، شستی، راوری)، گروه ۵ شامل ارقام (بهشت‌آبادی، بادامی زرد، غفوری، لاهیجانی، واحدی، قزوینی، راوری)، گروه ۶ شامل ارقام (فندق، زودرس، حسن زاده)، گروه ۷ شامل ارقام (اوحدی، فندق غفوری، کله‌قوچی، جندق، سیریزی)، گروه ۸ شامل ارقام (راوری)، ممتاز تاج‌آبادی، رضایی زودرس)، گروه ۹ شامل ارقام (محسنی، بادامی راوری، ابراهیم‌آبادی، جوادآقایی، فندق ۴۸، حسنی، هراتی) و گروه ۱۰ شامل رقم لک سیریزی می‌باشند. بر اساس نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای (جدول ۱)، بیشترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (ممتاز و سفید پسته نوق)، (ابراهیم‌آبادی و جوادآقایی)، (راوری و ممتاز تاج‌آبادی)، (سبز پسته نوق و موسی‌آبادی)، و همچنین کمترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (بهشت‌آبادی و بادامی نیش کلاغی)، (بهشت‌آبادی و فندق ۴۸) و (فندق ۴۸ با فندق زودرس) وجود دارد.

تجزیه خوشه‌ای ارقام منطقه کرمان

۲۵ رقم پسته منطقه کرمان به ۶ گروه مجزا تقسیم شدند (شکل ۲). گروه ۱ شامل ارقام (احمد آقایی، غفوری، حیدرآبادی، نیش کلاغی، سید علی‌آقایی، جندق)، گروه ۲ شامل ارقام (محمی‌الدینی، سیریزی، پوست خرمایی، کریم‌آبادی)، گروه ۳ شامل ارقام (موسی‌آبادی، غلامرضایی، جباری، قزوینی)، گروه ۴ شامل ارقام (هراتی، ایتالیایی، ممتاز، امیری)، گروه ۵ شامل ارقام (اوحدی، عبدالمهدی، سیف‌الدینی) و گروه ۶ شامل ارقام (کله‌قوچی، خاندانی، واحدی و شستی) می‌باشند. بیشترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (کله قوچی و خاندانی)، (نیش کلاغی و سیدعلی آقایی)، (احمدآقایی و غفوری)، (محمی‌الدینی و سیریزی) و همچنین کمترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (موسی‌آبادی و نیش کلاغی) و (موسی‌آبادی با سیف‌الدینی) وجود دارد (جدول ۱).

تجزیه خوشه‌ای ارقام ناصریه

۴۰ رقم پسته ناصریه در ۱۲ گروه مجزا قرار داده شد (شکل ۳). گروه ۱ شامل ارقام (غفوری، فندق غفوری،

منظور بررسی تنوع ژنتیکی و مورفولوژیک ارقام پسته ایران، در مناطق پسته خیز رفسنجان، خراسان، دامغان و کرمان، با استفاده از صفات مورفولوژیک انجام شد.

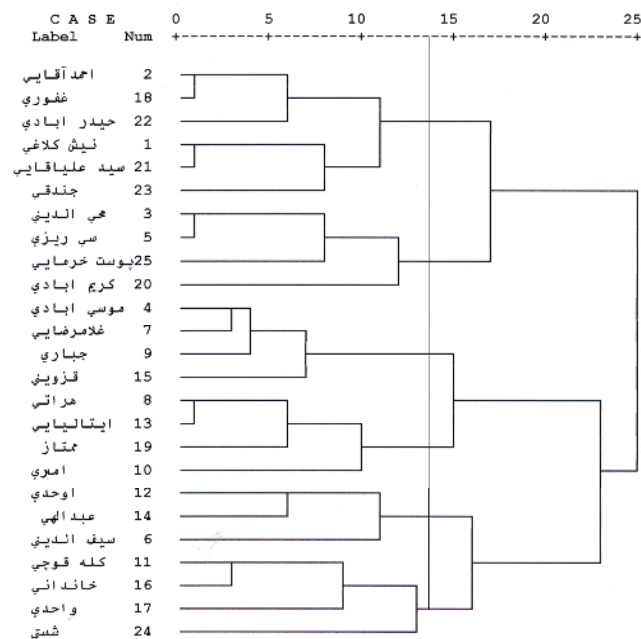
مواد و روش‌ها

به منظور اجرای این طرح، تعداد ۴۲ رقم ماده پسته در ایستگاه شماره ۲ واقع در رفسنجان، ۲۵ رقم ماده پسته واقع در ایستگاه تحقیقات پسته کرمان، ۴۰ رقم ماده پسته واقع در ایستگاه شماره ۱ منطقه ناصریه رفسنجان، همچنین ۳ رقم از منطقه دامغان، ۵ رقم از منطقه خراسان و نیز ۳۰ فنوتیپ نر از منطقه رفسنجان انتخاب شدند. تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورفولوژیک صفاتی نظیر تعداد برگچه، رنگ برگ، شکل برگچه انتهایی، نوک برگچه انتهایی، قاعده برگچه انتهایی، طول برگ، عرض برگ، طول دم‌برگ، قطر دم‌برگ، طول برگچه انتهایی، عرض برگچه انتهایی، سطح برگ، شکل میوه پسته، طول میوه پسته، عرض میوه پسته، قطر میوه پسته، طول جوانه گل، عرض جوانه گل، وزن تر جوانه گل، تعداد جوانه گل در واحد طول شاخه، ارتفاع درخت، عرض درخت، شروع گلدهی، پایان گلدهی، طول دوره گلدهی، طول محور گل آذین، مجموع انشعابات گل آذین و شکل نوک پوست استخوانی طی سالهای ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۴ انجام شد. واحد طول برای اندازه‌گیری صفات مربوطه میلی‌متر و برای سطح برگ میلی‌متر مربع در نظر گرفته شد. جهت اندازه‌گیری و ثبت خصوصیات مورفولوژیک از توصیف‌نامه پسته (Vezvai et al., 2003) استفاده گردید. پس از اندازه‌گیری صفات، جمع‌آوری اطلاعات انجام شده و تجزیه خوشه‌ای با نرم‌افزار آماری SPSS انجام شد و نمودار درختی مربوطه به دست آمد، همچنین تجزیه همبستگی بین صفات مورد مطالعه با نرم‌افزار آماری SAS به دست آمد.

نتایج و بحث

تجزیه خوشه‌ای ارقام منطقه رفسنجان

نتایج تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات اندازه‌گیری شده و به روش تجمعی، ۴۲ رقم را در ۱۰ گروه مجزا قرار داد (شکل ۱). گروه ۱ شامل ارقام (ممتاز، سفید



شکل ۲- نمودار درختی ارقام پسته منطقه کرمان (۲۵ رقم)



شکل ۳- نمودار درختی ارقام پسته منطقه ناصریه

ضریب تشابه ارقام مناطق کرمان، رفسنجان، ناصریه، دامغان و خراسان در جدول ۴ نشان داده شده است. گروه‌بندی ارقام به صورت منطقه‌ای نشان داد، ارقام مربوط به هر منطقه در گروه‌های نزدیک به هم قرار گرفته‌اند، به عبارتی اثرات محیطی، صفات مورفولوژیک را تحت تأثیر خود قرار داده و ارقام در شرایط مختلف محیطی صفات مورفولوژیک متفاوتی را از خود بروز می‌دهند (Caruso & Marra, 1996). این موضوع باعث می‌شود که ارقام مشابه در مناطق متفاوت دارای تشابه ژنتیکی نزدیک به هم بر اساس صفات مورفولوژیک نباشند. ارقام منطقه دامغان و خراسان در یک گروه قرار گرفته‌اند به طوری که رقم شاه‌پسند دامغان با بادامی سفید خراسان و همچنین عباسعلی دامغان با برگ سیاه خراسان دارای تشابه ژنتیکی بسیار نزدیکی می‌باشند به بیان دیگر، سیر انتقال ارقام از خراسان به دامغان صورت گرفته است و باعث شده که ارقام این دو منطقه دارای تشابه ژنتیکی نزدیک به هم باشند.

قزوینی، لاهیجانی، بنه باغی، نیش کلاغی، گروه ۲ شامل ارقام (سلطانی، موسی آبادی، جوادآقایی)، گروه ۳ شامل ارقام (چروک، عامری، هراتی، فندق۴۸)، گروه ۴ شامل ارقام (خاندانی، پوست خرمایی، غلامرضایی، شستی، ابراهیمی)، گروه ۵ شامل رقم سفید پسته نوق، گروه ۶ شامل ارقام (سیریزی، ایتالیایی ریز، سبز پسته نوق)، گروه ۷ شامل ارقام (ایتالیایی درشت، بادامی کج، بهشت‌آبادی، لک‌سیریزی، ابراهیم‌آبادی)، گروه ۸ شامل ارقام (واحدی، سیف‌الدینی، رضایی، سعیدآبادی، جندق)، گروه ۹ شامل رقم اوحدی، گروه ۱۰ شامل ارقام (کله‌قوچی، امیری، حسن‌زاده، ممتاز، محسنی)، گروه ۱۱ شامل رقم جباری و گروه ۱۲ شامل رقم کریم‌آبادی است. بیشترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (غفوری و فندق غفوری)، (کله قوچی و امیری)، (ایتالیایی درشت و بادامی کج)، (واحدی و سیف‌الدینی)، کمترین تشابه ژنتیکی بین ارقام (اوحدی و غفوری)، (اوحدی و سیریزی) و (غفوری و غلامرضایی) است (جدول ۲).

جدول ۲- ضرایب تشابه بین تمامی ارقام پسته در کل مناطق

گروه ۱	گروه ۲	ضریب تشابه	گروه ۱	گروه ۲	ضریب تشابه
غفوری ناصریه	فندق غفوری نوق	۰/۹۵۱	اوحدی ناصریه	جندق ناصریه	۰/۷۰۲
ممتاز رفسنجان	سفید پسته نوق رفسنجان	۰/۹۲۲	اکبری رفسنجان	شاهپسند رفسنجان	۰/۶۹۹
عباسعلی دامغان	برگ سیاه خراسان	۰/۹۰۸	واحدی ناصریه	رضایی ناصریه	۰/۶۹۷
راوری ۱- رفسنجان	تاج آبادی رفسنجان	۰/۸۹۹	بنه باغی ناصریه	موسی اباد کرمان	۰/۶۹۶
ابراهیم آبادی رفسنجان	جواد اقلبی رفسنجان	۰/۸۹۸	فندق ۴۸ رفسنجان	حسینی رفسنجان	۰/۶۹۵
ایتالیایی درشت - ناصریه	بادامی کج ناصریه	۰/۸۹۷	جباری ناصریه	غلامرضایی ناصریه	۰/۶۹۲
خاندانی ناصریه	پوست خرمایی ناصریه	۰/۸۹۳	فندق رفسنجان	شستی رفسنجان	۰/۶۹۰
شاهپسند دامغان	بادامی سفید خراسان	۰/۸۹۳	بهشت اباد رفسنجان	بادامی زرد رفسنجان	۰/۶۸۸
قزوینی ناصریه	لاهیجانی ناصریه	۰/۸۶۴	هراتی کرمان	شستی کرمان	۰/۶۸۲
ایتالیایی درشت - ناصریه	بهشت آبادی ناصریه	۰/۸۵۶	واحدی ناصریه	حسن زاده ناصریه	۰/۶۷۸
غلامرضایی ناصریه	شستی ناصریه	۰/۸۵۲	محمی الدینی کرمان	واحدی کرمان	۰/۶۷۴
هراتی کرمان	ایتالیایی کرمان	۰/۸۴۶	سیف الدینی رفسنجان	سبز پسته نوق رفسنجان	۰/۶۷۳
اوحدی رفسنجان	فندق غفوری رفسنجان	۰/۸۴۴	غفوری ناصریه	فندق ۴۸ ناصریه	۰/۶۷۲
نیش کلاغی کرمان	سید علی آقایی کرمان	۰/۸۳۹	نیش کلاغی رفسنجان	اکبری رفسنجان	۰/۶۶۷
ممتاز رفسنجان	ایتالیایی رفسنجان	۰/۸۳۵	سیف الدینی کرمان	جندق کرمان	۰/۶۵۶
بادامی راور رفسنجان	عباسعلی دامغان	۰/۸۳۲	جباری ناصریه	موسی آبادی ناصریه	۰/۶۵۱
ایتالیایی درشت ناصریه	لک سیریزی ناصریه	۰/۸۲۶	هراتی ۵ رفسنجان	ابراهیم آبادی رفسنجان	۰/۶۴۸
کله قوچی ناصریه	امیری ناصریه	۰/۸۲۶	محمی الدینی کرمان	پوست خرمایی کرمان	۰/۶۴۲
موسی آبادی ناصریه	جواد آقایی ناصریه	۰/۸۱۹	فندق زود رس رفسنجان	امیری رفسنجان	۰/۶۲۹
فندق رفسنجان	احمد آقایی رفسنجان	۰/۸۱۷	بنه باغی ناصریه	قزوینی کرمان	۰/۶۲۵
ابراهیم آبادی رفسنجان	راوری ۱ رفسنجان	۰/۸۱۷	بادامی راور رفسنجان	شاهپسند دامغان	۰/۶۲۰
محمی الدینی کرمان	اوحدی کرمان	۰/۸۱۱	کریم آبادی کرمان	حیدر آبادی کرمان	۰/۶۱۹
غفوری ناصریه	نیش کلاغی ناصریه	۰/۸۱۱	فندق رفسنجان	لک سیریزی رفسنجان	۰/۶۱۷
سیریزی ناصریه	ایتالیایی ریز ناصریه	۰/۸۰۷	سیریزی ناصریه	ایتالیایی درشت ناصریه	۰/۶۱۷
بنه باغی ناصریه	جباری کرمان	۰/۸۰۱	بهشت اباد رفسنجان	قزوینی رفسنجان	۰/۶۱۲

ادامه جدول ۲

ضریب تشابه	گروه ۲	گروه ۱	ضریب تشابه	گروه ۲	گروه ۱
۰/۶۰۹	چروک ناصریه	هراتی ناصریه	۰/۷۹۶	کله قوچی کرمان	سیف الدینی کرمان
۰/۶۰۸	راور ۲ رفسنجان	نیش کلاغی رفسنجان	۰/۷۹۶	محسنی رفسنجان	فندقی ۴۸ رفسنجان
۰/۶۰۷	جباری ناصریه	ممتاز ناصریه	۰/۷۹۵	سیف الدینی ناصریه	واحدی ناصریه
۰/۶۰۶	احمد اقای کرمان	نیش کلاغی کرمان	۰/۷۹۱	غلامرضایی کرمان	موسی آبادی کرمان
۰/۶۰۰	محسنی رفسنجان	هراتی کرمان	۰/۷۹۱	ابراهیمی ناصریه	خاندانی ناصریه
۰/۵۸۵	رضایی زود رس رفسنجان	فندقی ۴۸ رفسنجان	۰/۷۹۱	سیریزی رفسنجان	کله قوچی رفسنجان
۰/۵۸۳	محسنی ناصریه	ممتاز ناصریه	۰/۷۹۰	موسی آبادی رفسنجان	سبز پسته نوق رفسنجان
۰/۵۶۱	سیریزی ناصریه	غفوری ناصریه	۰/۷۸۶	سیریزی کرمان	محمی الدینی کرمان
۰/۵۴۸	واحدی ناصریه	اوحدی ناصریه	۰/۷۸۱	ابراهیم آبادی ناصریه	ایتالیایی درشت ناصریه
۰/۵۴۳	ابراهیمی رفسنجان	فندقی زود رس رفسنجان	۰/۷۷۵	دانشمندی خراسان	بادامی راور رفسنجان
۰/۵۴۰	سیف الدینی رفسنجان	نیش کلاغی رفسنجان	۰/۷۷۴	خاندانی ناصریه	غلامرضایی ناصریه
۰/۵۳۳	سیف الدینی کرمان	محمی الدینی کرمان	۰/۷۷۳	خنجری رفسنجان	شاهپسند رفسنجان
۰/۵۲۲	هراتی ۵ رفسنجان	فندقی ۴۸ رفسنجان	۰/۷۶۸	عبدلهی کرمان	سیف الدینی کرمان
۰/۵۲۱	خنجری دامغان	بادامی راور رفسنجان	۰/۷۶۷	لاهیجانی رفسنجان	غفوری رفسنجان
۰/۵۰۶	هراتی ناصریه	ممتاز ناصریه	۰/۷۶۴	امیری کرمان	هراتی کرمان
۰/۴۹۹	کریم آبادی ناصریه	غفوری ناصریه	۰/۷۶۱	واحدی رفسنجان	ابراهیم آبادی رفسنجان
۰/۴۸۸	هراتی کرمان	سفید پسته نوق	۰/۷۶۱	جندقی رفسنجان	کله قوچی رفسنجان
۰/۴۸۲	فندقی رفسنجان	فندقی زود رس رفسنجان	۰/۷۵۶	پسته قرمز خراسان	شاهپسند دامغان
۰/۴۸۲	کریم آبادی کرمان	نیش کلاغی کرمان	۰/۷۵۶	غلامرضایی رفسنجان	اوحدی رفسنجان
۰/۴۶۸	محمی الدینی کرمان	نیش کلاغی کرمان	۰/۷۴۹	خاندانی کرمان	محمی الدینی کرمان
۰/۴۲۱	کله قوچی ناصریه	اوحدی ناصریه	۰/۷۴۹	کله قوچی رفسنجان	فندقی زود رس رفسنجان
۰/۴۱۹	غفوری ناصریه	ممتاز ناصریه	۰/۷۴۵	غفوری کرمان	احمد اقای کرمان
۰/۴۱۲	فندقی زود رس رفسنجان	نیش کلاغی رفسنجان	۰/۷۴۴	ممتاز رفسنجان	فندقی رفسنجان
۰/۳۹۹	فندقی ۴۸ رفسنجان	بهشت اباد رفسنجان	۰/۷۴۴	غفوری رفسنجان	قزوینی رفسنجان
۰/۳۷۰	بنه باغی ناصریه	سفید پسته نوق	۰/۷۴۴	قزوینی ناصریه	غفوری ناصریه
۰/۳۶۴	ممتاز ناصریه	اوحدی ناصریه	۰/۷۳۴	سعید آبادی ناصریه	واحدی ناصریه
۰/۳۰۳	نیش کلاغی کرمان	سفید پسته نوق	۰/۷۳۳	سبز پسته نوق ناصریه	ایتالیایی درشت ناصریه
۰/۲۷۶	نیش کلاغی رفسنجان	بهشت اباد رفسنجان	۰/۷۳۱	ممتاز کرمان	هراتی کرمان
۰/۲۶۸	بادامی راور رفسنجان	اوحدی ناصریه	۰/۷۲۹	پسته گرمه خراسان	بادامی راور رفسنجان
۰/۱۸۴	بهشت اباد رفسنجان	سفید پسته نوق	۰/۷۲۴	عامری ناصریه	چروک ناصریه
۰/۱۳۹	سفید پسته نوق	اوحدی ناصریه	۰/۷۲۳	سلطانی ناصریه	کله قوچی ناصریه
-۰/۰۰۵	اوحدی رفسنجان	فندقی زود رس رفسنجان	۰/۷۰۴	راور ۳ رفسنجان	ابراهیم آبادی رفسنجان

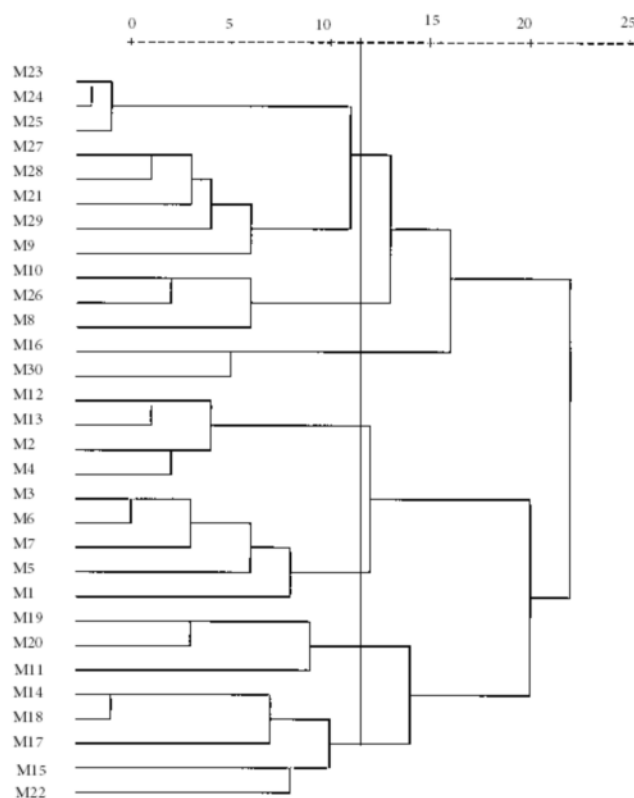
تجزیه خوشه‌ای فنوتیپ‌های نر

بر اساس تجزیه خوشه‌ای صفات اندازه گیری شده و به روش تجمعی، ۱۱ فنوتیپ نر در ۷ گروه مجزا قرار گرفتند (شکل ۴). گروه ۱ شامل فنوتیپ‌های (M23، M24، M25، M27، M28، M21، M29، M9) و گروه ۲ شامل فنوتیپ‌های (M8، M26، M10) و گروه ۳ شامل فنوتیپ‌های (M30، M16) و گروه ۴ شامل فنوتیپ‌های

(M12، M13، M2، M4) و گروه ۵ شامل فنوتیپ‌های (M3، M6، M7، M5، M1) و گروه ۶ شامل فنوتیپ‌های (M19، M20، M11) و گروه ۷ شامل فنوتیپ‌های (M14، M18، M17، M15، M22) می‌باشند. بیشترین تشابه ژنتیکی بین فنوتیپ‌های M23 و M24 و کمترین تشابه ژنتیکی بین فنوتیپ‌های M8 و M1 می‌باشد (جدول ۳).

جدول ۳- ضرایب تشابه بین فنوتیپ‌های نر

گروه ۱	۲۳	۲۳	۱۴	۳	۲۷	۱۲	۲	۱۰	۲۱	۱۹	۳	۲۱	۲	۱۶	۱
گروه ۲	۲۴	۲۵	۱۸	۶	۲۸	۱۳	۴	۲۶	۲۷	۲۰	۷	۲۹	۱۲	۳۰	۸
ضریب تشابه	۰/۹۳۴	۰/۸۹۰	۰/۸۶۴	۰/۸۴۱	۰/۷۹۱	۰/۷۸۱	۰/۷۶۹	۰/۷۵۹	۰/۷۳۱	۰/۷۱۵	۰/۷۱۴	۰/۶۹۳	۰/۶۸۶	۰/۶۳۳	-۰/۰۲۹
گروه ۱	۹	۸	۳	۱۴	۱۵	۱	۱۱	۱۴	۹	۱	۸	۱۱	۸	۱	۱
گروه ۲	۲۱	۱۰	۵	۱۷	۲۲	۳	۱۹	۱۵	۲۳	۲	۹	۱۴	۱۶	۱۱	۱۱
ضریب تشابه	۰/۶۱۵	۰/۶۰۲	۰/۵۹۴	۰/۵۶۹	۰/۵۲۰	۰/۵۱۸	۰/۴۲۹	۰/۴۴۳	۰/۴۳۳	۰/۳۶۹	۰/۳۳۳	۰/۲۸۳	۰/۲۲۳	۰/۱۷۴	-۰/۰۷۴



شکل ۴- نمودار درختی فنوتیپ‌های نر

تجزیه همبستگی (جدول ۴) مشخص نمود که همبستگی‌های مثبت و منفی معنی‌داری بین صفات مورد مطالعه وجود دارند که از شاخص‌ترین این همبستگی‌ها می‌توان به همبستگی مثبت و معنی‌دار بین دو صفت رنگ برگ و شکل برگچه انتهایی و همچنین همبستگی منفی و معنی‌دار بین دو صفت رنگ برگ و شکل پسته اشاره نمود. مفهوم این همبستگی‌ها این است که هرچه رنگ برگ به سمت سبز روشن

ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی کارایی نتایج تجزیه همبستگی در برنامه‌های اصلاحی پسته است. در انتخاب مصنوعی وقتی که انتخاب ارقام دارای صفت خاصی مدنظر باشد، ولی 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 باشند. نتایج

جدول ۴- ضرایب همبستگی بین صفات مورد ارزیابی

میزان همبستگی بین دو صفت	صفت دوم	صفت اول
۰/۲۵*	طول برگچه انتهایی	تعداد برگچه
۰/۲۳*	عرض برگچه انتهایی	رنگ برگ
۰/۲۱۷*	شکل پسته	رنگ برگ
۰/۲۶*	شکل برگچه انتهایی	رنگ برگ
۰/۳۶**	عرض برگچه انتهایی	طول برگچه انتهایی
۰/۴۲**	طول برگچه انتهایی	طول برگ
۰/۵۱**	عرض برگچه انتهایی	طول برگ
۰/۵۵**	عرض برگ	طول برگ
۰/۳۲**	طول برگچه انتهایی	عرض برگ
۰/۵۵**	عرض برگچه انتهایی	عرض برگ

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ۱ درصد را نشان می‌دهد.

ژنتیکی ۵ گونه از پسته‌های رده *P. vera* L. از نظر فیزیولوژیکی (شکاف پسته) نقش موقعیت جغرافیایی را در ایجاد تنوع بین گونه‌ای تأیید نمود (Ozdeh & Alayurt, 2006). با بررسی تشابه ژنتیکی ژنوتیپ‌های پسته ایرانی با ۲۲ رقم خارجی با نشانگر ملکولی ریزماهواره ۲ گروه ژنوتیپ‌های ایرانی و خارجی مجزا شدند، که موید مهم بودن موقعیت جغرافیایی در تشابه گونه‌هاست (Pazouki et al., 2009). مطالعه تشابه ژنتیکی ۱۵ واریته پسته از کشورهای مختلف با نشانگر ملکولی RAPD وجود تفاوت بین دو گروه مدیترانه‌ای و شمال آفریقا و گروه پسته نواحی زاگرس را نشان داد و نقش شرایط محیطی را در ایجاد تشابه مشخص نمود (Hormaza et al., 1994b). می‌توان گفت ارزیابی و بررسی تنوع ژنتیکی بر اساس فنوتیپ یا صفات قابل اندازه‌گیری، به میزان زیادی متأثر از عوامل محیطی است. به عبارتی این عوامل محیطی هستند که بر بروز صفات مورفولوژیکی تأثیر می‌گذارند (Hashemi et al., 2009; Kermani et al., 2009).

گرایش پیدا کند شکل برگچه انتهایی کروی‌تر می‌شود و هرچه رنگ برگ به سمت سبز تیره گرایش پیدا کند شکل پسته کروی‌تر می‌شود.

وجود تنوع ژنتیکی از عوامل مهم سازگاری موجودات با شرایط محیطی است. تنوع جمعیتی به موجودات زنده کمک می‌کند تا با شرایط محیطی و با تغییرات محیطی مقابله کنند (Hidari et al., 2009). به نظر می‌رسد تشابه بین گونه‌ها به میزان زیادی وابسته به شرایط محیطی است به عبارتی گونه‌هایی که با شرایط اقلیمی خاصی سازگاری یافته باشند از نظر ژنتیکی نیز دارای سطح تشابه بالاتری نسبت به هم هستند (Hidari et al., 2009). با فاصله گرفتن مناطق از هم و به عبارت بهتر افزایش تفاوت طول و عرض جغرافیایی فاصله ژنتیکی گونه‌های پسته نیز از هم بیشتر شده است (Barazani et al., 2003). نشانگر ملکولی RAPD تشابه ژنتیکی *P. vera* L. را بر اساس موقعیت جغرافیایی و تشابه ژنتیکی بین گونه‌های زاگرس را نیز تأیید نمود (Hormaza et al., 1994b). همچنین بررسی تنوع

REFERENCES

- Alipour, H. (1997). *Genetic diversity of soybean lines using seed protein electrophoresis*. M. Sc. Thesis, Faculty of Agriculture, Sanati Isfahan University, pp110. (In Farsi)
- Arulsekhar, S. & Parfit, D. E. (1986). Isozyme analysis procedures for stone fruits, almond, grape, walnut, pistachio, and fig. *Horticulture Science*, 21, 928-933.
- Barazani, O., Atayev, A., Yakubov, B., Kostiukovsky, V., Popov, K. & Golan-Goldhirsh, A. (2003). Genetic variability in Turkmen populations of *Pistacia vera* L., *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50, 383-9.
- Baron, E., Marco, L. D., Marra, F. P. & Sidari, M. (1996). Isozymes and canonical discriminant analysis to identify pistachio (*Pistacia vera* L.) germplasm. *Horticulture Science*, 31, 134-138.
- Caruso, T. & Marra, F. P. (1996). Genetic and phenotypic diversity in pistachio (*Pistacia vera*) Germplasm. *Horticulture Science*, 71, 919-924.
- Ginsburg, L. D. & Clarke, J. (2003). *Balancing biodiversity and weed management through a decision support system*. ADAS Boxworth, Cambridge, UK.
- Golan-Goldhirsh, A., Barazani, O., Wang, Z. S., Khadka, D. K., Saunders, J. A. & Kostiukovsky, V. (2004). Genetic relationships among mediterranean pistacia species evaluated by RAPD and AFLP markers. *Plant Systematics Evolution*, 246, 9-18.
- Hashemi, H., Safarnejad, A. & Bagheri, A. (2009). Investigation of genetic variation among Iran's Persian Zira (*Bunium persicum* Boiss) landraces using RAPD marker. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(2), 238-246. (In Farsi).
- Hidari, S., Marashi, H. Farsi, M. & Shamsi kakhaki, A. H. (2009). Investigate genetic diversity of wild populations and crop barberry (*Berberis sp.*) using AFLP molecular marker technique. *Journal of Horticultural Science*, 22(2), 65-76. (In Farsi).
- Hormaza, J. I., Dollo, L. & Polito, V. S. (1994a). Identification of a RAPD marker linked to sex determination in *Pistacia vera* using bulked segregant analysis. *Journal of Theoretical Applied Genetics*, 89(1), 9-13.
- Hormaza, J. I., Dollo, L. & Polito, V. S. (1994b). Determination of relatedness and geographical movements of *Pistacia vera* L. (pistachio, Anacardiaceae) germplasm by RAPD analysis. *Economic Botany*, 48, 349-58.

12. Hormaza, J. I., Pinney, K. & Polito, V. S. (1998). Genetic diversity of pistachio (*Pistacia vera*, Anacardiaceae) germplasm based on randomly amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Economic Botany*, 52(1), 78–87.
13. Javanshah, A., Tajabadi-pour, A. & Mirzaei, S. (2007). Identification of a new phenotype (Siah Barg) of pistachio (*Pistacia vera* L.) with shiny-blackish green leaves using RAPD assay. *International Journal of Agriculture Biological*, 9(2), 307–10.
14. Kafkas, S. & Perl-Treves, R. (2001). Morphological and molecular phylogeny of *Pistacia* species in Turkey. *Journal of Theoretical Applied Genetics*, 102, 908–15.
15. Kafkas, S., Doğan, Y. & Zaloğlu, S. (2009). Phylogenetic analysis in the genus *Pistacia* by simple sequence repeat markers. In: Proceedings of 5th International Symposium on Pistachios and Almonds. Sanliurfa, Turkey. p.84.
16. Kafkas, S., Kafkas, E. & Perl-Treves, R. (2002). Morphological diversity and a germplasm survey of three wild *Pistacia* species in Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 49, 261–70.
17. Karimi, H. R., Zamani, Z., Ebadi, A. & Fatahi, M. R. (2008). Morphological diversity of *Pistacia* species in Iran. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 56, 561–71.
18. Katsiotis, A., Hagidimitriou, M., Drossou, A., Pontikis, C. & Loukas, M. (2003). Genetic relationships among species and cultivars of *Pistacia* using RAPDs and AFLPs. *Euphytica*, 132, 279–86.
19. Kermani, H., Marashi, H. & Safarnejad, A. (2009). Investigation of genetic variation within and among two species of *Cuminum* spp. using AFLP markers. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 16(2), 198-206. (In Farsi)
20. Loukas, M. & Pontikis, C. A. (1979). Pollen isozyme polymorphism in types of *Pistacia vera* and related species an aid taxonomy. *Journal of Horticulture Science*, 54, 95-102.
21. Ozden, K. & Alayurt, F. N. (2006). The determination of some physical properties of *Pistacia vera* L. *Pakistan Journal of Biological Science*, 9(14): 2612–7.
22. Ozden-Tokatli, Y., Akdemir, H., Tilkat, E. & Onay, A. (2010). Current status and conservation of *Pistacia* germplasm. *Biotechnology Advances*, 28, 130–141.
23. Padulosi, S., Caruso, T. & Barone, E. (1996). *Taxonomy, distribution, conservation and uses of Pistacia genetic resources*. (Report of a workshop). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. pp: 69.
24. Pazouki, L., Salehi Shanjani, P., Hagidimitriou, M., Pirseyedi, S. M., Naghavi, M. R., Avanzato, D., Quarta, R., Kafkas, S., Ghareyazie, B., Ghaffari, M. R., Khayam Nekoui, S. M. & Mardi, M. (2009). Genetic diversity and relationships among *Pistacia* species and cultivars. In: Proceedings of 5th International Symposium on Pistachios and Almonds. Sanliurfa, Turkey. pp. 81.
25. Sedgley, M., Vithanage, H. L. & Torres, A. M. (1985). *The use of isozymes for cultivar identification*. Division of Horticultural Research, (Report 1983-85). CSIRO. Australia. pp. 92-93.
26. Vendramin, E., Dettori, M. T., Verde, I., Micali, S., Giovinazzi, J. & Mardi, M. (2009). Molecular characterization of *Pistacia* genus by microsatellite markers. *Acta Horticulturae*, 825, 55–61.
27. Vezvai, A. Vahdati, K. & Tajabadi pour, A. (2003). *Evaluation guide for almond, walnuts and pistachios trees*. Khaniran Press, Tehran, 164p. (In Farsi).