# بررسی تنوع ژنتیکی درختان نر موجود در یک جمعیت پسته وحشی سرخس به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده امید بخش

**حجت هاشمی نسب[1*]، علی اسماعیل پور[1]، عبدالحمید شرافتی[2] و محمدرضا نیکویی[3]**

تاریخ ارسال: ۱۳۹۸/۰۹/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۰/۲۱

## چکیده

ژرم‌پلاسم دست‌مایه اصلی اصلاح نباتات و از مهم‌ترین گنجینه‌های ملی هر کشوری است که حفاظت از آن به منزله حراست از دارایی‌های ملی محسوب می‌شود. ایران یکی از بزرگترین و بی‌نظیرترین جنگل‌های پسته خودروی سرخس (*Pistacia vera* L. var. Sarakhs) جهان را در دل خود جای داده است که یک ذخیره و منبع ژنتیکی ارزشمند محسوب می‌گردد. به‌منظور شناسایی ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده برتر پسته موجود در یک جمعیت متعلق به واریته سرخس، مطالعه‌ای در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار بر روی ۱۸۸ ژنوتیپ نر به مدت ۳ سال به اجرا در آمد. نتایج حاصل از ارزیابی اولیه صفات مورفو-فیزیولوژیک و فنولوژیک گل‌آذین نشان داد که گرده‌دهنده‌های مورد مطالعه در ۳۳ گروه ژنوتیپی دسته‌بندی شدند. تجزیه واریانس داده‌ها حاکی از آن بود که بین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده منتخب در تمامی صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری وجود داشت. طول دوره گل‌دهی ژنوتیپ‌های نر در این جمعیت برابر با ۳۵/۲ روز ثبت گردید که نشان از تنوع قابل توجه در بین گرده‌دهنده‌های سرخس می‌باشد. یافته‌ها نشان داد که به‌طور کلی ژنوتیپ‌های نر پسته وحشی سرخس از طول دوره گل‌دهی کوتاه‌تر، گل‌دهی دیر هنگام‌تر، اندازه گل‌آذین کوچک‌تر و حجم دانه گرده کمتری نسبت به نرهای اهلی برخوردار بوده اما درصد جوانه‌زنی دانه گرده بالاتری داشتند. ارزیابی‌های نشان داد که از میان ۳۳ ژنوتیپ منتخب، M5 علاوه بر توانایی تولید دانه گرده مطلوب، دارای هم‌پوشانی مناسبی با زمان گل‌دهی ارقام تجاری

[1] استادیار پژوهشی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

* نویسنده مسئول: hojathashemi@gmail.com

[2] مربی پژوهشی، بخش تخقیقات زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، خراسان رضوی، ایران

[3] محقق گروه ژنتیک و به‌نژادی، پژوهشکده پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران

احمدآقایی، کله‌قوچی و اوحدی بود. در بین ژنوتیپ‌هایی که زمان گل‌دهی آنها با رقم اکبری هم‌پوشانی داشت، پنج ژنوتیپ M12، M13، M14، F4M و M106 به‌عنوان گرده‌دهنده‌های برتر برای این رقم تجاری انتخاب گردیدند. تحلیل خوشه‌ای صفات اندازه‌گیری شده بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی به روش Ward، ۳۳ ژنوتیپ گرده‌دهنده را در دو گروه اصلی و پنج زیرگروه تقسیم‌بندی نمود. ارزیابی‌های انجام شده به خوبی نشان داد که این کلکسیون به عنوان یک ژرم‌پلاسم ارزشمند، از تنوع و پتانسیل اصلاحی بالایی برخوردار بوده که می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی ارقام گرده‌دهنده مورد استفاده قرار گیرد.

**کلمات کلیدی:** پسته، تنوع ژنتیکی، گرده‌دهنده، کلکسیون سرخس، گل‌دهی

**مقدمه**

کشور ایران به عنوان مهم‌ترین خاستگاه و مرکز تنوع ژنتیکی پسته در دنیا شناخته می‌شود که غنی‌ترین ژرم‌پلاسم پسته دنیا را در دل خود جای داده است (۳). مفهوم مرکز تنوع برای اصلاح‌گران دارای اهمیت ویژه‌ای است زیرا بیشتر ژن‌های مفید در مراکز تنوع یافت می‌شوند. بنابراین جمع‌آوری و بهره‌برداری از این ذخایر توارثی از اولویت‌ها و لازمه بسیاری از برنامه‌های اصلاحی می‌باشد. وجود این ذخایر ژنتیکی غنی به‌همراه هتروزیگوستی و تنوع ژنتیکی بالا در پسته فرصت استثنایی را برای به‌نژادگران جهت استفاده بهینه از این ابزار و دستمایه اصلی اصلاح نباتات و دستیابی به پایه‌ها و ارقام برتر را مهیا ساخته است (۱۲). بر طبق نظریه واویلوف مناطقی که گیاهان برای اولین بار در آنجا اهلی شده‌اند، مراکز تنوع اولیه و مناطقی که پس از اهلی شدن تنوع در آن ادامه یافته است، مراکز ثانویه تنوع نامیده می‌شوند (۶ و ۱۵). بنابراین بسیاری از مناطق پسته‌خیز کشور در دسته مراکز اولیه و یا ثانویه دسته‌بندی می‌شوند که از این جهت نیز دارای ارزش اصلاحی بالایی هستند (۱۵). پسته گیاهی دوپایه بوده که گل‌های نر و ماده آن روی شاخه‌های یکساله درختان مجزا تمایز می‌یابد. بنابراین گرده‌افشانی نقش مهمی در تولید محصول پسته داشته و گرده‌افشانی نامناسب از مهم‌ترین عوامل افزایش میوه‌های پوک و کاهش عملکرد پسته در کشور می‌باشد (۱ و ۴). از این‌رو شناسایی گرده‌دهنده‌های مناسب با ارقام تجاری که علاوه بر تولید گرده مناسب از قدرت جوانه‌زنی و تلقیح بالایی برخوردار باشند از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های اصلاحی پسته بوده که نقش موثری در افزایش عملکرد و کاهش پوکی این محصول دارد (۱۰).

بخش اعظم ذخایر ژنتیکی گونه *P. vera* در جنگل پسته‌های وحشی ایران در منطقه سرخس در شمال شرقی ایران واقع است که به پسته وحشی سرخسی مشهور است. بنابراین کشورمان ایران یکی از بزرگترین و بی‌نظیرترین جنگل‌های پسته سرخس جهان را در دل خود جای داده است که یک ذخیره و منبع ژنتیکی ارزشمند محسوب می‌گردد (۱). پژوهشکده پسته در جهت حفاظت و صیانت از این منابع ژنتیکی پایه‌ای و ظرفیت‌سازی، یک جمعیت هتروژن بالغ بر ۴۰۰ ژنوتیپ سرخس را در ایستگاه شماره ۲ پژوهشکده پسته رفسنجان در سال ۱۳۶۱ فراهم نموده است. این جمعیت هتروژن دارای گستره ژنتیکی بالایی از ژنوتیپ‌های نر و ماده می‌باشد که غربالگری، تعیین فواصل ژنتیکی و در نهایت گروه‌بندی آنها جهت بهره‌وری در برنامه‌های به‌نژادی پسته می‌تواند در جهت غلبه بر چالش‌های کنونی از جمله بهره‌وری اقتصادی پایین در واحد سطح موثر واقع گردد. با توجه به ویژگی‌های بارز این واریته و اهمیت آن در تکامل ارقام تجاری کنونی پسته در سراسر دنیا و همچنین وجود یک کلکسیون بذری کم‌نظیر از پسته‌سرخس در پژوهشکده پسته رفسنجان، هدف از مطالعه حاضر بررسی تنوع ژنتیکی کلکسیون سرخس پژوهشکده پسته و شناسایی گرده‌دهنده‌های برتر و سازگار با ارقام تجاری می‌باشد.

## مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر از سال ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ به مدت سه سال باغی در کلکسیون بذری سرخس ایستگاه تحقیقاتی شماره ۲ پژوهشکده پسته رفسنجان به اجرا در آمد. این کلکسیون در سال ۱۳۶۱ از طریق کشت بذور جمع‌آوری شده پسته وحشی از جنگل‌های سرخس واقع در شمال شرقی ایران احداث گردیده که یک جمعیت ناهمگن بالغ بر ۴۰۰ ژنوتیپ نر و ماده سرخس را تشکیل می‌دهد که از این تعداد، ۱۸۸ ژنوتیپ نر و ۲۱۲ ژنوتیپ ماده می‌باشند. ژنوتیپ‌های موجود در این کلکسیون بر روی ردیف‌هایی به فاصله ۵ متر و فاصله درختان روی ردیف ۳ قرار دارند. در مطالعه حاضر ارزیابی تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های نر این کلکسیون با کمک شاخص‌های مورفو-فیزیولوژیک و مراحل فنولوژیک مرتبط با گل‌آذین در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تکرار صورت گرفت. شاخه‌ها در جهات مختلف و مرکز درخت به‌عنوان تکرار درنظر گرفته شد. بعد از ارزیابی مقدماتی کلکسیون طی دو سال متوالی ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷، تنوع اولیه سنجیده و ژنوتیپ‌ها با تنوع منحصربه‌فرد و گروهی انتخاب و سپس با کمک شاخص‌های مورد نظر به شرح زیر تنوع ژنتیکی نهایی آنها ارزیابی و ژنوتیپ‌های برتر انتخاب گردیدند.

- **زمان تورم جوانه گل:** از زمان شروع تورم در ۵ درصد از جوانه‌های گل محاسبه شد. مبداء زمانی از اول فروردین ۱۳۹۸ در نظر گرفته شد.
- **زمان آغاز، اوج و پایان گل‌دهی:** از زمان شروع گل‌دهی در ۵ درصد از جوانه‌های گل، رسیدن به اوج گل‌دهی و اتمام دوره گل‌دهی محاسبه شد. مبداء زمانی از اول فروردین ۱۳۹۸ در نظر گرفته شد.
- **طول دوره گل‌دهی:** فاصله زمانی شروع تا پایان گل‌دهی در هر ژنوتیپ محاسبه گردید.
- **طول و عرض گل‌آذین:** با کمک کولیس دیجیتال و ابزار مدرج میلی‌متری سنجیده شد.
- **تعداد گل‌آذین در هر شاخه**: از طریق شمارش در سرشاخه‌ها انجام شد.
- **وزن تازه و خشک گل‌آذین، وزن دانه‌های گرده هر گل‌آذین و درصد آب گل‌آذین:** با کمک ترازوی حساس میلی‌گرمی توزین شد. به منظور افزایش میزان دقت در اندازه‌گیری‌ها هر تکرار شامل ۱۰ گل‌آذین رسیده بود که میانگین آنها گزارش شد.
- **درصد وزنی دانه گرده در گل‌آذین:** از تقسیم وزن دانه گرده به وزن گل‌آذین خشک شده محاسبه گردید.
- **درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده**: از طریق کشت دانه‌های گرده در محیط حاوی ۲۰ درصد ساکارز و ۰/۰۰۵ درصد اسید بریک و شمارش دانه‌های گرده جوانه زده با کمک میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ×۴۰ صورت گرفت (۹). برای هر تکرار ۵ شمارش انجام و میانگین‌آنها گرفته شد.

**تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها**

پس از ارزیابی تنوع ژنتیکی با کمک شاخص‌های مذکور، فواصل ژنتیکی با استفاده از ماتریس ضرایب متوسط اقلیدسی محاسبه شد و سپس گروه‌بندی نهایی ژنوتیپ‌ها با کمک تحلیل خوشه‌ای بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی به روش آماری Ward صورت گرفت. در نهایت ویژگی بارز هر ژنوتیپ که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی آینده مورد توجه قرار گیرد، تعیین شد. برای انجام تجزیه آماری داده‌ها از نرم‌افزارهای SPSS، SAS و Excel استفاده شد. به دلیل تعداد زیاد ژنوتیپ‌ها و وجود تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد بین آنها، مقایسه میانگین داده‌ها با کمک آزمون تفاوت معنی‌دار حقیقی (توکی، HSD) انجام تا احتمال اشتباه نوع اول کاهش بیشتری یابد.

## نتایج و بحث

نتایج حاصل از ارزیابی‌های اولیه جمعیت ناهمگن پسته واریته سرخس بر مبنای شاخص‌های مختلف مورفو-فیزیولوژیک و فنولوژیک طی سال‌های ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷ نشان داد که ۱۸۸ ژنوتیپ نر واقع در این جمعیت در ۳۳ گروه ژنوتیپی مختلف که دامنه تغییرات موجود در این جمعیت را پوشش می‌دادند دسته‌بندی شدند. سپس ژنوتیپ‌های منتخب با استفاده از شاخص‌های مورفو-فیزیولوژیک و فنولوژیک گل‌آذین جهت شناسایی و معرفی گرده‌دهنده‌های برتر مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج تجزیه واریانس (ANOVA) شاخص‌های اندازه‌گیری شده برای ۳۳ ژنوتیپ منتخب نشان داد که بین آنها در تمامی صفات اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱ درصد وجود داشت (جدول ۱) که حاکی از وجود تنوع ژنتیکی بالایی بین این ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده از نظر شاخص‌های مورد اندازه‌گیری می‌باشد (شکل ۱ و ۲). در بین صفات مورد ارزیابی تعداد گل‌آذین در شاخه و زمان اوج گل‌دهی به‌ترتیب بالاترین و پایین‌ترین ضریب تغییرات را به خود اختصاص دادند. دلیل دامنه تغییرات بالای مشاهده شده در تعداد گل‌آذین را می‌توان در تفاوت ذخیره کربوهیدرات شاخه بارور و رقابت کربوهیدرات ناشی از سال‌آوری بیان نمود (۸). مقایسه میانگین صفات مورفو-فیزیولوژیک گل‌آذین ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده منتخب نشان داد که ژنوتیپ‌های F4M و M17 به‌ترتیب بیشترین (۵/۰۶۴ گرم) و کمترین (۱/۴۸ گرم) وزن گل‌آذین تازه و از طرفی بیشترین (۷۳/۸۴) و کمترین (۴۰/۲۱) درصد آب گل‌آذین را در زمان شروع گل‌دهی دارا بودند. بالاترین وزن خشک گل‌آذین (۱/۴۷۲ گرم) و دانه گرده در گل‌آذین (۳۱۰/۸ میلی‌گرم) در ژنوتیپ M5 مشاهده شد (جدول ۲). وزن دانه گرده در گل‌آذین ژنوتیپ MN9 ۵۷ میلی‌گرم بود که کمترین میزان را در میان ژنوتیپ‌های نر مورد مورد مطالعه به خود اختصاص داد. این در حالی است که ژنوتیپ‌های M6، N14-5، M24 و F4M بالاترین درصد وزنی دانه گرده در گل‌آذین را دارا بودند. متوسط وزن گل‌آذین تازه و خشک، وزن گرده در گل‌آذین، درصد آب و درصد وزنی گرده در گل‌آذین برای ۳۳ ژنوتیپ‌گرده‌دهنده به‌ترتیب برابر ۲/۸۱ گرم، ۰/۹۸ گرم، ۱۵۵/۰۱ میلی‌گرم، ۶۳/۴۴ و ۱۵/۸۰ درصد گزارش شد (جدول ۲). تحلیل داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ابعاد گل‌آذین نشان داد که بزرگترین گل‌آذین‌ها در ژنوتیپ‌هایM5، F4M، N14-5، M10 و M8 و کوچکترین آنها در ژنوتیپ‌های N1، M19، M17 و N5 مشاهده شد. بیشترین (۸/۶) و کمترین (۰/۶) تعداد گل‌آذین بارور در شاخه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های M41 و M10 شمارش شد (جدول ۲). نتایج حاصل از ارزیابی درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده نشان داد که میانگین درصد جوانه‌زنی در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه ۸۴/۹۲ درصد بود که بیشترین (۹۷/۸) و کمترین (۶۲/۸) آن به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های M41 و M4 مشاهده شد.

**شکل ۱- تنوع در زمان گل‌دهی و مورفولوژی گل‌آذین برخی ژنوتیپ‌های نر پسته واریته سرخس موجود در پژوهشکده پسته.**

(ژنوتیپ‌ها از سمت راست به چپ تصویر به‌ترتیب عبارتند از: M8، M9، M5، M6، M16، M17، M24، M4، N1 و M90)

کالسن و پارفیت (۱۱) با مطالعه شش گرده‌دهنده برتر پسته در آمریکا گزارش نمودند که کمترین و بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده به‌ترتیب برابر ۵۸/۰۹ و ۹۰/۴۰ درصد بود که در رقم راندی و B16-58 مشاهده شد. متوسط درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده این شش رقم نر برتر آمریکا برابر ۷۸/۶۸ درصد بود. در این پژوهش کالسن و پارفیت (۱۱) درصد جوانه‌زنی دانه گرده رقم پیترز را که مهم‌ترین و غالب‌ترین گرده‌دهنده باغ‌های پسته آمریکا می‌باشد را ۶۶/۶۷ درصد گزارش کردند.

نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک گل‌آذین به خوبی نشان داد که که در تمامی صفات اندازه‌گیری شده دامنه تغییرات قابل توجهی بین ژنوتیپ‌های نر پسته واریته سرخس وجود دارد که نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی بالایی در این ژرم پلاسم گیاهی می‌باشد. به طور کلی گل‌آذین ژنوتیپ های نر سرخس از اندازه کوچکتر اما درصد جوانه‌زنی بالاتری نسبت به ژنوتیپ های نر پسته اهلی برخوردار بودند (جدول ۲).

در همین راستا، کامیاب (۷) با مطالعه ۱۰ ژنوتیپ نر موجود در ایستگاه تحقیقاتی پژوهشکده پسته گزارش کرد که گرده‌دهنده‌های مورد بررسی از نظر وزن گل‌آذین در زمان گل‌دهی اختلاف زیادی داشتند، به‌طوری‌که دامنه تغییرات آنها از ۴/۵ گرم برای ژنوتیپ P6 تا ۱/۶۶ گرم برای ژنوتیپ P8 با میانگین ۳/۱۳۸ گرم متفاوت بود. ایشان همچنین گزارش دادند

که ژنوتیپ‌های نر از نظر مقدار دانه گرده در گل‌آذین نیز اختلاف زیادی داشتند به طوری که دامنه آنها از ۰/۰۷۱ گرم برای ژنوتیپ P2 تا ۰/۲۶۷ گرم برای ژنوتیپ P5 متغیر و میانگین کلی برابر ۰/۱۶۸ گرم بود. در این پژوهش دامنه درصد جوانه‌زنی دانه گرده از ۳۰ درصد در ژنوتیپ‌های P3 و P4 تا ۸۵ درصد در ژنوتیپ P10 با میانگین ۵۶ درصدگزارش شده است. در مطالعه دیگری اسماعیلی و همکاران (۲) با بررسی و مقایسه میزان تولید گرده در ۵ ژنوتیپ نر پسته نشان دادند که میانگین وزن گرده تولیدی در هر گل‌آذین ۲۳۷ میلی‌گرم و تعداد گل‌آذین در هر درخت نر ۲۰۶۲ عدد می‌باشد. در این پژوهش ژنوتیپ‌های نر از نظر وزن و تعداد دانه گرده در گل‌آذین اختلاف معنی‌داری نشان ندادند و دامنه وزن گرده در گل‌آذین در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بین ۱۸۶ تا ۲۹۲ میلی‌گرم گزارش شد.

**جدول ۱- تجزیه واریانس و ضرایب تغییرات صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده کلکسیون پسته سرخس.**

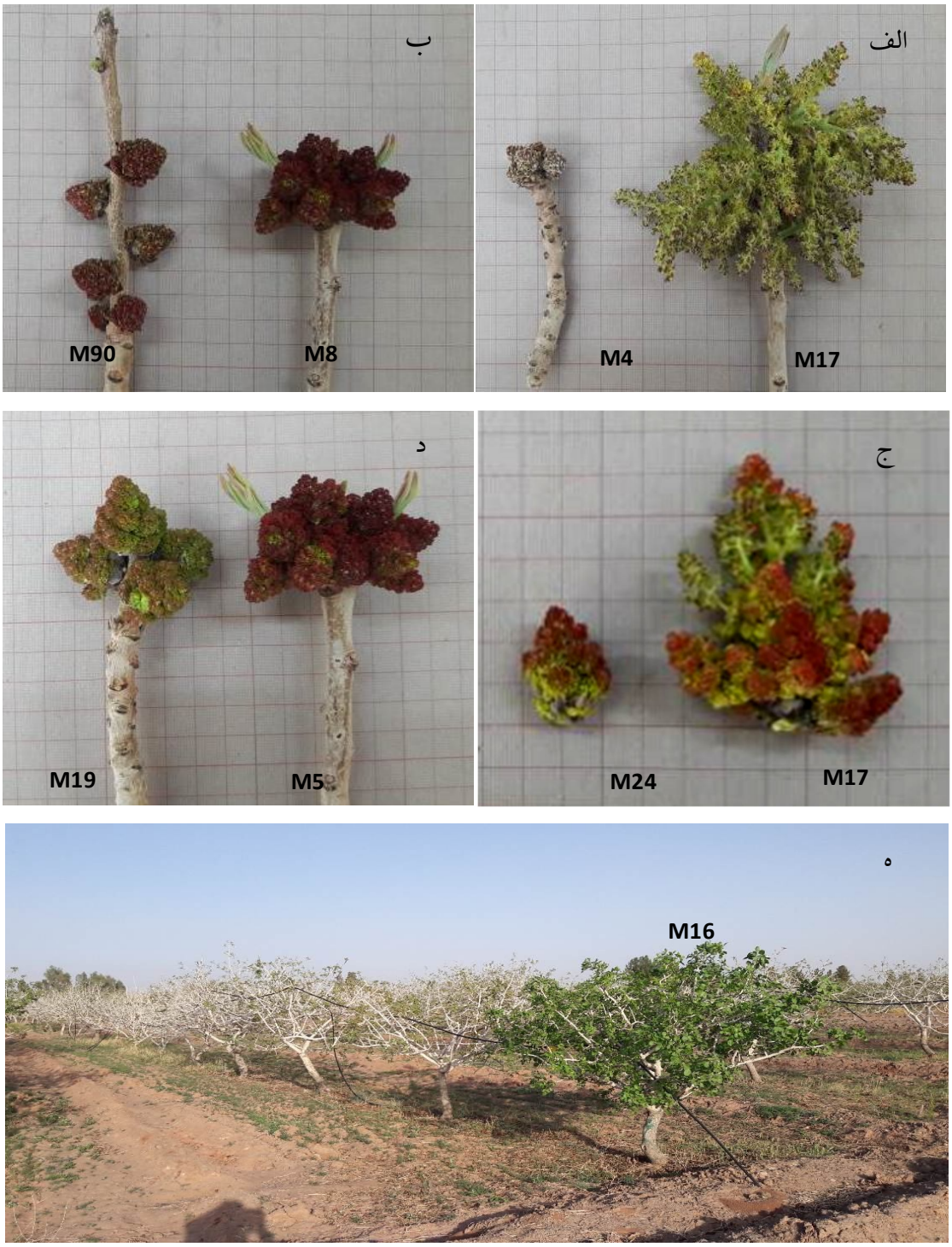
| صفت | درجه آزادی (D.F.) | میانگین مربعات ژنوتیپ‌ها (M.S.) | درصد ضریب تغییرات (C.V.) |
|---|---|---|---|
| وزن گل‌آذین تازه (g) | ۳۲ | ۱۱۷/۳۹۵** | ۵/۷۷ |
| وزن گل‌آذین خشک (g) | ۳۲ | ۸/۴۳۷** | ۴/۱۸ |
| وزن دانه گرده در گل‌آذین (mg) | ۳۲ | ۴۵۶۰۰۳** | ۴/۶۵ |
| درصد آب گل‌آذین | ۳۲ | ۲۵۱/۹۲۶** | ۱/۹۶ |
| درصد جوانه زنی دانه‌های گرده | ۳۲ | ۴۶۹/۷** | ۴/۰۳ |
| درصد وزنی دانه گرده در گل‌آذین | ۳۲ | ۰/۰۱** | ۳/۲۹ |
| طول گل‌آذین (cm) | ۳۲ | ۱/۹۹۳** | ۱۳/۷۲ |
| عرض گل‌آذین (cm) | ۳۲ | ۱/۸۶۷** | ۱۸/۰۸ |
| تعداد گل‌آذین در شاخه | ۳۲ | ۱۹/۸۲۱** | ۲۴/۳۲ |
| زمان تورم جوانه گل (روز) | ۳۲ | ۱۲۴/۶۱** | ۳/۹۱ |
| زمان آغاز گل‌دهی (روز) | ۳۲ | ۱۲۵/۷۴** | ۲/۶۲ |
| زمان آغاز برگ‌دهی (روز) | ۳۲ | ۱۱۹/۶۷** | ۲/۷۵ |
| زمان اوج گل‌دهی (روز) | ۳۲ | ۱۱۳/۳۳** | ۱/۹۱ |
| زمان پایان گل‌دهی (روز) | ۳۲ | ۱۴۵/۶۴** | ۲/۶۴ |
| طول دوره گل‌دهی (روز) | ۳۲ | ۳۵/۳۷** | ۱۱/۴۲ |

** نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح احتمال ۱ درصد می‌باشد.

**جدول ۲- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با مورفو-فیزیولوژیک ژنوتیپ‌های نر منتخب به عنوان گرده‌دهنده.**

| ژنوتیپ | وزن گل‌آذین تازه (g) | وزن گل‌آذین خشک (g) | وزن دانه گرده در گل‌آذین (mg) | درصد آب گل‌آذین | درصد جوانه زنی دانه‌های گرده | درصد وزنی دانه گرده در گل‌آذین | طول گل‌آذین (cm) | عرض گل‌آذین (cm) | تعداد گل‌آذین در سرشاخه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **M3** | ۲/۶۶۴hi | ۰/۸۹۲jk | ۱۴۱/۴i-l | ۶۶/۵۱efg | ۹۱a-g | ۱۵/۹ef | ۴/۲a-e | ۲/۹۸a-g | ۵ c-f |
| **N5** | ۱/۵۴۲mn | ۰/۶۰۸o | ۱۱۹/۴no | ۶۰/۴۴ k-n | ۹۴/۲a-d | ۱۹/۶c | ۳/۰۸efg | ۱/۹۲fgh | ۱/۸i-m |
| **F4M** | ۵/۰۶۴a | ۱/۳۲۶bcd | ۲۵۸/۸b | ۷۳/۸۴a | ۹۲/۶ a-e | ۲۱/۶ a | ۴/۸۴ a | ۳/۳۶ a-e | ۳/۸ d-i |
| **M14** | ۳/۸۲۲b | ۱/۱۱fg | ۲۳۲/۶cd | ۷۰/۹۳abc | ۸۸/۲b-h | ۲۱ab | ۳/۶۸ a-g | ۲/۸ a-g | ۵/۲ b-f |
| **M13** | ۱/۸۹۲klm | ۰/۶۹۴mno | ۱۳۱k-n | ۶۳/۲۶ h-k | ۹۱ a-g | ۱۸/۹c | ۳/۳۴b-g | ۲/۵۸c-h | ۵/۶bcd |
| **M9** | ۴/۸۴ a | ۱/۳۳۸bc | ۱۰۶/۶op | ۷۲/۳۱ab | ۷۵/۸j-m | ۸n | ۴/۵۸abc | ۳/۹۲ab | ۲i-m |
| **M22** | ۲/۶۴۶i | ۰/۷۶۴lm | ۱۲۲mno | ۶۸/۹۷cde | ۹۲/۲ a-f | ۱۶ef | ۳/۶۸ a-g | ۲/۹۸ a-g | ۲i-m |
| **M19** | ۱/۶۹۸k-n | ۰/۶۵no | ۱۳۶/۸i-n | ۶۱/۷۹ j-m | ۹۵/۸abc | ۲۱/۱ab | ۲/۸fg | ۲fgh | ۴/۲ d-h |
| **M15** | ۳/۲۴۲d-g | ۰/۹۶۶ij | ۱۶۵/۴fgh | ۷۰/۲۰ bc | ۸۸/۸b-h | ۱۷/۱de | ۳/۲efg | ۲/۸۸ a-g | ۰/۸lm |
| **N14-5** | ۳/۲۵d-g | ۱hi | ۲۱۶/۴cde | ۶۹/۱۵cde | ۶۶no | ۲۱/۷ a | ۴/۸ a | ۳/۳۸ a-e | ۴/۴ d-g |
| **M6** | ۳/۵۳۲b-e | ۱/۰۶۸gh | ۲۳۳/۶c | ۶۹/۷۲bcd | ۸۱/۲h-k | ۲۱/۸ a | ۳/۶۸ a-g | ۳/۰۴ a-f | ۲/۲h-m |
| **M10** | ۳/۶۳۴bcd | ۱/۰۹۸gh | ۲۰۸/۲e | ۶۹/۷۵bc | ۹۳/۲ a-d | ۱۹c | ۴/۵۶ a-d | ۳/۹۶ a | ۰/۶m |
| **M21** | ۲/۹۳gh | ۰/۹jk | ۱۳۹/۲i-m | ۶۹/۳cde | ۶۸/۲mno | ۱۵/۵fg | ۳/۳c-g | ۲/۷۲ a-h | ۵/۴ b-e |
| **M63** | ۳/۶۸۴bc | ۱/۰۸۶gh | ۲۲۹/۴cd | ۷۰/۵۱bc | ۹۶/۲ab | ۲۱/۱ab | ۴/۰۶ a-f | ۲/۸۴ a-g | ۴/۲ d-h |
| **M24** | ۲/۶۶۸hi | ۰/۸۴۸kl | ۱۸۳/۲f | ۶۸/۱۹ c-f | ۸۷/۶c-h | ۲۱/۶ a | ۴/۱۲ a-e | ۲/۷۴ a-h | ۳/۲f-k |
| **M16** | ۳/۱۶۲efg | ۱/۲۰۴ef | ۱۲۷/۲lmn | ۶۱/۹jkl | ۸۴/۶e-i | ۱۰/۶jkl | ۴/۰۲ a-f | ۳/۳۶ a-e | ۰/۶۴ lm |
| **M41** | ۲/۳۰۴ij | ۰/۷۶۶lm | ۱۳۴j-n | ۶۶/۷۸ d-g | ۹۷/۸ a | ۱۷/۵d | ۳/۶۴ a-g | ۲/۴۲d-h | ۸/۶ a |
| **MN9** | ۱/۸۳۶k-n | ۰/۶۳۸no | ۵۷t | ۶۵/۱۷ghi | ۹۲/۸ a-e | ۸/۶mn | ۳/۶۴ a-g | ۲/۶۸b-h | ۱/۴j-m |
| **N1** | ۱/۵۰۲mn | ۰/۶۱۶o | ۱۲۳/۲mno | ۵۸/۸۹mno | ۷۳k-n | ۲۰bc | ۲/۶۸g | ۱/۵h | ۲/۸g-l |
| **M111** | ۱/۶۲۶lmn | ۰/۷۳mn | ۷۲/۶st | ۵۴/۹۶p | ۷۷/۴i-l | ۹/۹klm | ۴/۱ a-e | ۳/۴ a-e | ۱/۱klm |
| **M90** | ۲/۰۲۶jk | ۰/۶۹۸mno | ۷۶/۶rs | ۶۵/۴۴fgh | ۹۱/۶ a-f | ۱۱ijk | ۳/۱۲efg | ۲/۸ a-g | ۳/۲f-k |
| **M4** | ۱/۷۵۶k-n | ۰/۷۸۲lm | ۹۰/۸pqr | ۵۵/۴۶p | ۶۲/۸o | ۱۱/۶ij | ۳/۰۸efg | ۲/۳۶e-h | ۶/۶abc |
| **M8** | ۳/۳۰۶c-g | ۱/۲۶۶cde | ۱۴۷ijk | ۶۱/۶۸ j-m | ۸۳g-j | ۱۱/۶ij | ۴/۷۴ a | ۳/۸abc | ۳/۴e-j |
| **M13** | ۲/۴۹۶i | ۱/۱۲fg | ۱۷۳/۶f | ۵۵/۱p | ۹۱/۲ a-g | ۱۵/۵fg | ۳/۲۸d-g | ۲/۲e-h | ۲/۲h-m |
| **M18** | ۲/۰۱۲jkl | ۱/۰۰۲hi | ۱۰۶/۴op | ۵۰/۲۵q | ۷۰l-o | ۱۰/۶jkl | ۳/۱۶efg | ۲/۶۲c-h | ۵c-f |
| **M5** | ۳/۹۱b | ۱/۴۷۲ a | ۳۱۰/۸ a | ۶۲/۳۳ i-l | ۹۱/۴ a-g | ۲۱/۱ab | ۴/۸۳ a | ۳/۷۸abc | ۵c-f |
| **M11** | ۲/۹۱۶gh | ۱/۲۲۶de | ۱۶۸/۶fg | ۵۷/۸۶nop | ۸۲/۴hij | ۱۳/۸h | ۳/۴۴b-g | ۲/۵۴c-h | ۱/۶j-m |
| **M106** | ۳/۳۵c-f | ۱/۴۲۴ab | ۱۷۴/۶f | ۵۷/۴۵op | ۸۴/۶e-i | ۱۲/۳i | ۴/۱۴ a-e | ۲/۹۴ a-g | ۲/۲h-m |
| **M17** | ۱/۴۸n | ۰/۸۸۴jk | ۸۵qrs | ۴۰/۲۱r | ۹۱/۸ a-f | ۹/۶lm | ۳/۱۲efg | ۱/۷۶gh | ۵/۶bcd |
| **M1** | ۳/۰۲۸fgh | ۱/۰۷۲gh | ۱۵۲.8ghi | ۶۴/۵۳ g-j | ۶۷/۲no | ۱۴/۲gh | ۴/۲۶ a-e | ۳/۳۶ a-e | ۷/۲ab |
| **MN10** | ۱/۶۴k-n | ۰/۶۵۶no | ۹۸/۸pq | ۶۰/۰۱ l-o | ۸۳/۸f-j | ۱۵/۱fg | ۴/۶ab | ۳/۶۴ a-d | ۴/۸c-g |
| **M7** | ۳/۶۷۴bc | ۱/۳۱۲cd | ۱۴۹/۶hij | ۶۴/۲۹ g-j | ۸۸/۶b-h | ۱۱/۴ij | ۳/۹۴ a-g | ۳/۰۲ a-g | ۴/۸c-g |
| **M12** | ۳/۸۲۴b | ۱/۲۸۴cde | ۲۱۵/۸de | ۶۶/۴۳efg | ۸۶/۲d-h | ۱۶/۸de | ۴/۱۶ a-e | ۲/۷۶ a-h | ۳/۴e-j |

وجود یک حروف لاتین مشترک بین ژنوتیپ‌ها برای هر صفت نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برمبنای آزمون توکی می‌باشد.




**شکل ۲- تفاوت‌های مورفولوژیکی و فنولوژیکی مشاهده شده در ژنوتیپ های نر واریته سرخس (پژوهشکده پسته).**

الف) تنوع در تراکم و تعداد جوانه‌های گل؛ ب) تنوع در زمان گل‌دهی؛ ج) تنوع در رنگ گل‌آذین؛ د) تنوع در ابعاد گل‌آذین؛ ه) تنوع در زمان برگ‌دهی.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص‌های مرتبط با مراحل فنولوژیک گل‌دهی و برگ‌دهی جمعیت نر واریته سرخس در جدول ۳ آورده شده است. تورم جوانه‌های گل در این ژرم‌پلاسم گیاهی ارزشمند در روزهای ۹ و ۱۰ فروردین ۱۳۹۸ در ژنوتیپ M8 آغاز و ۲۴ روز بعد در M90 پایان یافت. شروع گل‌دهی در ۱۴ فروردین در ژنوتیپ M8 آغاز و در روزهای ۱۸ و ۱۹ اردیبهشت در ژنوتیپ M90 خاتمه یافت. بنابراین طول دوره گل‌دهی در این جمعیت برابر با ۳۵/۲ روز ثبت گردید که نشان از تنوع قابل توجه در زمان گل‌دهی در بین ژنوتیپ‌های نر سرخس دارد. بخشی از این تفاوت در زمان آغاز گل و برگ‌دهی در شکل ۱ و ۲ آورده شده است. این تنوع ژنتیکی علاوه بر ایجاد زمینه‌ای مناسب جهت شناسایی و معرفی گرده‌دهنده‌های سازگار با ارقام تجاری متنوع کشور، فرصتی بی‌نظیر در اختیار اصلاح‌گران جهت بهره‌وری از این تنوع در راستای برنامه‌های به‌نژادی خود قرار می‌دهد. دو ژنوتیپ M8 و M90 به‌ترتیب به‌عنوان زودگل‌ترین (۱۴ فروردین) و دیرگل‌ترین (۷ و ۸ اردیبهشت) گرده‌دهنده ثبت شدند. زمان آغاز برگ‌دهی با یک دامنه تغییرات ۱۷ روزه به‌ترتیب در ژنوتیپ‌های M16 در ۱۶ فروردین و M63 در ۲ اردیبهشت ۱۳۹۸ اتفاق افتاد (شکل ۱ و ۲). کوتاهترین زمان تا رسیدن به اوج (۲۱ فروردین) و پایان‌گل‌دهی (۲۴ و ۲۵ فروردین) در ژنوتیپ M8 و دیرترین آن به ترتیب در روزهای ۱۳ و ۱۸ اردیبهشت در M90 مشاهده گردید. در این مطالعه متوسط طول دوره گل‌دهی ژنوتیپ‌های نر سرخس برابر ۸/۳۲ روز محاسبه گردید. کوتاه‌ترین طول دوره گل‌دهی (۳/۸ روز) در M16 و طولانی‌ترین آن (۱۳/۲ روز) در M3 گزارش شد (جدول ۳). نتایج بدست آمده نشان داد که به‌طور متوسط در ژنوتیپ‌های نر سرخس فاصله زمانی بین تورم جوانه‌های گل تا آغاز گل‌دهی برابر ۵/۲۴ روز، آغاز تا اوج گل‌دهی برابر ۴/۰۶ روز، اوج تا پایان گل‌دهی برابر ۴/۲۶ روز و آغاز تا پایان گل‌دهی برابر ۸/۳۲ روز می‌باشد. همچنین به‌طور متوسط زمان آغاز باز شدن جوانه‌های برگ با فاصله زمانی ۱ روز زودتر از آغاز گل‌دهی در این جمعیت ناهمگن به وقوع پیوست. مطالعه اسماعیل پور (۴) بر روی مراحل فنولوژی گل‌دهی ۱۳ ژنوتیپ نر اهلی در شرایط آب و هوایی رفسنجان نشان داد که به‌طور متوسط فاصله‌زمانی ظهور گل‌آذین تا شروع گل‌دهی، شروع تا پایان گل‌دهی و طول دوره گل‌دهی به‌ترتیب برابر ۸/۲، ۱۲ و ۱۴/۲ روز می‌باشد. این نتایج بیانگر آن است که سرعت تکامل جوانه‌های گل از زمان تورم تا پایان گل‌دهی در ژنوتیپ‌های نر سرخس نسبت به اهلی سریع‌تر اتفاق افتاده و به همین علت طول دوره گل‌دهی آنها به طور متوسط کوتاه‌تر از نرهای اهلی می‌باشد که می‌توان آن را به‌عنوان یک ویژگی منفی در این واریته محسوب کرد.

در پژوهشی دیگر طایفه علی اکبرخانی و همکاران (۵) ۲۵ ژنوتیپ ماده و ۱۵ ژنوتیپ نر منطقه فیض آباد خراسان را با استفاده از صفات مورفولوژی و فنولوژی و همچنین نشانگر مولکولی رپید مورد بررسی قرار دادند. نتایج مربوط به ژنوتیپ‌های نر نشان داد طول دوره گل‌دهی بین ۱۵-۱۰ روز متغیر بود. ژنوتیپ‌های ۱۱، ۱۲، ۱۳ و ۱۴ طولانی‌ترین طول گل‌دهی (۱۵ روز) را نشان دادند و به عنوان ژنوتیپ‌های برتر معرفی شدند. درصد جوانه زنی دانه گرده در ژنوتیپ‌های مورد بررسی بین ۴۴ تا ۸۷ درصد متغیر بود.

به منظور بررسی هم‌پوشانی ژنوتیپ‌های نر منتخب با ارقام تجاری کشور و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر، زمان شروع، اوج و پایان گل‌دهی این ۳۳ ژنوتیپ نر منتخب با چهار رقم کله‌قوچی، اوحدی، اکبری و احمدآقایی در شکل ۳ ترسیم و مقایسه گردید. یافته‌ها نشان داد که طول دوره گل‌دهی سه ژنوتیپ M5، M6 و M7 با ۳ رقم کله‌قوچی، اوحدی و احمدآقایی هم‌پوشانی داشته و زمان گل‌دهی هر سه رقم را پوشش می‌دهد. اوج گل‌دهی ژنوتیپ M5 با اوج گل‌دهی رقم کله‌قوچی و احمدآقایی و اوج گل‌دهی M6 و M7 با اوج گل‌دهی احمدآقایی و اوحدی هم‌پوشانی مناسبی داشت. گل‌دهی رقم اوحدی با ژنوتیپ‌های M11 و M16 نیز هم‌پوشانی مطلوبی نشان داد اما این ژنوتیپ‌ها برای احمدآقایی و کله‌قوچی مناسب تشخیص داده نشدند.

بررسی سایر خصوصیات مورفو-فیزیولوژیک گل‌آذین این ژنوتیپ‌ها (جدول ۲) به خوبی نشان می‌دهد که ژنوتیپ M5 از برتری قابل ملاحظه‌ای نسبت به دیگر ژنوتیپ‌ها برخوردار بوده و به‌عنوان گرده‌دهنده برتر برای این سه رقم تجاری انتخاب می‌گردد. ژنوتیپ M7 نیز برای رقم اوحدی در درجه پایین‌تری از اهمیت قابل توصیه می‌باشد. رقم اکبری که از نیاز سرمایی بالاتری نسبت به سه رقم تجاری دیگر برخوردار بوده و دیرگل‌تر محسوب می‌گردد با ژنوتیپ های نر F4M، M3، M15، M10، M13، M17، M1، M106، M12 و M14 همپوشانی مناسبی داشت. اوج گل‌دهی این رقم تجاری دیرگل با اوج گل‌دهی ژنوتیپ‌های N14-5، M113، F4M، M111، M106، M13، M4 و M18 هم‌زمان بود. مطابق شکل ۳ مشخص شد که ژنوتیپ‌های نر منتخب سرخس در مقایسه با گرده‌دهنده‌های ارقام تجاری عمدتاً در دسته ژنوتیپ‌های متوسط تا دیر گل قرار می‌گیرند. بنابراین یافتن گرده‌دهنده‌های مناسب برای ارقام متوسط تا دیرگل از میان ژنوتیپ‌های سرخس می‌تواند مورد توجه به‌نژادگران پسته قرار گیرد. از میان ژنوتیپ‌های که زمان گل‌دهی آنها با رقم اکبری هم‌پوشانی داشت، پنج ژنوتیپ M12، M13، M14، F4M و M106 به‌دلیل داشتن ویژگی‌های مطلوبی همانند اندازه گل‌آذین، حجم دانه‌گرده، قدرت جوانه‌زنی و همچنین تعداد گل‌آذین در شاخه مناسب به عنوان گرده‌دهنده‌های برتر و گرده‌دهنده‌های M1، M3 و

**جدول ۳- مقایسه میانگین صفات اندازه‌گیری شده مرتبط با مراحل فنولوژیکی گل‌دهی در ژنوتیپ‌های نر منتخب واریته سرخس (پژوهشکده پسته).**

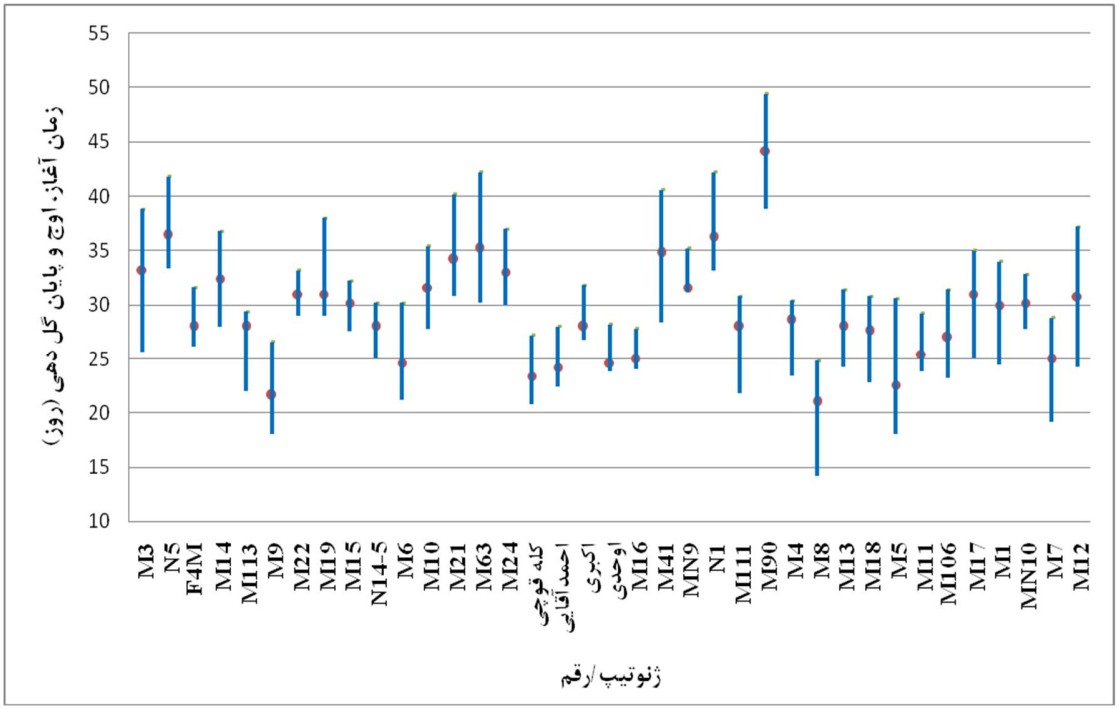
| ژنوتیپ | زمان تورم جوانه گل (روز) | زمان آغاز گل‌دهی (روز) | زمان آغاز برگ‌دهی (روز) | زمان اوج گل‌دهی (روز) | زمان پایان گل‌دهی (روز) | طول دوره گل‌دهی (روز) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **M3** | ۱۹ijkl | ۲۵/۶hi | ۳۲ab | ۳۳/۲ef | ۳۸/۸cde | ۱۳/۲a |
| **N5** | ۳۰/۲b | ۳۳/۴b | ۳۱/۶ abc | ۳۶/۴b | ۴۱/۸b | ۸/۴d-h |
| **F4M** | ۲۰/۲hij | ۲۶/۲gh | ۲۹/۸de | ۲۸lm | ۳۱/۶jklm | ۵/۴ijkl |
| **M14** | ۱۸/۶jklm | ۲۸f | ۳۱bcde | ۳۲/۴fgh | ۳۶/۸ef | ۸/۸d-h |
| **M113** | ۱۸klm | ۲۲lm | ۲۲lmn | ۲۸lm | ۲۹/۴mnop | ۷/۴f-j |
| **M9** | ۱۴op | ۱۸n | ۲۰opq | ۲۱/۶op | ۲۶/۶qr | ۸/۶d-h |
| **M22** | ۱۹ijkl | ۲۹def | ۲۳jkl | ۳۱hij | ۳۲/۲ghij | ۴/۲ l |
| **M19** | ۲۱/۸gh | ۲۹def | ۲۴/۸hi | ۳۱/۱hij | ۳۸de | ۹d-h |
| **M15** | ۲۰/۸ghi | ۲۷/۶fg | ۲۳/۶ijkl | ۳۰/۲ij | ۳۲/۲ijkl | ۴/۶ l |
| **N14-5** | ۲۲/۴fg | ۲۵hij | ۲۴/۶hij | ۲۸lm | ۳۰/۲lmno | ۵/۲jkl |
| **M6** | ۱۶/۸mn | ۲۱/۲m | ۲۰/۸nop | ۲۴/۶n | ۳۰/۲lmno | ۹d-h |
| **M10** | ۱۹/۶ijk | ۲۷/۸fg | ۲۵/۴h | ۳۱/۶ghi | ۳۵/۴fg | ۷/۶fghi |
| **M21** | ۲۶/۶cd | ۳۰/۸c | ۳۱/۴abcd | ۳۴/۲de | ۴۰/۲bcd | ۹/۴defg |
| **M63** | ۲۴ef | ۳۰/۲cd | ۳۳ a | ۳۵/۲bcd | ۴۲/۲b | ۱۲abc |
| **M24** | ۲۵de | ۳۰cde | ۲۸fg | ۳۳efg | ۳۷ef | ۷hijk |
| **M16** | ۲۰hij | ۲۴ijk | ۱۶s | ۲۵n | ۲۷/۸pq | ۳/۸ l |
| **M41** | ۲۶/۴cd | ۲۸/۴ef | ۲۹/۶ef | ۳۴/۸cd | ۴۰/۶bc | ۱۲/۲ abc |
| **MN9** | ۲۷/۴c | ۳۱/۲c | ۲۷/۴g | ۳۱/۶ghi | ۳۵/۲fg | ۴ l |
| **N1** | ۲۸/۲c | ۳۳/۲b | ۳۰/۲cde | ۳۶/۲bc | ۴۲/۲b | ۹d-h |
| **M111** | ۱۹/۸ijk | ۲۱/۸lm | ۱۹/۶opq | ۲۸lm | ۳۰/۸klmno | ۹d-h |
| **M90** | ۳۳/۲ a | ۳۸/۸ a | ۳۲/۲ ab | ۴۴/۲ a | ۴۹/۴a | ۱۰/۶bcd |
| **M4** | ۱۸klm | ۲۳/۴jkl | ۱۹/۸opq | ۲۸/۶kl | ۳۰/۴lmno | ۷hijk |
| **M8** | ۹/۲q | ۱۴ o | ۱۹qr | ۲۱p | ۲۴/۸r | ۱۰/۶bcd |
| **M13** | ۱۸/۶jklm | ۲۴/۲ijk | ۲۰/۸nop | ۲۸lm | ۳۱/۴jklmn | ۷/۲g-k |
| **M18** | ۱۸klm | ۲۲/۸klm | ۱۷/۶rs | ۲۷/۶lm | ۳۰/۸klmno | ۸efgh |
| **M5** | ۱۲/۸p | ۱۸n | ۱۹/۲pqr | ۲۲/۶o | ۳۰/۶klmno | ۱۲/۶ ab |
| **M11** | ۱۹/۲ijk | ۲۳/۸jk | ۲۱/۲mno | ۲۵/۴n | ۲۹/۲nop | ۵/۴ijkl |
| **M106** | ۱۹ijkl | ۲۳/۲kl | ۲۲/۸klm | ۲۷m | ۳۱/۴jklmn | ۸/۲efgh |
| **M17** | ۲۰/۲hij | ۲۵hij | ۲۴hijk | ۳۱hij | ۳۵fgh | ۱۰cde |
| **M1** | ۱۷/۲lm | ۲۴/۴ijk | ۲۷/۲g | ۳۰jk | ۳۴ghi | ۹/۶def |
| **MN10** | ۱۸/۶jklm | ۲۷/۸fg | ۲۴/۲hijk | ۳۰/۲ij | ۳۲/۸hijk | ۵kl |
| **M7** | ۱۵no | ۱۹/۲n | ۱۹/۲pqr | ۲۵n | ۲۸/۸opq | ۹/۶def |
| **M12** | ۲۱/۸gh | ۲۴/۲ijk | ۲۵/۴h | ۳۰/۸ij | ۳۷/۲ef | ۱۳ a |

- وجود یک حروف لاتین مشترک بین ژنوتیپ‌ها برای هر صفت نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد برمبنای آزمون توکی می‌باشد.

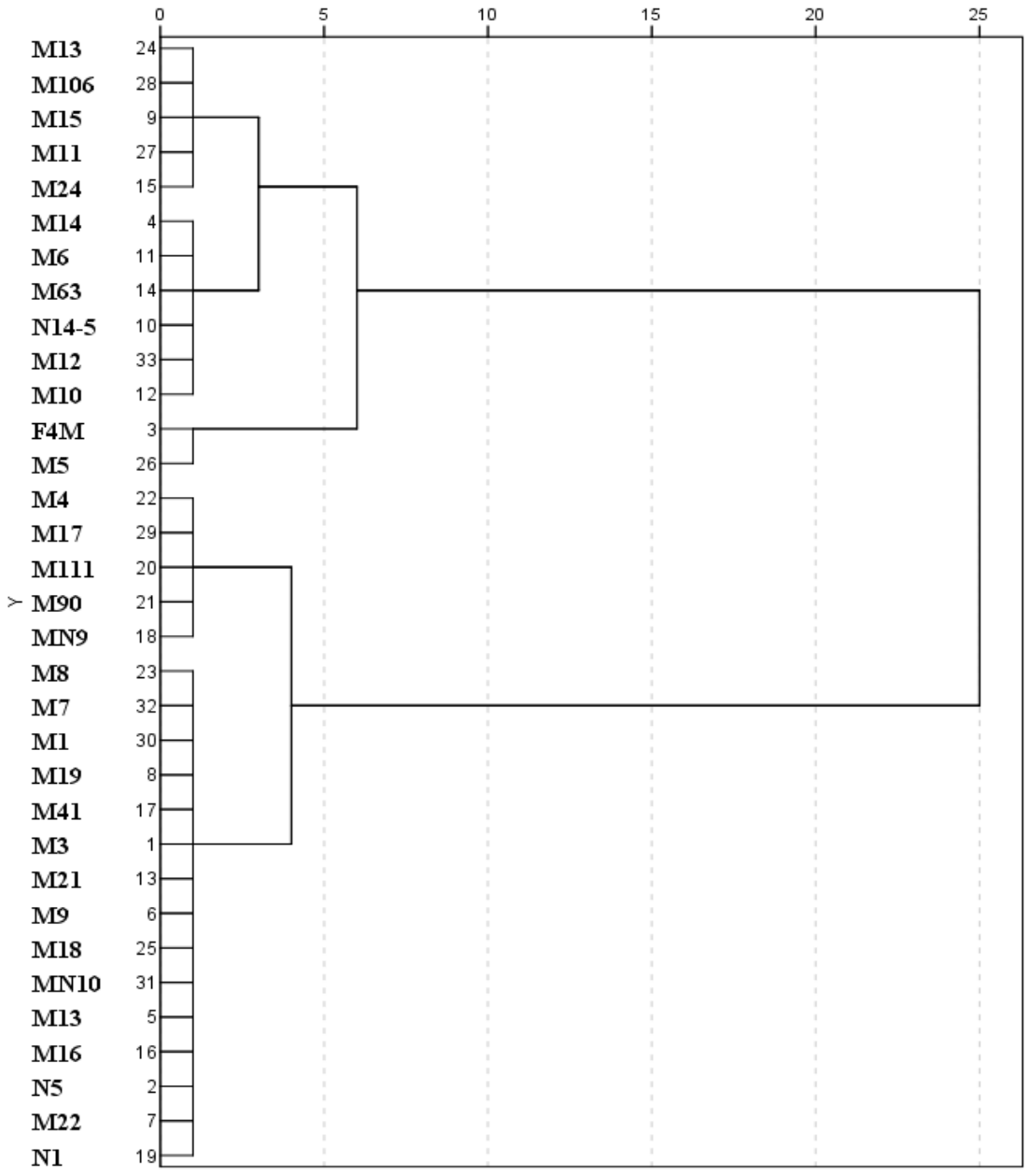
- مبداء شروع هر یک از مراحل فنولوژیک گل‌دهی و برگ‌دهی از اول فروردین ماه به صورت روزشمار تا زمان آغاز یا پایان آن مرحله می‌باشد.

M17 در درجه پایین‌تری از اهمیت برای این رقم تجاری انتخاب گردیدند. مارتینز و هررکو (۱۴) اظهار داشتند که مهم‌ترین شاخص‌های یک ژنوتیپ نر برتر پسته داشتن ویژگی‌هایی همچون همزمانی گل‌دهی با ارقام ماده، مقدار دانه گرده تولیدی بالا، قدرت باروری بالا و صفات مورفولوژیکی مناسب برای گرده افشانی می‌باشد. کالسن و همکاران (۱۰) شناسایی ارقام گرده‌دهنده مناسب با ارقام تجاری را یکی از مهم‌ترین اهداف برنامه‌های اصلاحی پسته دانستند که نقش موثری در افزایش عملکرد و کاهش پوکی این محصول دارد.

آنچه مسلم است در این مطالعه توانایی ژنوتیپ‌ها در تولید گل‌آذین و دانه‌گرده و همچنین میزان باروری دانه‌های گرده و در نهایت هم‌پوشانی زمان گل‌دهی آنها با ارقام تجاری متداول کشور ارزیابی گردیده و بر همین اساس ژنوتیپ‌های برتر انتخاب شد. اگرچه ناسازگاری بین گرده‌دهنده‌های سرخس و ارقام تجاری کشور توسط نگارندگان مشاهده نگردیده است، اما انتخاب مطمئن‌تر گرده‌دهنده‌های برتر نیازمند بررسی تأثیر هریک از آن‌ها بر عملکرد کمی و کیفی محصول ارقام تجاری می‌باشد.




**شکل ۳- همپوشانی زمان آغاز، اوج و پایان گل‌دهی ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده کلکسیون سرخس با ارقام تجاری پسته متداول؛ دایره قرمز نشان دهنده زمان اوج گل‌دهی می‌باشد.**




**شکل ۴- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گرده‌دهنده کلکسیون سرخس بر مبنای مربعات فواصل اقلیدسی.**

## نتیجه‌گیری کلی

جهت ارزیابی فواصل ژنتیکی و گروه‌بندی ۳۳ ژنوتیپ منتخب موجود در جمعیت ناهمگن سرخس بر اساس تمامی صفات اندازه‌گیری شده از مربعات فواصل اقلیدسی بین ژنوتیپ‌ها بر مبنای روش آماری Ward استفاده گردید (شکل ۴). نتایج بدست آمده نشان داد که ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در دو گروه اصلی و پنج زیرگروه تقسیم‌بندی می‌گردند. مطابق کلاستر ترسیم شده، به‌طور کلی ژنوتیپ‌های برتر که پیش‌تر به آنها اشاره شد در گروه اول قرار گرفتند. دو ژنوتیپ M5 و F4M که به‌ترتیب به‌عنوان گرده‌دهنده برتر برای ارقام زودگل و دیرگل انتخاب گردیده بودند در یک زیر گروه قرار گرفته و کمترین فواصل ژنتیکی را نشان دادند. محمودنیا میمند و همکاران (۱۳) در پژوهشی تنوع ژنتیکی ۲۰ ژنوتیپ گرده‌دهنده و ۳۶ رقم ماده موجود در کلکسیون‌های پسته پژوهشکده پسته رفسنجان را با کمک نشانگر ISSR مورد مطالعه قرار دادند. نتایج حاصل از تجزیه خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه را در پنج گروه اصلی قرار داد. نتایج آنالیز واریانس مولکولی نشان داد که تنوع بین جمعیت‌های نر و ماده از تنوع داخل جمعیت‌ها کمتر بوده است.

در این پژوهش اختلاف معنی‌داری بین ۳۳ ژنوتیپ نر منتخب کلکسیون سرخس در تمامی صفات اندازه‌گیری شده مشاهده گردید که بیانگر وجود تنوع و فواصل ژنتیکی قابل توجهی در این جمعیت ناهمگن می‌باشد. نتایج نشان داد که ژنوتیپ‌های نر پسته وحشی سرخس از طول دوره گل‌دهی کوتاه‌تر، گل‌دهی دیر هنگام‌تر، اندازه گل‌آذین کوچک‌تر و حجم دانه گرده کمتری نسبت به نرهای اهلی برخوردار بوده اما درصد جوانه‌زنی دانه گرده بالاتری داشتند. از میان ۳۳ ژنوتیپ منتخب، M5 علاوه بر توانایی تولید دانه گرده مطلوب، دارای هم‌پوشانی مناسبی با زمان گل‌دهی ارقام تجاری احمدآقایی، کله‌قوچی و اوحدی بود. در بین ژنوتیپ‌هایی که زمان گل‌دهی آنها با رقم اکبری هم‌پوشانی داشت، پنج ژنوتیپ M12، M13، M14، F4M و M106 به‌عنوان گرده‌دهنده‌های برتر برای این رقم تجاری انتخاب گردیدند. ارزیابی‌های انجام شده به خوبی نشان می‌دهد که این کلکسیون به عنوان یک ژرم‌پلاسم ارزشمند از تنوع و پتانسیل اصلاحی بالایی برخوردار است که می‌تواند در برنامه‌های اصلاحی ارقام گرده‌دهنده مورد استفاده قرار گیرد.

## منابع

۱- ابریشمی، م.ح. ۱۳۷۳. پسته ایران، شناخت تاریخ. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. ۶۷۲ صفحه.

۲- اسماعیلی، م.، شریفانی، م.م.، حکم آبادی، ح. و م. علیزاده. ۱۳۹۷. بررسی کمی و عددی تولید گرده در ژنوتیپ‌های نر مختلف پسته با استفاده از لام هموسیتومتر. دومین همایش ملی پسته ایران، رفسنجان، دانشگاه ولیعصر (عج) رفسنجان.

۳- اسماعیل پور، ع. و ع. تاج‌آبادی‌پور. ۱۳۸۴. گزارش نهایی طرح بررسی، شناسایی، جمع آوری، حفظ، احیاء و ارزیابی ذخایر توارثی پسته کشور. موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ۹۲ صفحه.

۴- اسماعیل پور، ع. ۱۳۸۴. گزارش سالانه پروژه بررسی، شناسایی و جمع‌آوری ارقام نر. موسسه تحقیقات پسته کشور، رفسنجان، ۹ صفحه.

۵- طایفه علی اکبرخانی، س.، طلایی، ع.ر. و م.ر. فتاحی مقدم. ۱۳۹۲. ارزیابی تنوع ژنتیکی پسته‌های منطقه خراسان با استفاده از صفات مورفولوژیکی و نشانگر مولکولی RAPD. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی، سال ۲۰، شماره ۱، صفحه ۱۹۲-۱۷۰.

۶- فارسی، م. و ع. باقری. ۱۳۸۳. اصول اصلاح نباتات. انتشارات جهاد دانشگاه‌ی، مشهد، ۳۷۶ صفحه.

۷- کامیاب، ف. ۱۳۸۴. تعیین و بررسی مناسب ترین رقم گرده‌زا برای چهار رقم ماده تجاری پسته (کله قوچی، اکبری، اوحدی، احمد آقایی) و تعیین جنسیت در پسته به روش ملکولی RAPD. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۹۶ صفحه.

۸- مهرنژاد، م.ر. و ا. جوانشاه. ۱۳۸۹. سند راهبردی تحقیقات پسته ایران. موسسه تحقیقات پسته کشور، ۵۵۲ صفحه.

9- Acar, I., Ak, B.E. and Sarpkaya, K. 2010. Effect of boron and gibberellic acid on in vitro pollen germination of Pistachio (*Pistacia vera* L.). African Journal of Biotechnology, 9(32), 5126-5130.

10- Kallsen, C.E., Parfitt, D.E. and Maranto, J. 2016. Male pistachio variety named Famoso. United States plant patent application publication. 13 pp.

11- Kallsen, C.E. and Parfitt, D.E. 2017. 'Famoso', a New Male Pistachio Cultivar to Replace 'Peters'. HortScience. 52(12):1829–1831.

12- Kole, C. 2011. Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources. Springer Heidelberg Dordrecht London New York. 247 pp.

13- Mahmoodnia Meimand, M., Farzad Amirebrahimi, F., Karimi, MH., Malekzadeh, KH. and Tajabadipour, A. 2017. Genetic Diversity assessment of Male and Female Pistachio Genotypes Based on ISSR Markers. J. Plant Mol. Breed. 5(1): 31–39.

14- Martinez, E. and Herreco, M. 1994. Male performance in pistachio (*Pistacia vera* L.). Journal of Horticultural Science. 6(4): 1117-1122.

15- Sleper, D.A. and Poehlman, J.N. 2006. Breeding Field Crops. 6th Edition. Van Nostrand Reinhold Company, New York. 724 pp.