

مطالعه تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) ایران با استفاد از روشهای آماری چند متغیره

بایزید یوسفی^{۱*} و سید رضا طبایی عقدایی^۲

۱- نویسنده مسئول مکاتبات، دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج. پست الکترونیک: bayzidyousefi@yahoo.com

۲- استاد پژوهش، بخش تحقیقات زیست فناوری، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱/۱۸

چکیده

به منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی گونه مهم معطر و دارویی گل محمدی (*Rosa damascena*)، ۳۸ ژنوتیپ این گونه برای بررسی تنوع صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی (دوره گلدهی، ارتفاع پایه، قطر تاج پوشش گیاه، تعداد برگ در پایه، سطح کل سبز گیاه، تعداد گل در پایه، متوسط وزن تر و درصد ماده خشک گل و عملکرد گل در پایه) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سالهای ۸۷-۱۳۸۳ در نهالستان تحقیقاتی زاله سنندج ارزیابی شدند. نتایج نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) وجود داشت. میانگین کل عملکرد گل تازه ۲۴۲۷/۴ گرم در پایه و ژنوتیپ‌های متعلق به نواحی معتدله، سردسیری و مرطوب کشور نسبت به ژنوتیپ‌های با منشأ مناطق گرم و خشک عملکرد گل کمتری داشتند. عملکرد گل با ارتفاع و قطر تاج، تعداد برگ و سطح سبز پایه و تعداد گل در پایه همبستگی مثبت و معنی‌دار ($p \leq 0.01$) نشان داد. برآزش رگرسیون گام به گام نشان داد که تعداد و وزن گل در جهت مثبت و سطح سبز گیاه و دوره گلدهی در جهت منفی اجزاء اصلی عملکرد گل بودند. گروه‌بندی تجزیه خوشه‌ای (CA)، با تفکیک بر مبنای عملکرد گل و خصوصیات مناطق منشأ ژنوتیپ‌ها مطابقت نسبی داشت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) با نتایج CA مطابقت بالایی نشان داد اما تفکیک ژنوتیپی در تجزیه PCA واضح تر بود. نتیجه کلی این تحقیق و تجزیه‌های CA و PCA بر وجود تنوع ژنتیکی غنی بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات فنولوژیکی و مورفولوژیکی و امکان استفاده از این تنوع در اصلاح گل محمدی مانند بهبود عملکرد گل از طریق گزینش‌های مستقیم و غیرمستقیم (از طریق اجزاء عملکرد گل) و یا هیبریداسیون ژنوتیپ‌های با فاصله ژنتیکی دورتر به منظور استفاده از هتروزیس بالاتر دلالت داشت.

واژه‌های کلیدی: تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، تجزیه خوشه‌ای، رگرسیون گام به گام، ضریب همبستگی

مقدمه

بخش‌های مختلف گل محمدی به‌ویژه گل‌های آن در صنایع دارویی، غذایی و معطر (اسانس‌دار) دارای ارزش و کاربرد می‌باشند. گل، ارزشمندترین بخش قابل مصرف این گیاه بوده که فرآورده‌های آن به صورت‌های مختلف از قبیل گلاب، مربا و گل خشک در غذای انسان مصرف می‌شود. میوه گل محمدی

گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) یکی از مهمترین گونه‌های دارویی، معطر و زینتی است که در بسیاری از مناطق جهان مانند بلغارستان، هندوستان، ترکیه و ایران کشت می‌گردد (Yousefi et al. 2009a; Tabaei Aghdaei et al., 2005).

تنوع ژنتیکی پایه و اساس گزینش فنوتیپی، ژنوتیپی و اصلاح کمی و کیفی گونه‌های گیاهی است (Falconer & Mackay, 1996). بررسی تنوع ژنتیکی در گونه‌های زراعی و وحشی، از جمله کارهایی است که برای شناسایی ظرفیت ژنتیکی صفات مرتبط با اهداف اصلاحی و حفاظت از منابع ژنتیکی، توسط متخصصان اصلاح نباتات انجام می‌شود (Mcperson *et al.*, 2004). مطالعات و تحقیقات قابل توجهی در مورد تنوع و سازگاری ژنوتیپ‌های گل محمدی از لحاظ بعضی صفات مانند عملکرد گل و اسانس و اجزاء آنها در شرایط مختلف اکولوژیکی کشور انجام و تنوع ژنتیکی زیادی برای صفات مذکور گزارش شده است (Tabaei-Aghdaei *et al.*, 2002, 2005; Rezaei *et al.*, 2003; Jaymand *et al.*, 2004; Babaei *et al.*, 2007; Yousefi *et al.* 2005, 2009 a,b, Kodori and Tabaei - Aghdaeil, 2011). همچنین تعدادی از محققان از روشهای آماری چند متغیره مانند رگرسیون، همبستگی، تجزیه خوشه‌ای و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای مطالعه صفات و ارزیابی تنوع ژنتیکی و روابط بین صفات استفاده نموده‌اند (Tabaei-Aghdaei *et al.*, 2005, 2011; Kazemi *et al.*, 2007; Kiani *et al.*, 2009; Nemati Loghmahani *et al.*, 2011; Yousefi *et al.* 2015).

مشکل تحقیقات موجود در زمینه گل محمدی در کشور آن است که یا با تعداد اندکی ژنوتیپ (مانند بررسی عملکرد گل ژنوتیپ‌های مناطق مرکزی یا اصفهان و ...) انجام شده و یا به‌طور عمده بر روی عملکرد گل یا اسانس تأکید داشته و صفات اجزاء عملکرد کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. این تحقیق در راستای رفع بخشی از این نقص، با هدف بررسی تنوع ژنتیکی صفات مهم و اقتصادی مرتبط با عملکرد گل در ۳۸ ژنوتیپ گل محمدی متعلق به تقریباً کل کشور به منظور بهره‌برداری از آنها در اصلاح و بهبود عملکرد و معرفی ارقام برتر گل محمدی اجرا شد.

مواد و روش‌ها

ژرم پلاسما مورد استفاده در این تحقیق، ۳۸ ژنوتیپ

دارای ۱/۷-۰/۵ درصد ویتامین C، بتاکاروتن و عناصر معدنی مانند کلسیم، آهن، منگنز، سدیم و روی می‌باشد (Kazaz *et al.*, 2009). از گلبرگها و فراورده‌های آن به دلیل داشتن تانن و قابض بودن در درمان اسهال به‌ویژه علیه انگل‌های روده‌ای انسان و حیوانات و همچنین کاهش دهنده میزان کلسترول و در مصارف خارجی برای شستن زخم‌ها و در حمام نیز استفاده می‌شود. دم‌کرده گلبرگ‌ها در زدودن غم و اندوه، تپش قلب و کم‌خوابی و دل‌به‌هم خوردگی و التهاب مؤثر است (Ody, 1995). اسانس گل محمدی در عطر درمانی و صنایع عطرسازی و آرایشی کاربرد داشته و علاوه بر خاصیت آنتی‌اکسیدانی، برای رفع افسردگی و تنش و نیز درمان بیماری‌های قلبی استفاده می‌گردد (Chevallier, 1996; Tabaei-aghdaei *et al.*, 2001, 2005). علاوه بر کاربرد اسانس در صنایع معطر، اخیراً برخی خصوصیات ارزشمند دیگر مانند خاصیت ضد آیدز (Basim and Mahmood *et al.*, 1996)، ضد باکتریایی (Basim, 2003) و آنتی‌اکسیدانی (Achuthan *et al.*, 2003; Ozkan *et al.*, 2004) برای آن گزارش شده است. از آنجا که جایگزین طبیعی و یا اسانس سنتتیک وجود ندارد، اسانس گل محمدی یکی از گران‌ترین اسانس‌ها در بازارهای جهانی است (Baydar and Baydar, 2004) و به‌منظور رفع نیاز روزافزون بازار، نیاز فوری به گسترش کشت *R. damascene* در جهان (Probir, 2013) وجود دارد.

در سال‌های اخیر به‌دلیل ضرورت توجه به درختان و درختچه‌های بومی و متحمل به تنش‌های محیطی به اقتضای تغییرات اقلیمی و خشکسالی‌های پی‌درپی، تنش گرما و تنش نوظهور گردوخاک ناشی از خشکی زیست‌بوم‌ها و همچنین خصوصیات ارزشمند گل محمدی به‌عنوان یک گونه چندمنظوره اسانس‌دار، زینتی، دارویی و خوراکی، توجه به توسعه آن در کشور افزایش یافته است. به‌گونه‌ای که سطح زیر کشت آن از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ بیش از دو برابر (۷۲۹۲ به ۱۵۳۱۵ هکتار) و تولید گلبرگ آن سه برابر (۹۵۷۵ به ۲۷۴۱۰ تن) افزایش یافته است. سطح زیر کشت گل محمدی کشور در سال ۱۳۹۵ حدود ۱۸ هزار هکتار گزارش شده است (Sefidkon, 2017).

گل محمدی (*R. damascena* Mill.) متعلق به تقریباً تمام مناطق کشور (جدول ۱) بود. نهال یکساله ژنوتیپ‌ها از مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تأمین و در فروردین ماه ۱۳۸۳ در نهالستان تحقیقاتی زاله سنندج متعلق به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان با ارتفاع ۱۳۷۴ متر از سطح دریا، میانگین بارندگی سالانه ۴۶۲/۴ میلی‌متر، متوسط رطوبت سالانه ۴۷٪، ۱۰۸ روز یخبندان سالانه، میانگین تبخیر سالانه ۱۳۴۰ میلی‌متر و متوسط ساعات آفتابی ۲۸۶۰ ساعت در سال کشت گردید. نهال‌ها در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و تعداد سه پایه (نهال) در هر کرت آزمایشی (Plot) با فاصله کاشت ۳×۳ متر و درون چاله‌هایی با قطر و عمق یک متر و در مخلوطی از خاک، ماسه و کود حیوانی کاشت شدند. در طی آزمایش، آبیاری گلستان با دوره ۱۵ روزه به صورت قطره‌ای انجام و سایر اقدامات اصلاحی مانند هرس پایه‌ها، وجین، مبارزه با آفات و امراض به صورت دستی با حذف شاخه‌های آلوده به طور یکنواخت برای تمام ژنوتیپ‌ها، تکرارها و سالها اعمال گردید. صفات مورد بررسی بر روی پایه‌های ۵ ساله (سال ۱۳۸۷) گل محمدی اندازه‌گیری و ثبت شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات گل (قطر، وزن تر و خشک گل) در اواسط اریبشت تعداد ۱۵ گل از بخش میانی هر پایه به طور تصادفی انتخاب، قطر آنها با کولیس دیجیتال و وزن تر و خشک (پس از ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) گل آنها با ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم اندازه‌گیری و میانگین ۱۵ گل به‌عنوان ارزش صفت مربوطه در پایه و میانگین سه پایه هم به‌عنوان ارزش آن در کرت منظور گردید. درصد ماده خشک از تقسیم وزن خشک بر وزن تر گل ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد. مدت زمان از باز شدن حداقل سه گل در هر پایه تا اتمام آن به‌عنوان دوره گلدهی پایه و متوسط سه پایه در هر کرت به‌عنوان دوره گلدهی کرت مربوطه منظور شد. برای صفت تعداد گل در پایه هم تعداد کامل گل و غنچه روی هر پایه شمارش گردید. با ضرب تعداد

گل پایه در متوسط وزن گل آن، عملکرد گل در پایه برآورد گردید. ارتفاع (متوسط ارتفاع شاخه‌های یک پایه از محل یقه) و قطر تاج پوشش (میانگین دو قطر عمود بر هم در هر درختچه) پایه‌ها در اواسط شهریورماه (زمان اوج رشد رویشی) با استفاده از متر فلزی اندازه‌گیری و میانگین سه پایه هم به‌عنوان ارزش صفات مذکور در کرت در نظر گرفته شد. برای صفات مرتبط با برگ هم در اواسط شهریور تعداد برگ در پایه به‌صورت کامل روی هر پایه شمارش و تعداد ۵ برگ از بخش میانی پایه به‌صورت تصادفی برداشت و سطح آنها توسط دستگاه پلانیمتر دیجیتالی (مدل پلانیکس ۷) مساحی گردید. سطح سبز هر پایه از ضرب متوسط تعداد برگ در میانگین سطح آن محاسبه و میانگین سه پایه هم به‌عنوان ارزش آن در کرت منظور شد. به‌منظور ارزیابی تنوع ژنتیکی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی، تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه انجام و مقایسه میانگین صفات در ژنوتیپ‌های مختلف با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد. برای پی بردن به روابط بین صفات، ضریب همبستگی پیرسون (Pearson Correlation coefficient)، رگرسیون چند متغیره و نیز برازش رگرسیونی گام به گام (Stepwise Regression) برآورد و همچنین برای پی بردن به میزان تشابه ژنوتیپ‌های مورد بررسی از لحاظ صفات مورد مطالعه، تجزیه خوشه‌ای (Cluster Analysis) با استفاده از متغیرهای استاندارد شده و ادغام خوشه‌ها بر اساس متوسط گروه‌ها (Average Linkage Method) و معیار مجذور فاصله اقلیدسی انجام و همچنین به‌منظور تمایز بهتر ژنوتیپ‌ها، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analysis-PCA) با استفاده از ضرایب همبستگی بر روی داده‌ها انجام و نمودار مربوطه (Bi-Plot) ترسیم شد. برای تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات از نرم‌افزار آماری MSTAT-C و برای برآورد همبستگی بین صفات، تجزیه رگرسیون و تجزیه‌های CA و PCA از نرم‌افزار MINITAB-14 استفاده گردید.

جدول ۱- منشأ ژنوتیپ‌های گل محمدی بر اساس تشابهات جغرافیایی (Tabaei Aghdaei et al., 2007)

ردیف	کد اکسسشن	نام اکسسشن	اقليم*	ردیف	کد	اکسسشن	اقليم	شماره	کد	اکسسشن	اقليم
۱	EA1	آذربایجان شرقی ۱		۱۵	QZ1	قزوین ۱	معتدله سرد، نیمه خشک	۲۹	IS1	اصفهان ۱	اصفهان
۲	WA1	آذربایجان غربی ۱	معتدله سرد، نیمه خشک	۱۶	KR1	کردستان ۱	معتدل، نیمه خشک	۳۰	IS2	اصفهان ۲	اصفهان
۳	AR1	اردبیل ۱		۱۷	KM1	کرمان ۱	معتدل، نیمه خشک و خشک	۳۱	IS1	اصفهان ۳	اصفهان
۴	IL1	ایلام ۱	معتدل، نیمه خشک	۱۸	KS1	کرمانشاه ۱	معتدل، نیمه خشک	۳۲	IS4	اصفهان ۴	اصفهان
۵	TH1	تهران ۱	معتدله سرد، نیمه خشک	۱۹	KO2	کهگیلویه ۲	معتدل، معتدله سرد، نیمه خشک	۳۳	IS5	اصفهان ۵	اصفهان
۶	CM1	چهارمحال ۱	معتدل، معتدله سرد، نیمه خشک	۲۰	KH2	خراسان ۲	معتدل، نیمه خشک	۳۴	IS6	اصفهان ۶	معتدل، خشک
۷	QM1	قم ۱	معتدله گرم، خشک	۲۱	GL1	گلستان ۱	معتدل، مرطوب	۳۵	IS7	اصفهان ۷	اصفهان
۸	KZ1	خوزستان ۱	گرم، خشک	۲۲	GU1	گیلان ۱	معتدل، مرطوب	۳۶	IS8	اصفهان ۸	اصفهان
۹	ZA1	زنجان ۱	معتدله سرد، نیمه خشک	۲۳	LO1	لرستان ۱	معتدل، معتدله سرد، نیمه خشک	۳۷	IS9	اصفهان ۹	اصفهان
۱۰	SM1	سمنان ۱	معتدله گرم، خشک	۲۴	AK1	اراک ۱	معتدله سرد، نیمه خشک	۳۸	IS10	اصفهان ۱۰	اصفهان
۱۱	SM2	سمنان ۲		۲۵	HO1	هرمزگان ۱	گرم، خشک				
۱۲	BA1	بلوچستان ۱	گرم، خشک	۲۶	HA1	همدان ۱	سرد، نیمه خشک				
۱۳	FA1	فارس ۱	معتدل، نیمه خشک و	۲۷	YZ1	یزد ۱	معتدله گرم، خشک				
۱۴	FA2	فارس ۲	خشک	۲۸	YZ2	یزد ۲					

* - معتدل، سرد و گرم با میانگین دمای سالانه به ترتیب برابر ۱۵-۱۰، ۵- و ۵- درجه سانتی‌گراد- خشک، نیمه خشک و مرطوب با میانگین بارندگی سالانه به ترتیب برابر ۱۴۰۰-۶۰۰، ۶۰۰-۳۰۰ و ۳۰۰-۱۰۰ میلی‌متر

نتایج

تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات

تجزیه واریانس نشان داد که بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گل محمدی از لحاظ صفات دوره گلدهی، ارتفاع پایه، قطر تاج پوشش گیاه، تعداد برگ در پایه، سطح کل سبز گیاه، تعداد گل در پایه، متوسط وزن تر گل و عملکرد گل در پایه اختلاف معنی‌داری ($p \leq 1\%$) وجود داشت اما از لحاظ درصد ماده خشک گل تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲).

مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده با استفاده از آزمون دانکن در جدول ۳ آمده است. بر اساس آن، میانگین کل دوره گلدهی ژنوتیپ‌های مورد بررسی برابر $31/2$ روز و میانگین گروه ژنوتیپ‌های اصفهان (IS1 تا IS10) برابر $27/7$ روز بود. دو اکسسشن گلستان ۱ و کهگیلویه ۲ با متوسط دوره گلدهی به ترتیب $158/8$ و $71/1$ روز بسیار بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها بوده و بعد از آنها سمنان ۱، یزد ۲ و خوزستان ۱ به ترتیب با $33/4$ ، $32/6$ و $31/4$ روز دارای بیشترین و آذربایجان شرقی ۱، لرستان ۱، زنجان ۱، فارس ۲ و کردستان ۱ به ترتیب با $14/4$ ، $19/5$ ، $20/4$ ، $20/6$ و $22/6$ روز دارای کمترین دوره گلدهی بودند. میانگین کل ارتفاع پایه برابر $144/6$ و میانگین گروه اصفهان $156/3$ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ‌های کهگیلویه ۲، فارس ۱ و سمنان ۱، اصفهان ۱۰ و فارس ۲ با میانگین ارتفاع به ترتیب $186/9$ ، 176 ، $175/1$ ، $166/8$ و 165 سانتی‌متر دارای بیشترین و گیلان ۱، آذربایجان شرقی ۱، گلستان ۱، تهران ۱ و قزوین ۱ با ارتفاع به ترتیب برابر 99 ، $102/7$ ، $110/8$ ، $111/5$ و $114/8$ سانتی‌متر دارای کمترین ارتفاع پایه بودند. میانگین کل قطر تاج پوشش ژنوتیپ‌ها $279/5$ و میانگین گروه اصفهان $323/7$ سانتی‌متر بود. ژنوتیپ‌های فارس ۲، اصفهان ۱۰، یزد ۲، کرمانشاه ۱ و خوزستان ۱ با قطر تاج پوشش به ترتیب برابر $376/7$ ، $357/1$ ، $352/4$ ، $342/3$ و $337/5$ سانتی‌متر دارای بیشترین و گلستان ۱، کردستان ۱، لرستان ۱، گیلان ۱ و همدان ۱ با قطر تاج به ترتیب برابر $131/8$ ، $171/2$ ، $179/9$ و $180/5$

$216/1$ دارای کمترین تاج پایه بودند. میانگین کل تعداد برگ ژنوتیپ‌ها برابر 5879 و میانگین تعداد برگ در گروه اصفهان هم برابر 7139 عدد بود. همچنین میانگین سطح سبز پایه ژنوتیپ‌ها برابر 115779 و میانگین سطح سبز گروه اصفهان هم 140240 سانتی‌متر مربع بود. ژنوتیپ‌های فارس ۱ و ۲، سمنان ۱، اصفهان ۱ و یزد ۲ از لحاظ هر دو صفت تعداد برگ و سطح سبز پایه دارای بیشترین و قم ۱، گیلان ۱، لرستان ۱، گلستان ۱ و کردستان ۱ هم دارای کمترین تعداد برگ و سطح سبز پایه بودند. میانگین کل تعداد گل در پایه برابر $1164/7$ و میانگین گروه اصفهان $1503/5$ عدد بود. ژنوتیپ‌های یزد ۲، فارس ۱، سمنان ۱، اصفهان ۵ و فارس ۲ با تعداد گل به ترتیب برابر 2101 ، 2040 ، 1880 ، 1879 و 1831 عدد دارای بیشترین و گلستان ۱، لرستان ۱، گیلان ۱، کهگیلویه ۱ و تهران ۱ با تعداد گل به ترتیب برابر $115/4$ ، $150/2$ ، $448/5$ ، $525/6$ و $569/6$ عدد گل دارای کمترین تعداد گل در پایه بودند. میانگین کل وزن گل ژنوتیپ‌ها برابر $2/13$ و میانگین گروه اصفهان برابر $1/93$ گرم بود. ژنوتیپ‌های کهگیلویه ۱، گیلان ۱، فارس ۱، اردبیل ۱ و گلستان ۱ با میانگین وزن گل به ترتیب برابر $3/70$ ، $3/33$ ، $2/70$ ، $2/64$ و $2/56$ گرم دارای بیشترین و قم ۱، لرستان ۱، اصفهان ۱۰، اصفهان ۵ و هرمزگان ۱ با متوسط وزن گل به ترتیب برابر $1/60$ ، $1/64$ ، $1/67$ ، $1/68$ و $1/72$ گرم دارای کمترین وزن گل بودند. میانگین کل ماده خشک گل ژنوتیپ‌ها برابر $20/21$ و میانگین گروه اصفهان $21/26\%$ بود. ژنوتیپ اصفهان ۵ با میانگین ماده خشک گل برابر $23/89$ دارای بیشترین و گیلان ۱ با $16/89$ درصد دارای کمترین متوسط ماده خشک گل بودند. میانگین کل عملکرد گل پایه در ژنوتیپ‌ها برابر $2427/4$ و میانگین گروه اصفهان $2872/7$ گرم بود. ژنوتیپ‌های فارس ۱ و ۲، یزد ۲، سمنان ۱ و خراسان ۲ با میانگین عملکرد گل به ترتیب برابر 5849 ، 3886 ، 3818 ، 3656 و 3572 گرم در پایه دارای بیشترین و لرستان ۱، گلستان ۱، تهران ۱، قم ۱ و همدان ۱ با عملکرد گل به ترتیب برابر $217/3$ ، $289/6$ ، 1257 ، 1324 و 1394 گرم در پایه دارای کمترین عملکرد گل در بین ژنوتیپ‌های گل محمدی بودند.

جدول ۲- چکیده تجزیه واریانس (ANOVA) ویژگی‌های مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گل محمدی

میانگین مربعات (MS)									درجه	منابع
عملکرد گل	درصد ماده	وزن تر	تعداد گل	سطح کل	برگ در	قطر تاج	ارتفاع	طول دوره	آزادی	تغییرات
در پایه	خشک گل	گل	در پایه	سبزی‌پایه ^۱	پایه ^۱	پوشش	پایه	گلدهی	(DF)	(SV)
(FY/PI)	(FDM)	(FWW)	(F/PI)	(PLA)	(L/PI)	(CD)	(PH)	(FP)		
۶۳۶۱۳۴۲*	۲۰/۰ ^{ns}	۰/۱۲۹ ^{ns}	۹۶۱۸۹۶*	۸۴۰۰*	۱۵/۶*	۸۹۵۸ ^{ns}	۱۴۴۲ ^{ns}	۸۰/۷ ^{ns}	۲	بلوک (R)
۱۱۲۴۴۷۷۰**	۳۰۹/۶ ^{ns}	۱/۷۷**	۲۶۰۷۳۶۴**	۸۸۰۰۰**	۳۸۲**	۳۶۶۶۹**	۵۰۶۶**	۲۹۹۷**	۳۷	تیمار (G)
۱۴۷۹۳۸۲	۱۰۳/۸	۰/۱۰۱	۲۴۵۱۴۷	۲۴۲۰/۶۵	۴/۵۶	۴۲۲۲	۵۱۵/۴	۱۱۴/۰	۷۴	خطا (E)
-	-	-	-	-	-	-	-	-	۱۱۳	کل (T)

ns، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار
۱- داده‌های اولیه بر ۱۰۰۰ تقسیم شده‌اند.

برآورد همبستگی بین صفات

جدول ۴، ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی را نشان داده است. در کل، سه صفت طول دوره گلدهی، وزن تازه (تر) گل و درصد ماده خشک گل با بقیه صفات همبستگی معنی‌داری نشان ندادند. صفت عملکرد گل در پایه با صفات ارتفاع پایه، قطر تاج پوشش گیاه، تعداد برگ در پایه، سطح کل سبز گیاه و تعداد گل در پایه همبستگی مثبت و معنی‌دار ($P \leq 0/01$) نشان داد.

عملکرد گل بر سایر صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گل محمدی در جدول‌های ۵ و ۶ خلاصه شده است. واریانس رگرسیون عملکرد گل در پایه بر سایر صفات معنی‌دار و ضریب تبیین آن ۹۶/۱٪ بود. در بین متغیرهای مستقل موجود در سیستم رگرسیون چند متغیره عادی، متغیرهای ارتفاع پایه، تعداد برگ و قطر تاج پوشش پایه و نیز دوره گلدهی با توجیه به ترتیب ۵۴/۳، ۱۴، ۸/۵ و ۷ درصد تغییرات (واریانس) عملکرد گل، بیشترین تأثیر را در واریانس رگرسیون داشتند.

رگرسیون عملکرد گل بر سایر صفات

نتایج تجزیه رگرسیون چند متغیره عادی و گام به گام

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گل محمدی (آزمون چند دامنه‌ای دانکن)

ردیف	ژنوتیپ	طول دوره گلدهی (روز)	ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	قطر تاج پوشش (سانتی‌متر)	تعداد برگ در پایه	سطح سبزی‌پایه (سانتی‌متر مربع)	تعداد گل در پایه	وزن تر گل (گرم)	عملکرد گل (گرم/پایه)
۱	EA1	۱۴/۴ f	۱۰۲/۷ h-i	۲۱۸/۳ d-g	۴۲۵۱ j-n	۷۱۸۲. wx	۷۷۸/۷ d-j	۱/۸۷ ef	۱۴۹۸ l-p
۲	WA1	۲۴/۹ c-f	۱۴۵/۸ a-h	۲۴۰/۰ b-g	۴۹۷۳ j-m	۷۸۸۸. tu	۸۰۵/۸ d-j	۲/۱۵ b-f	۱۸۲۶ i-n
۳	AR1	۲۵/۲ c-f	۱۶۱/۵ a-e	۲۷۷/۶ a-f	۷۰۲. d-i	۱۲۵۴. k	۱۱۷۲/۰ a-h	۲/۶۴ bc	۳۰۶۴ c-j
۴	IL1	۲۸/۶ cde	۱۴۱/۹ a-i	۳۱۰/۶ a-d	۵۶۷۵ f-k	۱۲۳۱. kl	۱۲۵۷/۰ a-h	۲/۳۶ b-e	۲۹۸۵ c-k
۵	TH1	۲۶/۲ c-f	۱۱۱/۵ ghi	۲۲۴/۴ c-g	۳۳۴۶ k-o	۶۷۵۵. xy	۵۶۹/۶ f-j	۲/۱۸ b-f	۱۲۵۷ m-p
۶	CM1	۳۱/۰ cde	۱۲۶/۴ c-i	۲۳۰/۹ b-g	۳۶۸۶ k-n	۶۴۶۶. yz	۷۴۳/۱ d-j	۲/۱۰ b-f	۱۵۱۷ l-p
۷	QM1	۲۵/۸ c-f	۱۲۱/۴ c-i	۲۲۰/۱ d-g	۲۹۳۰ m-p	۵۲۵۱. z	۷۷۲/۵ d-j	۱/۶. f	۱۳۲۴ m-p
۸	KZ1	۳۱/۴ cde	۱۶۱/۲ a-e	۳۳۷/۵ a-d	۶۷۴۷ d-i	۱۳۰۵. j	۱۴۱۹/۰ a-h	۱/۸۶ ef	۲۶۳۳ d-m
۹	ZA1	۲۰/۴ def	۱۱۸/۱ e-i	۲۲۰/۴ c-g	۳۶۴۲ k-n	۶۴۱۰. yz	۶۹۳/۵ e-j	۲/۰۱ c-f	۱۴۱۱ m-p
۱۰	SM1	۳۳/۴ c	۱۷۵/۱ ab	۳۱۸/۰ a-d	۸۵۷۰ b-e	۱۷۱۳. e	۱۸۸۰/۰ ij	۱/۹۵ def	۳۶۵۶ cde
۱۱	SM2	۲۶/۲ c-f	۱۴۰/۲ b-i	۲۵۷/۵ a-g	۵۴۹۹ g-j	۱۰۷۲. pq	۸۵۵/۷ c-j	۲/۰۲ c-f	۱۷۱۶ j-n
۱۲	BA1	۲۸/۰ cde	۱۳۷/۲ b-i	۳۲۴/۰ a-d	۵۵۸۱ g-j	۱۱۶۷. mn	۱۴۵۳/۰ a-g	۱/۹۸ def	۲۸۸. c-l
۱۳	FA1	۲۸/۳ cde	۱۷۶/۰ ab	۲۹۷/۵ a-f	۱۰۱۲. ab	۲۳۸۱. a	۲۰۴۰/۰ a	۲/۷۰ b	۵۸۴۹ a
۱۴	FA2	۲۰/۶ c-f	۱۶۵/۰ a-d	۳۷۶/۷ a	۸۹۳۱ bcd	۱۹۱۸. c	۱۸۳۱/۰ abc	۲/۱۴ b-f	۳۸۸۶ cd
۱۵	QZ1	۲۴/۹ c-f	۱۱۴/۸ f-i	۲۱۹/۲ d-g	۴۱۹۳ j-n	۷۷۷۰. t-v	۶۸۵/۴ e-j	۲/۱۹ b-f	۱۵۰۱ l-p
۱۶	KR1	۲۲/۶ c-f	۱۱۹/۰ d-i	۱۷۱/۲ fg	۳۲۷۶ j-o	۶۲۲۵. z	۷۱۳/۸ e-j	۲/۰۵ c-f	۱۴۷۹ m-p
۱۷	KM1	۲۸/۰ cde	۱۴۱/۹ a-i	۲۶۶/۲ a-f	۵۲۶۵ h-m	۱۰۵۲. q	۹۱۴/۳ b-j	۱/۷۶ ef	۱۶۱۱ k-o
۱۸	KS1	۲۸/۷ cde	۱۵۸/۵ a-f	۳۴۲/۳ a-d	۷۲۶۱ d-i	۱۴۲۶. h	۱۳۹۲/۰ a-h	۲/۲۱ b-f	۳۱۱۷ c-j
۱۹	KO2	۷۱/۱ b	۱۸۶/۹ a	۲۳۲/۸ b-g	۴۰۹۵ J-n	۷۹۷۲. t	۵۲۵/۶ g-j	۳/۷۰ a	۱۹۸۶ h-n
۲۰	KH2	۲۷/۷ cde	۱۵۴/۳ a-g	۳۱۳/۳ a-d	۷۳۷۱ c-i	۱۶۰۱. f	۱۵۳۷/۰ a-f	۲/۳۵ b-e	۳۵۷۲ c-f
۲۱	GL1	۱۵۸/۸ a	۹۹/۰ i	۱۳۱/۸ g	۳۲۲۵ k-o	۶۰۸۷. z	۱۱۵/۴ j	۲/۵۶ bcd	۲۸۹/۶ op
۲۲	GU1	۲۳/۹ c-f	۱۱۰/۸ ghi	۱۸۰/۵ efg	۲۹۳۷ m-p	۵۶۲۱. z	۴۴۸/۵ hij	۳/۳۳ a	۱۴۵۹ m-p
۲۳	LO1	۱۹/۵ ef	۱۲۷/۷ c-i	۱۷۹/۹ efg	۳۱۴۰ l-o	۵۴۷۵. z	۱۵۰/۲ ij	۱/۶۴ f	۲۱۷/۳ p
۲۴	AK1	۲۵/۶ c-f	۱۴۲/۵ a-i	۲۸۶/۷ a-f	۵۵۷۷ g-j	۱۰۹۲. o-q	۸۸۰/۱ c-j	۲/۲۲ b-f	۱۹۸۴ h-n
۲۵	HO1	۲۸/۵ cde	۱۴۵/۰ a-h	۳۳۰/۰ a-d	۷۲۵۴ d-i	۱۳۵۶. i	۱۴۷۶/۰ a-g	۱/۷۲ ef	۲۵۱۱ d-m
۲۶	HA1	۲۲/۶ c-f	۱۳۴/۴ b-i	۲۱۶/۱ d-g	۴۰۳۷ j-n	۷۴۶۸. u-w	۶۴۰/۸ f-j	۲/۱۲ b-f	۱۳۹۴ m-p
۲۷	YZ1	۳۰/۱ cde	۱۴۹/۷ a-h	۳۰۹/۲ a-e	۵۳۲۴ h-m	۱۱۰۲. op	۱۳۷۱/۰ a-h	۲/۱۳ b-f	۳۰۷۵ c-j
۲۸	YZ2	۳۲/۶ cd	۱۶۴/۴ a-d	۳۵۲/۴ abc	۸۰۹۳ b-f	۱۶۴۴. f	۲۱۰/۱. a	۱/۹۲ ef	۳۸۱۸ cd
۲۹	IS1	۲۷/۹ cde	۱۵۴/۶ a-g	۳۳۱/۱ a-d	۶۲۰۱ e-j	۱۱۹۳. lm	۱۵۱۳/۰ a-g	۲/۱۶ b-f	۳۲۸۱ c-h
۳۰	IS2	۲۶/۲ c-f	۱۶۱/۶ a-e	۳۳۷/۲ a-d	۷۲۳۵ d-i	۱۵۵۰. g	۱۷۱۶/۰ a-d	۱/۸۴ ef	۳۱۷۳ c-i
۳۱	IS1	۲۸/۰ cde	۱۵۷/۵ a-f	۳۱۹/۶ a-d	۸۱۹۰ b-e	۱۷۴۵. e	۱۵۵۳/۰ a-f	۱/۹۰ ef	۲۹۴۰ c-k
۳۲	IS4	۲۸/۰ cde	۱۴۹/۵ a-g	۲۸۳/۷ a-f	۶۳۱۸ e-j	۱۲۴۱. k	۱۲۶۱/۰ a-h	۱/۸۶ ef	۲۳۲۶ e-m
۳۳	IS5	۲۷/۲ cde	۱۶۰/۶ a-f	۳۲۹/۰ a-d	۷۸۰۰ c-g	۱۵۰۸. g	۱۸۷۹/۰ ab	۱/۶۸ f	۳۰۶۷ c-j
۳۴	IS6	۳۰/۷ cde	۱۵۲/۴ a-g	۳۰۵/۰ a-e	۷۵۲۷ c-h	۱۴۳۷. h	۱۵۱۳/۰ a-g	۱/۹۷ def	۲۹۵۵ c-k
۳۵	IS7	۲۳/۶ c-f	۱۵۰/۹ a-g	۳۳۲/۵ a-d	۷۰۵۹ d-i	۱۲۳۶. kl	۱۶۴۷/۰ a-e	۲/۰۸ b-f	۳۴۰۱ c-g
۳۶	IS8	۲۷/۶ cde	۱۴۹/۴ a-g	۳۳۰/۲ a-d	۶۳۹۶ e-j	۱۱۳۷. no	۱۱۲۳/۰ a-i	۲/۱۱ b-f	۲۲۴۲ f-m
۳۷	IS9	۲۹/۱ cde	۱۵۹/۷ a-f	۳۱۱/۸ a-d	۷۵۴۷ c-h	۱۶۲۳. f	۱۴۶۶/۰ a-g	۲/۰۶ c-f	۳۰۳۲ c-j
۳۸	IS10	۲۸/۶ cde	۱۶۶/۸ abc	۳۵۷/۱ ab	۷۱۱۸ d-i	۱۳۵۴. i	۱۳۶۴/۰ a-h	۱/۶۷ f	۲۳۱۰ e-m
۲۴۲۷/۴	کل	۳۱/۲	۱۴۴/۶	۲۷۹/۵	۵۸۷۹	۱۱۵۷۷۹	۱۱۶۴/۷	۲/۱	۲۴۲۷/۴

وجود حداقل یک حرف مشابه نشان‌دهنده عدم تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ است

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گل محمدی

نام صفات	FY/PI	FDM	FWW	F/PI	PLA	L/PI	CD	PH	FP
طول دوره گلدهی (FP)									۱
ارتفاع گیاه (PH)							۱	۰/۷۵۸ **	-۰/۱۴۶ ns
قطر تاج پوشش (CD)							۱	۰/۷۹۷ **	-۰/۲۴۳ *
تعداد برگ در پایه (L/PI)						۱	۰/۸۵۱ **	۰/۷۷۳ **	-۰/۱۹۲ ns
سطح کل سبزه پایه (PLA)					۱	۰/۹۷۸ **	۰/۸۰۶ **	۰/۷۳۰ **	-۰/۱۶۴ ns
تعداد گل در پایه (F/PI)				۱	۰/۹۰۷ **	۰/۹۲۳ **	۰/۸۹۱ **	۰/۰۸۶ ns	-۰/۳۰۴ ns
متوسط وزن تر گل (FWW)			۱	-۰/۲۵۸ ns	-۰/۱۰۰ ns	-۰/۱۶۰ ns	-۰/۲۸۶ ns	۰/۳۵۳ *	۰/۲۵۸ ns
درصد ماده خشک گل (FDM)		۱	-۰/۷۳۲ **	۰/۱۶۳ ns	۰/۰۲۵ ns	۰/۰۸۵ ns	۰/۱۷۰ ns	-۰/۰۱۶ ns	-۰/۲۵۸ ns
عملکرد گل در پایه (FY/PI)	۱	-۰/۱۲۳ ns	۰/۰۵۶ ns	۰/۹۲۱ **	۰/۹۱۵ **	۰/۸۹۴ **	۰/۷۸۲ **	۰/۷۵۶ **	-۰/۲۵۶ ns

*, **, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار

جدول ۵- تجزیه رگرسیون چند متغیره عملکرد گل بر سایر صفات در ژنوتیپ‌های گل محمدی

منابع تغییرات (SV)	درجه آزادی (DF)	مجموع مربعات رگرسیون (SS)	میانگین مربعات (MS)	F	سهم واریانس
رگرسیون (R)	۸	۴۳۱۵۱۸۴۹	۵۳۹۳۹۸۱	۱۱۴/۵۹ **	٪۱۰۰
طول دوره گلدهی	۱	۲۹۱۰۹۸۷			٪۷
ارتفاع گیاه	۱	۲۳۴۸۹۶۲۳			٪۵۴/۳
قطر تاج پوشش	۱	۳۶۷۶۷۱۸			٪۸/۵
تعداد برگ در پایه	۱	۶۰۵۹۸۹۳			٪۱۴
سطح کل سبزه پایه	۱	۲۰۴۲۳۴۰			٪۴/۷
تعداد گل در پایه	۱	۲۴۰۳۴۳۱			٪۵/۶
متوسط وزن تر گل	۱	۲۳۲۰۶۵۵			٪۵/۴
درصد ماده خشک گل	۱	۲۴۸۲۰۲			٪۰/۵
خطای آزمایش (E)	۲۹	۱۳۶۵۰۵۴	۴۷۰۷۱		
کل (T)	۳۷	۴۴۵۱۶۹۰۳			

*, **, ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیرمعنی‌دار

جدول ۶- ضرایب رگرسیون چند متغیره و رگرسیون گام به گام عملکرد گل بر سایر صفات در ژنوتیپ‌های گل محمدی

نام صفات	ضرایب رگرسیون (b _i) چند متغیره $\alpha \leq 10$	ضرایب رگرسیون (b _i) گام به گام $\alpha \leq 10$	مراحل رگرسیون گام به گام
تعداد گل در پایه	۱/۸۴ **	۱/۸۱ **	۱
وزن تر گل	۵۲۳/۲ **	۵۵۹ **	۲
سطح کل سبز پایه	۰/۰۱۰ *	۰/۰۱۰ **	۳
طول دوره گلدهی	-۵/۱۵ **	-۵/۳ **	۴
درصد ماده خشک گل	-۸۶/۸۲ ^{ns}	-۸۷ *	۵
قطر تاج پوشش	-۲/۶۲ ^{ns}	-۲/۸ *	۶
تعداد برگ در پایه	-۰/۱۱ ^{ns}	-	-
ارتفاع گیاه	۱/۵۷ ^{ns}	-	-
R²(adj) تصحیح شده		۹۶/۱	۹۶/۲

*, **, ns: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵ و ۰/۰۱ و غیر معنی دار

در رگرسیون چند متغیره عادی متغیرهای مستقل متوسط وزن گل و تعداد گل در پایه دارای ضریب رگرسیون مثبت و معنی دار ($p \leq 0/01$)، دوره گلدهی دارای ضریب رگرسیون منفی و معنی دار ($p \leq 0/01$) و سطح کل سبز گیاه دارای ضریب منفی و معنی دار در سطح احتمال ۰/۰۵٪ بودند. مطابق نتایج رگرسیون گام به گام با ضریب تبیین ۹۶/۲٪ به ترتیب تعداد گل در پایه و وزن تر گل به صورت مثبت و سطح سبز و دوره گلدهی به صورت منفی با ضرایب رگرسیون معنی دار ($p \leq 0/01$) و درصد ماده خشک گل و قطر تاج پوشش گیاه هم به صورت منفی با ضرایب رگرسیون معنی دار در سطح ۰/۰۵٪ اجزاء اصلی عملکرد گل در پایه بودند.

تجزیه خوشه‌ای

تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات مورد بررسی، در سطح شباهت حدود ۹۰٪، ژنوتیپ‌های گل محمدی کشور را در ۶ خوشه شامل ۲ گروه عمده و ۴ خوشه تک ژنوتیپی شامل خوشه اول ژنوتیپ گلستان ۱ با طول دوره گلدهی استثنایی (۱۵۹ روز برابر حدود ۵/۵ ماه)، کمترین

ارتفاع و قطر تاج پوشش و سطح سبز، تعداد گل و عملکرد گل در پایه، خوشه دوم ژنوتیپ فارس ۱ با بیشترین تعداد برگ و سطح سبز، تعداد گل و عملکرد گل در پایه، خوشه سوم ژنوتیپ گیلان ۱ با کمترین قطر تاج پوشش، بالاترین وزن تر گل، جزء ژنوتیپ‌های با کمترین دوره گلدهی، ارتفاع پایه، تعداد برگ و سطح سبز، تعداد گل و عملکرد گل در پایه، خوشه چهارم ژنوتیپ کهگیلویه ۲ با طول دوره گلدهی غیرعادی (۷۱ روز، حدود ۲/۵ ماه)، بیشترین ارتفاع پایه و وزن گل و جزء ژنوتیپ‌های با کمترین تعداد گل و عملکرد گل در پایه، خوشه پنجم شامل ژنوتیپ‌های لرستان ۱، قم ۱، کردستان ۱، زنجان ۱، همدان ۱، چهارمحال ۱، قزوین ۱، تهران ۱ و آذربایجان شرقی ۱ دارای کمترین تعداد گل و عملکرد گل در پایه و میانگین سایر صفات کمتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها و خوشه ششم شامل بقیه ژنوتیپ‌های گل محمدی مورد بررسی تفکیک نمود (شکل ۱).

تجزیه به مؤلفه اصلی (PCA)

دو مؤلفه اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) در تجزیه به

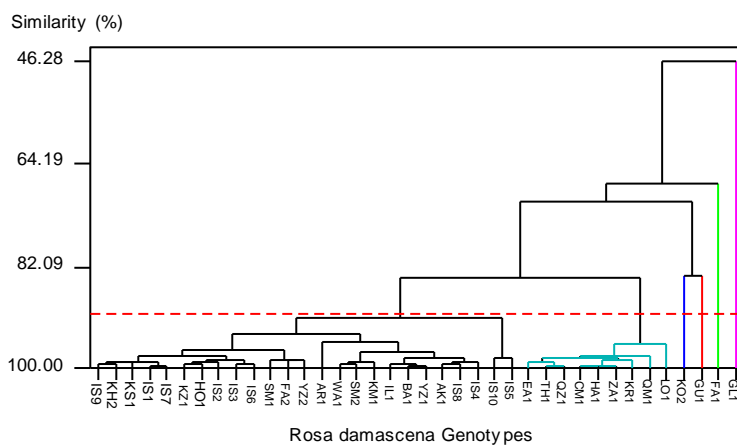
ژنوتیپ‌های گلستان ۱، گیلان ۱ و کهگیلویه ۲ به صورت منفرد در منطقه سوم بای پلات (مقادیر PC1 منفی و PC2 منفی)، ژنوتیپ فارس ۱ در منطقه چهارم (PC1 مثبت و PC2 منفی)، گروه عمده شامل ۲۵ ژنوتیپ مانند ژنوتیپ-های با بیشترین عملکرد گل بعد از فارس ۱ مانند فارس ۲، یزد ۲، سمنان ۱ و خراسان ۲ و نیز ژنوتیپ‌های با عملکرد گل بالاتر از میانگین کل مانند گروه اصفهان در حوزه مرزی نواحی چهارم و اول بای پلات (PC1 مثبت و PC2 مثبت و منفی) و همچنین گروه شامل ژنوتیپ‌های با عملکرد گل کمتر از میانگین کل مانند ژنوتیپ‌های آذربایجان غربی ۱، تهران ۱ تا قم ۱ و لرستان ۱ به طور عمده در ناحیه دوم بای پلات (PC1 منفی و PC2 مثبت) قرار داشتند (شکل ۲).

مؤلفه‌های اصلی با مقادیر ویژه (Eigenvalue) به ترتیب ۵/۳۵ و ۱/۹۶ حدود ۸۱٪ واریانس کل متغیرها را توجیه نمودند (جدول ۷). در مؤلفه اول (PC1) صفات رویشی و زایشی ارتفاع گیاه (PH)، قطر تاج پوشش (CD)، تعداد برگ در پایه (L/PI)، سطح کل سبز پایه (PLA)، تعداد گل در پایه (F/PI) و عملکرد گل در پایه (FY/PI) دارای ضرایب بردارهای ویژه بیشتری بودند؛ اما در مؤلفه دوم (PC1) صفات مرتبط با گل مانند وزن تر گل (FWW) و درصد ماده خشک گل (FDM) و نیز صفت طول دوره گلدهی (FP) با ضرایب منفی اهمیت بیشتری داشتند. در بای پلات تجزیه PCA بر اساس PC1 و PC2 (شکل ۲)، با توجه به مکان قرار گرفتن ژنوتیپ‌ها روی بای پلات، می‌توان ۶ گروه و ژنوتیپ منفرد (شامل ۴ ژنوتیپ منفرد و ۲ گروه ژنوتیپی) را تشخیص داد.

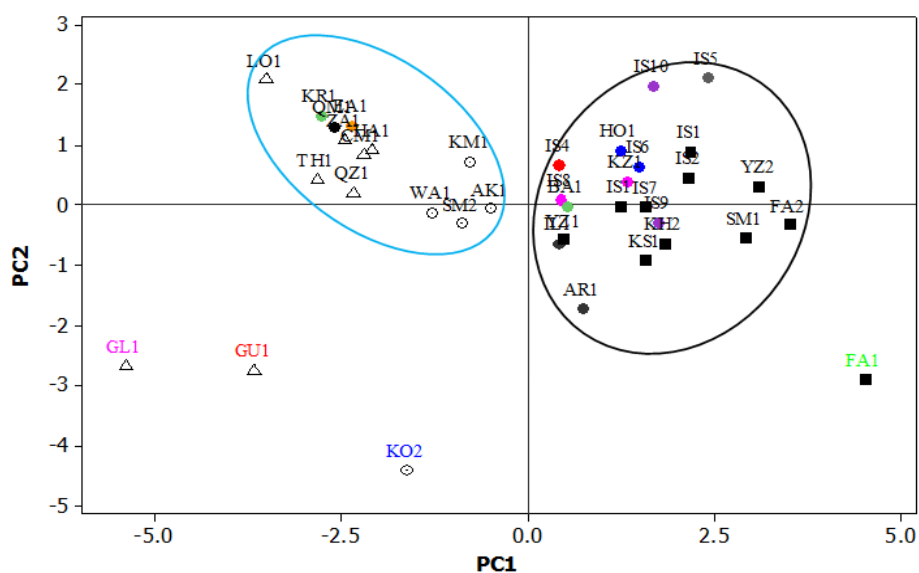
جدول ۷- مقادیر ویژه (Eigen value) و بردارهای ویژه (Eigen vectors) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)

نام صفات	مؤلفه اول (PC1)	مؤلفه دوم (PC1)
ارتفاع گیاه	۰/۳۶	-۰/۱۶
قطر تاج پوشش	۰/۴۰	۰/۰۸
تعداد برگ در پایه	۰/۴۲	-۰/۰۴
سطح کل سبز پایه	۰/۴۱	-۰/۰۹
تعداد گل در پایه	۰/۴۲	۰/۰۴
عملکرد گل در پایه	۰/۴۰	-۰/۱۷
طول دوره گلدهی	-۰/۱۴	-۰/۳۵
متوسط وزن تر گل	-۰/۰۸	-۰/۶۴
درصد ماده خشک گل	۰/۰۵	۰/۶۲
مقدار ویژه	۵/۳۵	۱/۹۶
سهم واریانس نسبی	۵۹/۴٪	۲۱/۸٪
سهم واریانس تجمعی	۵۹/۴٪	۸۱/۲٪

اعدادی که زیر آنها خط کشیده شده همبستگی معنی‌داری با مؤلفه مورد نظر دارند.



شکل ۱- دندروگرام تجزیه خوشه‌ای بر اساس صفات مورد بررسی در ۳۸ ژنوتیپ گل محمدی (منشأ و مشخصات ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است)



شکل ۲- نمودار (بای پلات) تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) ژنوتیپ‌های گل محمدی (منشأ و مشخصات ژنوتیپ‌ها در جدول ۱ آمده است)

بحث

اکولوژیکی و اقلیم‌های متنوع (ژنوتیپ‌های گرم و مرطوب تا سرد و خشک) بود. Kazemi و همکاران (۲۰۰۷) در شرایط اکولوژیکی استان خوزستان، Kodori و Tabaei (۲۰۱۱) در شرایط استان کرمان، Hagh Kashani و همکاران (۲۰۱۲) در شرایط استان اصفهان (کاشان) و Tabaei - Aghdaei و همکاران (۲۰۱۲) در شرایط استان البرز و Yousefi و همکاران (۲۰۱۵) در شرایط استان

وجود تنوع ژنتیکی غنی برای صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل طول دوره گلدهی، ارتفاع پایه، قطر تاج پوشش، تعداد برگ در پایه، سطح کل سبز گیاه، تعداد گل در پایه، متوسط وزن تر گل و عملکرد گل در پایه در بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی مورد انتظار بود، زیرا ژنوتیپ‌های مورد بررسی متعلق به مناطق مختلف

در کشور است که علاوه بر تأثیر شرایط محیطی، کشت گل محمدی در این مناطق نسبت به مناطق مرکزی کشور سابقه کمتری داشته و در طول زمان مشمول گزینش (توسط زارعان) کمتری بوده است. بنابراین می‌توان استنباط نمود که در کل ژنوتیپ‌های گل محمدی متعلق به نواحی معتدله، سردسیری و مرطوب کشور نسبت به ژنوتیپ‌های با منشأ مناطق گرم و خشک عملکرد گل کمتری دارند.

نتایج همبستگی بین صفات مورد بررسی و ارتباط بالای صفات با هم و به‌ویژه صفات ارتفاع پایه، قطر تاج پوشش گیاه، تعداد برگ در پایه، سطح کل سبز گیاه و تعداد گل در پایه با عملکرد گل پایه، به نوعی دیگر در نتایج رگرسیون-های چندمتغیره عادی و گام به گام تأیید گردید. ضریب تبیین بالا ($R^2=96\%$) در هر دو رگرسیون عادی و گام به گام نشانگر توجیه بخش عمده تغییرات عملکرد گل با سایر صفات مورد بررسی موجود در سیستم رگرسیون بود. سهم بالای صفات ارتفاع، تعداد برگ و قطر تاج پوشش پایه و دوره گلدهی در واریانس رگرسیون بیانگر تأثیر بالای این صفات در تغییرات عملکرد گل است. البته براساس ضرایب رگرسیون آنها صفات وزن گل و تعداد گل در جهت مثبت اما دوره گلدهی در جهت منفی بر عملکرد گل تأثیر داشتند. برازش نهایی رگرسیون گام به گام به ترتیب شامل صفات تعداد و وزن گل در جهت مثبت و سطح سبز و دوره گلدهی در جهت منفی بود. به‌عبارت‌دیگر، در گزینش غیرمستقیم برای بهبود عملکرد گل می‌توان روی مقادیر بالاتر تعداد و وزن گل یا مقادیر کمتر سطح سبز و دوره گلدهی تأکید نمود. این نتیجه با نتایج Zeinali و همکاران (۲۰۰۷) و Hagi Kashani و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارد. Tabaei-Aghdaei و همکاران (۲۰۱۱) روابط بین صفات در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی را در شرایط دزفول (استان خوزستان) بررسی و اعلام نمودند که بین عملکرد گل با تعداد گل و وزن تر و خشک گل و گلبرگ همبستگی مثبت و معنی‌داری وجود داشت. همچنین در رگرسیون گام به گام تأثیر صفات تعداد گل، وزن تک گل و درصد ماده خشک گل بر عملکرد گل معنی‌دار بوده و مدل رگرسیونی خطی این

کرمانشاه هم تنوع بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل محمدی را از لحاظ عملکرد گل و برخی اجزای آن معنی‌دار اعلام نمودند. همچنین تعدادی از محققان (Tabaei-Aghdaei et al., 2002, 2005; Rezaei et al., 2003; Jaymand et al., 2004; Babaei et al., 2007; Yousefi et al. 2005, 2009 a,b, Kodori and Tabaei - Aghdaeil, 2011) وجود تنوع را بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی از لحاظ سایر صفات مانند خصوصیات رویشی پایه‌های گل محمدی و نیز کمیت و ترکیبات اسانس آنها گزارش نموده‌اند. وجود تنوع ژنتیکی غنی برای این صفات می‌تواند زمینه لازم را برای اقدامات اصلاحی مانند روشهای متفاوت گزینش (سلکسیون) و دورگ‌گیری (هیبریداسیون) در گل محمدی فراهم کند.

مقایسه میانگین صفات ارزیابی شده با آزمون دانکن، ژنوتیپ‌های مختلف مورد بررسی گل محمدی کشور را برای صفات مورد مطالعه در گروه‌های متفاوتی دسته‌بندی نمود. ارزشمندترین بخش گیاه گل محمدی، گل آن و اصولاً مهمترین هدف کاشت گل محمدی در ایران هم برای استفاده از گل آن می‌باشد. بنابراین عملکرد گل هم مهمترین صفت در برنامه‌ها و پروژه‌های اصلاحی این گونه است. با بررسی میانگین عملکرد گل ژنوتیپ‌ها می‌توان دریافت که ژنوتیپ‌های با عملکرد گل بالا در این تحقیق به‌طور عمده متعلق به مناطق مرکزی کشور مانند فارس، یزد و کاشان با اقلیم به‌طور عمده گرم و نیمه‌خشک و خشک می‌باشد و اغلب از منطقه کاشان جمع‌آوری شده‌اند که سابقه بسیار طولانی در کشت و فراوری گل محمدی دارد. بنابراین می‌توان استنباط نمود که این برتری علاوه بر تأثیر شرایط محیطی، حاصل گزینش‌های مکرر و دوره‌ای خواسته و ناخواسته گل‌کاران منطقه کاشان برای بهبود عملکرد گل بوده است، از سویی نقش مؤثر گزینش مستقیم برای بهبود عملکرد گل را نیز نشان می‌دهد. در مقابل بخش عمده ژنوتیپ‌های با عملکرد گل ضعیف مانند لرستان ۱، گلستان ۱، تهران ۱، همدان ۱، زنجان ۱، گیلان ۱، کردستان ۱، آذربایجان شرقی ۱، قزوین ۱ و غیره مربوط به نواحی معتدله و سردسیری و با رطوبت بیشتر

تجزیه خوشه‌ای نشان داد، به طوری که در تفکیک بر مبنای ترکیب خطی متغیرهای اولیه عمده یعنی مؤلفه‌های اصلی اول و دوم (PC1 و PC2) هم ژنوتیپ‌ها به صورت گروهی و منفرد در ۶ گروه مشابه ترکیب متغیرهای اولیه در تجزیه خوشه‌ای تفکیک شدند. توجهی بیش از ۸۰٪ واریانس کل صفات با دو مؤلفه اصلی اول و دوم نشانگر کارآمدی تجزیه PCA در ترکیب و تبدیل صفات بود. نتایج تجزیه‌های خوشه‌ای و PCA بدست آمده در این تحقیق با نتایج حاصل از تجزیه‌های چندمتغیره انجام شده توسط Tabaei-Aghdaei و همکاران (۲۰۱۰)، Kazemi و همکاران (۲۰۰۷)، Kiani و همکاران (۲۰۰۹)، Nemati و Loghmahani و همکاران (۲۰۱۱) و Yousefi و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت نسبی دارد. نتایج هر دو تجزیه خوشه‌ای و PCA و پراکنش ژنوتیپ‌ها در دندروگرام و بای‌پلات مربوطه نشان‌دهنده وجود تنوع ژنتیکی غنی بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل محمدی کشور از لحاظ صفات مورد مطالعه و قابلیت استفاده از این تنوع در برنامه‌های اصلاحی گل محمدی مانند بهبود عملکرد گل از طریق گزینش‌های مستقیم و غیرمستقیم (از طریق اجزاء عملکرد گل) و یا دورگ‌گیری از طریق هیبریداسیون ژنوتیپ‌های با فاصله ژنتیکی دورتر (تشابه کمتر) به منظور برخورداری از هتروزیس بیشتر و همچنین بهره‌مندی از ژنوتیپ‌های با ویژگی‌های انحصاری مانند دوره گلدهی بالاتر است.

منابع مورد استفاده

- Achuthan, C.R., Babu, B.H. and Padikkala, J., 2003. Antioxidant and hepatoprotective effects of *Rosa damascena*. *Pharmaceutical Biology*, 41: 357-361.
- Babaei, A., Tabaei-Aghdaei, S.R., Khosh-khui, M., Omidbaigi, R., Naghavi, M.R., Esselink, G.D. and Smulders, M.J.M., 2007. Microsatellite analysis of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) accessions from various regions in Iran reveals multiple genotypes. *BMC-Plant Biology*, 7, 12.
- Basim, E. and Basim, H., 2003. Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil. *Fitoterapia*, 74: 394-396.
- Baydar, H. and Baydar, N. G., 2004. The effects of

ارتباط را به خوبی نشان داد. این نتیجه توسط تجزیه علیت و اثرهای مستقیم و معنی‌دار این صفات بر عملکرد گل هم تأیید گردید. Tabaei-Aghdaei و همکاران (۲۰۱۰) هم اعلام نمودند اگرچه صفات تعداد گل، وزن تک گل، قطر تاج پوشش، طول گوشوارک، طول خار و تاریخ شروع فعالیت جوانه در رگرسیون گام به گام عملکرد گل بر سایر صفات باقی ماندند اما صفات تعداد گل و وزن تک گل بیشترین تغییرات عملکرد گل را توجه نمودند. البته باید اشاره نمود اگرچه بالا بودن سطح سبز نشانه افزایش نسبت رشد رویشی به زایشی و از این جنبه تأثیر منفی بر عملکرد گل به عنوان ثمره مرحله زایشی است اما نکته مهم تعادل بین رشد رویشی و زایشی است، زیرا ژنوتیپ‌های با گل بیشتر نیاز به توان رویشی بالاتری هم دارند.

یکی از اهداف این تحقیق پی بردن به فاصله مورفوژنتیکی بین ژنوتیپ‌های گل محمدی کشور و گروه‌بندی آنها با استفاده از تجزیه خوشه‌ای بود. کار تجزیه خوشه‌ای آن است که گروه‌های با شباهت بیشتر را در یک گروه جدید ادغام کند و تعداد آنها را در مطالعات بعدی کاهش دهد؛ اما کار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) کاهش تعداد متغیرهای همبسته به تعداد کمتری مؤلفه اصلی (PC) مستقل که ترکیب خطی از متغیرهای اولیه هستند، می‌باشد (Moghadam et al., 1994). تجزیه خوشه‌ای تفکیک مناسبی را از ژنوتیپ‌ها در سطح شباهت ۹۰٪ نمایش و ژنوتیپ‌های با تظاهرات غیرعادی صفات مانند گلستان ۱ با دوره گلدهی استثنایی (۱۵۹ روز)، فارس ۱ با بیشترین تعداد برگ و گل، سطح سبز و عملکرد گل، گیلان ۱ با عملکرد گل بسیار کم اما با گل‌های سنگین و کهگیلویه ۲ با دوره گلدهی غیرعادی (۷۱ روز)، بیشترین ارتفاع پایه و وزن گل را از دو گروه ژنوتیپ‌های مناطق معتدل، سرد و مرطوب‌تر (با عملکرد گل و اجزاء آن کمتر از میانگین) و گروه بقیه ژنوتیپ‌ها تفکیک نمود.

پراکنش ژنوتیپ‌ها در بای‌پلات حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بر اساس دو مؤلفه اصلی اول و دوم (PC1 و PC2)، مطابقت بسیار زیادی با تفکیک ژنوتیپ‌ها در

- Lebaschi, M.H., Jafari, A.A. and Najafi Ashtiani, A., 2011. Use of multivariate analysis in avaluation of *Rosa damascena* Mill of some ecological areas of Iran. *Quarterly Plant and Ecosystem*, 28 (7): 121-130 (In Persian).
- Ody, P., 1995. *The herb Society's complete medicine herbal*. Dorling Kindersley, London, 192p.
- Ozkan, G., Sagdic, O., Baydar, N. G. and Baydar, H., 2004. Antioxidant and anti-bacterial activities of *Rosa damascena* flower extracts. *Food Science and Technology International*, 10: 277-281.
- Probir, K. P., 2013. Evaluation, Genetic Diversity, Recent Development of Distillation Method, Challenges and Opportunities of *Rosa damascena*: A Review, *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 16:1, 1-10.
- Rezaei, M.B., Jaymand, K., Tabaei Aghdaei, S.R., Barazandeh, M.M. and Meshki Zadeh, S., 2003. Study of essential oil quantity and quality of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) of central and North West region of Iran. *Iranian Medicinal and Aromatic Plants Research Journal*, 19 (4): 339-348 (In Farsi).
- Sefidkon, F., 2017. The necessity of using cultivars and genotypes of *Rosa damascena* . *Journal of Nature of Iran*, 3(4), 88.
- Tabaei Aghdaeil, S. R. and Babaei, M., 2001. Study of genotypic differences for drought responses at early growth stages in *Rosa damascena* Mill. *Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding*, 8(1): 113-125 (In Persian).
- Tabaei Aghdaei, S.R., Rezaei, M.B. and Jaymand, K., 2002. Evaluation of variation of flower yield in the Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes of Kashan (Iran). *Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding*, 9: 99-111 (In Persian).
- Tabaei - Aghdaei, S.R. Farhangian, S. and Jafari, A.A., 2005. Yield components in genotypes of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) Central regions of the country using path analysis. *Iranian journal Specialized plants and ecology*, 1: 45-54 (In Persian).
- Tabaei-Aghdaei, S.R., Babaei, A., Khosh-Khui, M., Jaimand, K., Rezaee, M.B., Assareh, M.H., Naghavi, M.R., 2007. Morphological and oil content variations amongst Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) landraces from different regions of Iran . *Scientia Horticulturae*, 113(1): 44-48.
- Tabaei – Aghdaei, S.R., Golab GhadakSaz, R. and Jafari, A.A., 2010. Correlation between flower yield and different characteristics in *Rosa damascena* Mill. *Iranian Journal of Horticultural Science and* harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). *Industrial crops and products*, 21: 251–255.
- Chevallier, A., 1996. *The encyclopedia of medicinal plants*. Dorling Kindersely, London, 336p.
- Jaymand, K., Rezaei, M.B., Tabaei Aghdaei, S.R. and Barazandeh, M.M., 2004. Evaluation of rose essential oil of different areas of Isfahan province. *Pajooresh & Sazandagi*, 65: 86-91 (In Farsi).
- Falconer, D. and Mackay, F. C., 1996. *Introduction to quantitative genetics*. Longman Group Ltd, 464P.
- Haghi Kashani, A., Arab, M., Tabaei – Aghdaei, S.R., Zeinali, H. and Roozban, M.R., 2012. The relationship between flower yield and yield components in Damask Roes (*Rosa damascena* Mill.) in different region of Iran. *Journal of Crops Improvement*, 14(1): 13-19 (In Persian).
- Kazaz, S., Erbas, S. and Baydar, H., 2009. The effects of storage temperature and duration on essential oil content and composition oil Rose (*Rosa damascena* Mill.). *Turkish Journal of Field Crops*, 14: 89-96.
- Kazemi, M., Tabaei Aghdaeil, S. R., Shaykholeslami, M.A. and Jafari, A.A., 2007 Evaluation of Variation of flower yield and its components of *Rosa damascena* Mill in Khuzestan climatic conditions. *Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding*, 15(4): 305-323 (In Persian).
- Kiani, M., Zamani, Z., Khalighi, A. and Fatahi, R., 2009. Survey of genetic variation of *Rosa damascena* Mill. Landraces using RAPD and morphologic markers. *Modern Genetics*, 4(2): 25-32 (In Persian).
- Kodori, M. R. and Tabaei Aghdaeil, S. R., 2011. Evaluation of flower yield and its components of *Rosa damascena* Mill landraces in Kerman province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 23(1):100-110 (In Persian).
- McPherson, M.A., Good, A.G., Topinka, A.K.C. and Hall, L.M., 2004. Theoretical hybridization potential of transgenic safflower (*Carthamus tinctorius* L.) weedy relatives in the New World. *Canadian Journal of Plant Science*, 84: 923-934.
- Mahmood, N. S., Piacente, C., Pizza, A., Bueke, A., Khan, I. and Hay, A.J., 1996. The anti- HIV activity and mechanisms of action of pure compounds isolated from *Rosa damascene*. *Biophys. Res. Commun*, 229: 73-79.
- Moghadam, M., Mohamadi Shoti, A. and Aghei Sarbarzeh, M., 1994. *Multivariate statistical method (Translation)*. Pishtaz Elm press, Tabriz, Iran, 71p (In Persian).
- Nemati Loghmahani. Z., Tabaei Aghdaeil, S. R.,

- Rangelands (RIFR), No: 5064 (In Persian).
- Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S.R., Darvish F. and Assareh, M.H., 2009b. Flower yield performance and stability of various *Rosa damascena* Mill. Landraces under different ecological conditions. *Scientia Horticulturae*, 121: 333-339.
- Yousefi, B., Tabaei – Aghdaei, S.R. and Safari, H., 2015. Variation in flower yield and essential oil in 25 accessions of *Rosa damascena* Mill. in climatic conditions of Kermanshah, Iran. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 23(1):134-141 (In Persian).
- Zeinali, H., Tabaei Aqdaei, S.R., Askarzadeh, M., Kianipour, A. and Abtahi, S.M., 2007. Study of relationship between flower function and components in *Rosa damascene* genotypes, *Science-Research Periodical of fragrant and medicinal herbs in Iran*, 23(2): 195-203(In Persian).
- Technology, 11(1): 61-70 (In Persian).
- Tabaei – Aghdaei, S.R., Kazemi, M. and Jafari, A.A., 2011. Quantitative and qualitative traits associations in *Rosa damascena* under the climatic conditions of Khuzistan, Iran. *Journal of Ecological Agriculture*, 3(1): 83-95 (In Persian).
- Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S.R. and Assareh, M.H., 2005. Investigation of variation among different genotypes of *Rosa damascena* Mill. In terms of rooting of cuttings and seedling growth in Kurdistan. *Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding*, 13 (1): 27-1(In Persian).
- Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S.R. and Assareh, M.H., 2009a. Evaluation of genetic variation and correlation of morphological and phenological characteristics and their effects on flower yield of *Rosa damascena* Mill accessions in Kurdistan. Final report of Research Institute of Forest and

Study of genetic variation of *Rosa damascena* Mill. genotypes of Iran using multivariate statistical methods

B. Yousefi^{1*} and S.R. Tabaei Aghdai

1*- Corresponding author, Assoc. Prof., Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, I.R. Iran. E mail: bayzidyousefi@yahoo.com

2- Prof., Biotechnology Research Department, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, I.R. Iran.

Received: 10.07.2019

Accepted: 18.01.2020

Abstract

To evaluate the genetic variation of *Rosa damascena* as an important aromatic and medicinal species, 38 genotypes of this species were studied for the diversity of phenological and morphological traits (flowering period, plant height, canopy diameter, number of leaves at the plant, total green area of the plant, number of flowers per plant, fresh weight and percentage of dry matter content of flowers and flower yield per plant) in a randomized complete block design with three replications in Zalleh Research Station of Sanandaj, Iran during 2004-2008. The results showed significant differences ($p \leq 0.01$) among the genotypes, in terms of the studied traits. The average total yield of fresh flowers was 2427.4 g/plant. The genotypes belonging to temperate and cool areas had lower flower yields than those originated from hot and dry areas. Flower yield showed a significant and positive correlation with the crown height and diameter, the number of leaves, total green surface, and the number of flowers per plant ($p \leq 0.01$). The results of stepwise regression showed that the flower weight and number positively, while the total green surface and flowering period negatively correlated with flower yield. The results of cluster analysis (CA) grouping were relatively consistent with segregation based on the flower yield and characteristics of genotypes origin areas. The results of principal component analysis (PCA) showed high consistency with the CA results, but the genotypic separation in PCA method was clearer. The overall results of this study along with CA and PCA analyzes showed considerable rich genetic variation among the genotypes in terms of phenological and morphological traits and the possibility of using this diversity in Iranian Damask rose breeding such as improving flower yield through direct and indirect selections (through flower yield components) or hybridization of genotypes with a greater genetic distance for the use of higher heterosis.

Keywords: Principal component analysis, Cluster analysis, Stepwise Regression, Correlation coefficient.