Investigation of Genotype Variation of Damask Rose in Iran Based on the Rate of Essence and some Morphologic and Physiologic Traits

B. Kaviani[1*], R. Mohammadipour[1], D. Hashemabadi[1], M.H. Ansari[2], R. Onsinejad[1] and A.R. Berimavandi[2]

[1]Department of Horticultural Science, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran
[2]Department of Agronomy and Plant Breeding, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

[*]Corresponding author; E-mail: b.kaviani@yahoo.com, kaviani@iaurasht.ac.ir

Introduction

Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) is used as a multi-purpose species (edible, medicinal, aromatic and ornamental). The flower essential oil of this plant has many applications in various industries. There is a wide variety of morphological, phonological, flower shape, yield and yield of essential oils among genotypes and different populations of Damask rose in various ecological conditions in Iran. Evaluation of genetic diversity among Damask rose of Iran is important in order for breeding purposes. Some studies on phenotype, essential oil and genetic diversity were also carried out among different cultivars of rose flowers in other parts of the world. Significant diversity has been reported among the populations and genotypes of rose in different ecological conditions for many traits. Identifying superior species, cultivars and populations is important for commercial cultivation and more essential oil production. It is difficult to understand genetic diversity in roses because natural hybridization and spontaneous mutations with high abundance occurs in this plant. Morphological differences can be due to the geographical coordinates, natural hybridization and mutations. Therefore, it is important to identify the genetic diversity among the Iranian rose flowers to improve the genotypes of these flowers with appropriate garden features. The purpose of this study was to investigate and compare the genetic variety of Damask rose in Guilan, Ilam, Golestan, Tehran and Kashan in order to introduce superior genotype based on essence content and some other morphological and physiological traits.

Materials and Methods

Five genotypes of Damask rose including Kashan, Ilam, Golestan, Tehran and Guilan genotypes were evaluated as plant materials. Plant materials were collected from mentioned-above regions as root-sucker and transferred to the farm of Research Institute of Forests and Rangelands of the country. The design used was a completely randomized block design, which was performed in 3 replications and was considered for each 5-suckers' repetition (total: 75 suckers). In each replication, three specimens of each genotype were planted in pits with diameter and depth of 50-60 cm. The distance between scions per rows was 2.5 meters and row spacing from each other was 2 meters. During the experimental period, the bushes were irrigated using drip (trickle) irrigation method. The sampling was performed to measure morphological and physiological parameters after the blooms were opened in early May. Evaluated parameters were plant height, leaf length, leaf width, leaf area, petal number, stamen number, carpel number, fresh weight of petals, petal anthocyanin levels, petals essential oil levels, chlorophyll content and leaf carotenoids. Data were analyzed by ANOVA and, if significant, Tukey analysis was used. SPSS software was used for statistical analysis.

Results and Discussion

The results showed that the highest amount of essential oil (0.042 and 0.038%) was extracted from the petals of Ilam and Kashan genotypes, respectively. The highest petal weight (2.70 and 2.30 g) was related to the petals of Ilam and Kashan genotypes, respectively. The highest petal length and width were obtained in these two genotypes. The largest number of petals (71.80 per each plant) was related to Guilan samples. The highest amount of chlorophyll a was related to Ilam genotype and the highest amount of chlorophyll b, carotenoids and anthocyanin was related to Kashan genotype. Stamen number, carpel number, leaf area, leaf length and plant height were also measured. In the present study, rose flower genotypes collected from different parts of Iran showed significant diversity in relation to morphological and physiological properties, especially essence. The results of the present study showed that there was a significant correlation between the amount of essence in the petals and the weight and dimensions of the petals, so that the Ilam and Kashan genotypes with more essence in their petals had higher weight and dimensions. Similar findings related to the correlation between flower yield and its components in roses flowers were presented in some studies. The number of flowers per branch, the fresh weight of each flower and the number of flowers per branch can be a suitable choice for improving flower yield in rose flower genotypes. Some studies have shown that the weight of the flower has a very strong, positive and significant correlation with the flower yield. The findings of the present study confirm the results obtained in these studies. Despite the geographical distance between some genotypes, the high similarity coefficient between them may indicate the common origin or continuous and purposeful genotypes. On the other hand, the low similarity coefficient between genotypes proposes relatively low geographical connection and different primary origin. In the present study, there was a low correlation between the amount of essence in the petals and the weight and dimensions of the petals in the Ilam and Kashan genotypes with the Golestan and Guilan genotypes. Finding the high correlation between the more important traits is of high value in breeding programs and the selection of superior genotypes. Some reports have been presented to compare rose flower genotypes based on morphological properties. Generative traits, including flower characteristics, are more suitable for genetic and evolutionary evaluations than vegetative traits. The results of some researchers in Iran and elsewhere in the world showed that flower yield per plant is associated with some other traits, including flower number, dimensions and weight of flowers, and the number of branches in the plant. The genetic analysis of rose flower genotypes showed that some genotypes collected from different areas are genetically relevant and some are separate. This subject shows effective role of ecological conditions in changing and variability of different species and varieties. The results indicated that the difference in the amount of essential oil compounds is mostly influenced by environmental and physiological factors. Some studies have shown significant diversity in essential oil efficiency and yield in different samples of rose flowers. The morphological difference between the different genotypes of this flower indicates the presence of germplasm and the proper capacity to improve the traits and the ability to select the best genotypes using morphological markers to enhance flower yield in the country. Overall; Ilam and Kashan genotypes are suggested as superior genotypes for breeding programs.

Keyword: Essential oils, Rosaceae family, Genetic variation, Flower yield, *Rosa damascena* Mill.

بررسی تنوع ژنوتیپی گل محمدی در ایران بر اساس میزان اسانس و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک

بهزاد کاویانی[1*]، رعنا محمدی‌پور[1]، داود هاشم‌آبادی[1]، محمدحسین انصاری[2]، رسول انسی‌نژاد[1] و احمدرضا بریموندی[2]

[1]گروه باغبانی، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[2]گروه زراعت و اصلاح نباتات، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

[*] b.kaviani@yahoo.com kaviani@iaurasht.ac.ir,

نسخه پیش انتشار

چکیده

گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) به عنوان یک گونه گیاهی چند منظوره (خوراکی، دارویی، معطره و زینتی)، مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد. اسانس گل این گیاه کاربردهای زیادی در صنایع مختلف دارد. تنوع گسترده‌ای از نظر عملکرد گل و اسانس در بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی در شرایط متفاوت اکولوژیکی در ایران وجود دارد. ارزیابی تنوع ژنتیکی در میان گل‌های محمدی ایران به منظور اصلاح ژنوتیپ‌های این گل‌ها با ویژگی‌های باغی مناسب حائز اهمیت زیادی است. در این پژوهش، تنوع ژنتیکی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری‌شده از استان‌های گیلان، ایلام، گلستان، تهران و کاشان به منظور معرفی ژنوتیپ برتر و بهره‌برداری از آن در برنامه‌های اصلاحی و اقتصادی بررسی شد. این تحقیق در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد و برای هر تکرار ۵ پاجوش در نظر گرفته شد. نمونه‌ها از نظر عملکرد اسانس، تعداد حلقه‌های مختلف گل و ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک مورد ارزیابی قرار

گرفتند. نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک، بعد از بازشدن غنچه‌های گل در اوایل اردیبهشت ماه انجام شد. نتایج نشان داد که بیشترین میزان اسانس (۰/۰۴۲ و ۰/۰۳۸ درصد)، به ترتیب از گلبرگ‌های ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان به دست آمد. بیشترین وزن گلبرگ (۲/۷۰ و ۲/۳۰ گرم)، به ترتیب مربوط به گلبرگ‌های ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان بود. بالاترین طول و عرض گلبرگ نیز در این دو ژنوتیپ به دست آمد. بیشترین تعداد گلبرگ (۷۱/۸۰ در هر بوته) مربوط به نمونه‌های گیلان بود. بالاترین میزان کلروفیل a، مربوط به ژنوتیپ ایلام و بالاترین میزان کلروفیل b، کاروتنوئید و آنتوسیانین، مربوط به ژنوتیپ کاشان بود. تعداد پرچم، تعداد مادگی، سطح برگ، طول برگ و ارتفاع بوته نیز اندازه‌گیری شد. در مجموع؛ ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان به دلیل عملکرد بالا در تولید اسانس و اغلب صفات مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی به عنوان ژنوتیپ‌های برتر و ذخایر توارثی مناسب برای برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد می‌شوند. گسترش رویشگاه‌های گل محمدی اطلاعات مفیدی را برای تولید انبوه در آینده و مدیریت منابع ژنتیکی فراهم می‌نماید.

واژه‌های کلیدی: روغن‌های ضروری، خانواده گل سرخ، تنوع ژنتیکی، عملکرد گل، *Rosa damascena* Mill.

مقدمه

گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.)، از خانواده گل سرخیان (Rosaceae)، یکی از مهم‌ترین گونه‌های جنس *Rosa* با ارزش زینتی، دارویی، خوراکی و بهداشتی–آرایشی است که برای تولید روغن‌های ضروری (اسانس‌ها) استفاده می‌شود. این گونه در بسیاری از کشورها از جمله ایران، بلغارستان، ترکیه و هندوستان و در شرایط مختلف اقلیمی کشت می‌شود. این گونه حاصل دورگ‌گیری *R. gallica* و *R. phoenicea* است (Kumar Pal, 2013). تنوع گسترده‌ای از نظر صفات مورفولوژیک، فنولوژیک، عملکرد گل، بازده و عملکرد اسانس در بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی در ایران وجود دارد. شناسایی ژنوتیپ‌های برتر بر اساس مقایسه صفات فوق برای تولید اسانس بیشتر با کیفیت بهتر، همچنین برای برنامه‌های اصلاحی حائز اهمیت است. پژوهش حاضر با تکیه بر مقایسه این صفات در ژنوتیپ‌های گل محمدی در ۵ استان، مبادرت به معرفی ژنوتیپ‌های برتر به منظور بهبود کمیت و کیفیت این گونه کرده است. جنس *Rosa* به طور طبیعی در سراسر نواحی معتدله نیمکره شمالی گسترش یافته است (Kumar, 2013). از گل محمدی، به عنوان گل ملی ایران نام برده می‌شود. از این جنس، ۱۴ گونه اصلی، ۸ دورگ و ۳ گونه مشکوک در ایران گزارش شده است (Yousefi *et al*., 2021). از نظر عادت گلدهی، دو نوع تابستانه و پاییزه وجود دارد (Pirseyedi *et al*., 2005). انواع تابستانه به دلیل داشتن اسانس بیشتر با عطر قوی‌تر، در باغ‌های تجاری رز در مناطق مختلف ایران کشت می‌شوند. اسانس این گل خاصیت آنتی‌اکسیدان دارد (Yousefi, 2019). با توجه به اهمیت این گونه، سطح زیر کشت آن در ایران افزایش روزافزونی پیدا کرده است (Sefidkon, 2017). تنوع قابل‌توجهی در بین جمعیت‌های گل محمدی در شرایط مختلف اکولوژیک برای برخی صفات از جمله صفات مورفولوژیک، عملکرد و اجزای عملکرد و اسانس وجود دارد (Tabaei-Aghdaei *et al*., 2005b; Yousefi, 2019). عملکرد گل تحت کنترل تعدادی ژن قرار دارد و عوامل محیطی روی آن تأثیرگذار است. شناسایی اجزای عملکرد و تنوع موجود می‌تواند مبنای گزینش ژنوتیپ‌های برتر از نظر عملکرد گل و اسانس باشد (Haghi Kashani *et al*., 2012).

سه نوع نشانگر برای ارزیابی تفاوت‌ها و شباهت‌ها بین افراد مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد: نشانگرهای مورفولوژیک (فنوتیپی)، نشانگرهای بیوشیمیایی (پروتئین‌ها به ویژه آیزوزایم‌ها) و نشانگرهای ملکولی (DNA). برخی پژوهش‌ها در زمینه بررسی تنوع ژنتیکی گل محمدی با استفاده از عملکرد گل و نشانگرهای مورفولوژیک در مناطق مختلف ایران انجام شده است (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007; Haghi Kashani *et al*., 2012; Yousefi, 2019). بررسی تنوع در ترکیب شیمیایی اسانس ۲۵ ژنوتیپ گل محمدی کشت‌شده در استان کرمانشاه نشان داد که بر اساس چهار روند متفاوت برای این ترکیب‌های شیمیایی، ژنوتیپ‌ها نیز در چهار گروه قرار می‌گیرند (Yousefi *et al*., 2016). در پژوهشی، اسانس نمونه‌های مختلف گل محمدی استان اصفهان مورد بررسی قرار گرفت که نتایج حاصل بیانگر وجود تنوع در ترکیب‌های اسانس نواحی مختلف بود (Jaymand *et al*., 2004). نتایج بررسی نمونه‌های جمع‌آوری‌شده این گل از نقاط مختلف کشور نشان از وجود تنوع در صفات مورفولوژیکی و عملکردی و نوع اسانس داشت (Tabaei-Aghdaei *et al*., 2005b). مطالعه روی ۲۶ ژنوتیپ گل محمدی، جمع‌آوری‌شده از

استان‌های کرمان، اصفهان، فارس، آذربایجان شرقی و خراسان رضوی، نشان شد که ۱۴ ژنوتیپ در یک گروه واحد قرار دارند. این موضوع نشاندهنده نزدیکی ژنتیکی آنها به یکدیگر است (Kiani *et al*., 2010). شناسایی ژنوتیپ‌های گل محمدی در منطقه کاشان با مقایسه صفات مورفولوژیک نشان داد که این ژنوتیپ‌ها خصوصیات مورفولوژیک یکسان دارند (Davazdah-Emami, 2002). از طرف دیگر، مقایسه این ژنوتیپ‌ها در سطح وسیع‌تری از کشور با استفاده از ۵ صفت مورفولوژیک تنوع این صفات را نشان داد (Tabaei-Aghdaei *et al*., 2007). مطالعه روی ۳۷ ژنوتیپ غیر بومی و ۱۲ ژنوتیپ بومی گل محمدی استان کردستان نشان داد که عوامل اکولوژیکی تأثیر معنی‌داری بر خصوصیات گل و اسانس دارد. در ادامه این تحقیقات، نتایج بررسی عملکرد گل و اجزای آن در ۱۲ ژنوتیپ محلی گل محمدی استان کردستان نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها تفاوت‌های معنی‌دار وجود دارد (Yousefi, 2019). در ژنوتیپ‌های مختلف استان کرمان، اختلاف معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد گل مشاهده شد (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007). در چندین پژوهش مختلف، تنوع زیادی در بازده و عملکرد اسانس در نمونه‌های مختلف گل محمدی گزارش شده است (Batooli and Safaie-Ghomi, 2012; Yousefi and Jaimand, 2018; Yousefi, 2019). بنابراین، به نظر می‌رسد موقعیت جغرافیایی و اکولوژیکی و شرایط آب و هوایی نقش مؤثری در تنوع ژنتیکی گیاهان دارند و این موضوع می‌تواند زمینه‌ساز اقدامات اصلاحی باشد.

برخی مطالعات روی تنوع فنوتیپ، تنوع اسانس و تنوع ژنتیکی در میان ارقام مختلف این گل در سایر نقاط جهان نیز انجام شده است (Rusanov *et al*., 2013). بررسی خصوصیات گل ژنوتیپ‌های مختلف رز (*Rosa alba* L.) در مرکز پژوهش رزها در بلغارستان، حضور دو فنوتیپ مجزا را آشکار کرد که به طور معنی‌داری در ویژگی‌های گل از جمله وزن گل و تعداد گلبرگ متفاوت بودند (Rusanov *et al*., 2013). نتایج اغلب این مطالعات نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف، صفات فنوتیپی (به ویژه وزن گل، تعداد گلبرگ و مقدار و اجزای تشکیل‌دهنده اسانس) متفاوتی داشتند. همچنین، تنوع قابل توجهی در میان جمعیت‌ها و ژنوتیپ‌های گل محمدی در شرایط مختلف اکولوژیکی ایران برای بسیاری از صفات از جمله خصوصیات و عملکرد گل و نیز مقدار اسانس گزارش شده است. شناسایی گونه‌ها، ارقام و جمعیت‌های برتر به منظور کشت تجاری و تولید اسانس بیشتر، حائز اهمیت است.

تنوع ژنتیکی ویژگی یک جمعیت است که در آن افراد، صفات ژنتیکی مختلفی را نشان می‌دهند. درک تنوع ژنتیکی در جنس رز به دلیل دورگ‌گیری‌های طبیعی و جهش‌های خودبخودی مشکل است. از آنجایی که گل‌های محمدی ایران برخی تنوعات مورفولوژیک را نشان می‌دهند، مشخص نیست که منشأ مواد گیاهی از چه تعداد ژنوتیپ مشتق می‌شود. این تفاوت‌ها می‌تواند ناشی از مختصات جغرافیایی محل رویش آنها باشد یا می‌تواند حاصل دورگ‌گیری‌های طبیعی و جهش‌ها باشد. بنابراین، مشخص‌شدن تنوع ژنتیکی در میان گل‌های محمدی ایران به منظور اصلاح ژنوتیپ‌های این گل‌ها با ویژگی‌های باغی مناسب اهمیت زیادی دارد. بررسی منابع آشکار کرد که گزارشی در ارتباط با مقایسه ژنوتیپی گل محمدی در پنج استان گیلان، ایلام، گلستان، تهران و کاشان وجود ندارد. بنابراین، هدف از پژوهش حاضر، بررسی و مقایسه تنوع ژنوتیپی گل محمدی در این استان‌ها به منظور معرفی ژنوتیپ برتر و بهره‌برداری از آن در برنامه‌های اصلاحی و اقتصادی، بر اساس میزان اسانس و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک دیگر بود.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و طرح آزمایشی

تعداد ۵ ژنوتیپ گل محمدی شامل ژنوتیپ‌های کاشان، ایلام، گلستان، تهران و گیلان به عنوان مواد گیاهی مورد ارزیابی قرار گرفتند. مواد گیاهی به صورت پاجوش در اواخر پاییز از مناطق فوق جمع‌آوری شدند و به مزرعه مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (۱۵ کیلومتری شمال غربی تهران با طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۰ دقیقه شرقی، عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۴۴ دقیقه شمالی و ارتفاع ۱۳۲۰ متر از سطح دریا) منتقل

گردیدند. طرح مورد استفاده، طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی بود که در ۳ تکرار اجرا شد و برای هر تکرار ۵ پاجوش (در مجموع: ۷۵ پاجوش) در نظر گرفته شد. نحوه کاشت ژنوتیپ‌ها به صورتی بود که در هر تکرار، ۳ نهال از هر نمونه در داخل چاله‌هایی با قطر و عمق ۵۰ تا ۶۰ سانتی‌متر کاشته شدند. فاصله بین نهال‌ها در هر ردیف، ۲/۵ متر و فاصله ردیف‌ها از یکدیگر، ۲ متر در نظر گرفته شد. در طول دوره آزمایش، بوته‌ها با استفاده از روش قطره‌ای، آبیاری شدند. عملیات داشت شامل وجین علف‌های هرز در مواقع لازم انجام شد. بعد از بازشدن غنچه‌ها در اوایل خرداد ماه، نمونه‌برداری برای اندازه‌گیری شاخص‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک انجام شد.

اندازه‌گیری شاخص‌ها

وزن تر گلبرگ

گلبرگ‌ها بعد از بازشدن گل در هر بوته، جدا شدند و وزن تر آنها با استفاده از یک ترازوی دیجیتال اندازه‌گیری شد.

میزان آنتوسیانین گلبرگ

آنتوسیانین گلبرگ‌ها با روش ونگر (Timberlake, 1980) اندازه‌گیری شد. یک گرم از بافت تازه گلبرگ با ۱۰ میلی‌لیتر متانول اسیدی به خوبی سائیده شد و عصاره حاصل به لوله آزمایش منتقل گردید و درب آن بسته شد. لوله‌ها به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی نگهداری شدند. سپس محلول با سرعت ۴۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ گردید. محلول روئی جدا گردید و میزان جذب در طول موج ۵۵۰ نانومتر اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد.

$$\text{آنتوسیانین (میلی‌گرم بر 100 گرم وزن خشک)} = \frac{e \times b \times c}{d \times a} \times 100$$

که در آن؛ e: وزن نمونه، b: اندازه نمونه، c: محلول کل، d: حجم نمونه برداشته‌شده و a: عدد قرائت‌شده توسط اسپکتروفتومتر هستند.

میزان اسانس گلبرگ

از دستگاه کلونجر با روش تقطیر با آب برای اندازه‌گیری میزان اسانس یا روغن‌های ضروری گلبرگ‌ها استفاده شد. در هر تکرار، تعداد ۱۰ گل انتخاب گردیدند.

میزان کلروفیل و کاروتنوئید برگ

از هر تکرار، ۳ برگ به طور تصادفی انتخاب شدند و مقدار کلروفیل آنها با استفاده از کلروفیل‌متر و مقدار کاروتنوئید از روش ول‌بورن (Lichtenthaler and Buschmann, 2007) به دست آمد. مقدار ۰/۰۵ گرم از بافت تازه برگ در هاون چینی قرار داده شد و با استفاده از ازت مایع کاملاً سائیده شد. مقدار ۲۰ میلی‌لیتر استون ۸۰ درصد نیز به آن اضافه گردید. محلول حاصل با سرعت ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد. محلول با کاغذ صافی صاف گردید و با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد. سپس مقداری از محلول داخل بالن قرار گرفت و توسط دستگاه اسپکتروفتومتر به طور جداگانه در طول‌موج‌های ۶۶۳ نانومتر برای کلروفیل a، طول موج ۶۴۵ نانومتر برای کلروفیل b و طول موج ۴۷۰ نانومتر برای کاروتنوئید قرائت شد (۴).

$$\text{کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ)} = 7.18 \times A663 + 17.32 \times A645$$

مقدار کلروفیل خوانده‌شده توسط دستگاه کلروفیل‌متر با استفاده از معادله زیر به میزان واقعی تبدیل گردید.

$$\text{کلروفیل (میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ)} = 0.1751 \times \text{عدد خوانده شده توسط کلروفیل متر}$$

$$\text{کاروتنوئید } \left(\text{میلی گرم بر گرم وزن خشک برگ}\right) = 4.69 \times A660 - 0.268 \times (20.2)\, A645 + (8.02)\, A665$$

اجزای گل

در پایان زمان گلدهی، از هر بوته، ۳ گل به طور تصادفی انتخاب شدند و تعداد گلبرگ‌های آنها شمارش شد. میانگین گلبرگ هر ۳ گل به عنوان تعداد گلبرگ در یک تکرار در نظر گرفته شد. تعداد پرچم و برچه هر گل شمارش گردید و میانگین تعداد ۳ پرچم و برچه به عنوان تعداد اجزای گل هر تکرار تعیین شد.

ارتفاع بوته

در پایان دوره رشد، در ابتدای خرداد، اندازه هر بوته از کف شاخه اصلی تا انتهای بوته اندازه‌گیری شد.

طول، عرض و سطح برگ

از هر تکرار، به طور تصادفی ۶ برگ از سه نقطه متفاوت از بوته‌های هر تکرار انتخاب شدند و طول، عرض و سطح آنها اندازه‌گیری شد و میانگین گرفته شد. برای اندازه‌گیری طول و عرض برگ از خط‌کش و برای اندازه‌گیری سطح برگ از سطح برگ‌سنج استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه واریانس داده‌ها با آزمون ANOVA انجام شد و در صورت معنی‌دار بودن، از آزمون توکی برای مقایسه میانگین داده‌های معنی‌دار استفاده شد. برای تحلیل آماری از برنامه نرم‌افزاری SPSS استفاده شد. به منظور گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها از تجزیه خوشه‌ای (آنالیز کلاستر) با استفاده از نرم‌افزار SAS به روش Ward انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه واریانس (جدول ۱)، بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های مورد مقایسه از نظر همه صفات مورد مطالعه بود. بر این اساس، بین ژنوتیپ‌های گل محمدی مورد بررسی از لحاظ صفات تعداد گلبرگ، وزن گلبرگ، طول گلبرگ، عرض گلبرگ، ارتفاع بوته، طول برگ، سطح برگ، تعداد پرچم، تعداد برچه، میزان اسانس گلبرگ، مقدار کلروفیل برگ، مقدار کاروتنوئید برگ و مقدار آنتوسیانین گلبرگ در این پژوهش، اختلاف معنی‌دار ($p \leq 0.01$) مشاهده شد.

تعداد، وزن، طول و عرض گلبرگ

بیشترین تعداد گلبرگ (۷۱/۸۰) در ژنوتیپ گیلان و کمترین تعداد آن (۳۴/۶۰) در ژنوتیپ تهران شمارش شد (جدول ۲). بین تعداد گلبرگ در ژنوتیپ‌های ایلام و گلستان تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. بیشترین وزن گلبرگ (۲/۷۰ گرم)، طول گلبرگ (۳/۸۰ سانتی‌متر) و عرض گلبرگ (۳/۹۰ سانتی‌متر) در ژنوتیپ ایلام به دست آمد. کمترین وزن گلبرگ (۱/۳۰ گرم) در ژنوتیپ گلستان به دست آمد. طول گلبرگ (۳/۳۰ سانتی‌متر) در ژنوتیپ کاشان نیز بالا بود. کمترین طول گلبرگ (۲/۳۰ سانتی‌متر) و عرض گلبرگ (۱/۹۰ سانتی‌متر) در ژنوتیپ گیلان اندازه‌گیری شد. بین ژنوتیپ‌های تهران، کاشان و گلستان در شاخص عرض گلبرگ تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جداول ۱ و ۲). جدول همبستگی بین صفات مختلف با یکدیگر (جدول ۳) نشان داد که تعداد گلبرگ با ارتفاع بوته، سطح برگ، عرض گلبرگ و وزن گلبرگ همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری ($p \leq 0.01$) داشت. همبستگی این صفت با کلروفیل a و b و تعداد برچه قوی، مثبت و معنی‌دار ($p \leq 0.05$) بود. وزن گلبرگ نیز با سطح برگ و عرض گلبرگ این نوع همبستگی را نشان داد. عرض گلبرگ با ارتفاع بوته، سطح برگ، وزن گلبرگ، تعداد گلبرگ و اسانس گلبرگ

نسخه پیش انتشار

هبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین طول گلبرگ با طول برگ و تعداد پرچم هبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی بین طول گلبرگ با کلروفیل a و آنتوسیانین گلبرگ نیز قوی، مثبت و معنی‌دار بود.

ارتفاع بوته و طول و سطح برگ

ارتفاع بوته (۱۵۲ و ۱۴۸ سانتی‌متر)، به ترتیب در ژنوتیپ‌های ایلام و گلستان بالاتر از بقیه ژنوتیپ‌ها بود. ارتفاع بوته (۹۲ سانتی‌متر) در ژنوتیپ تهران پایین‌تر از بقیه ژنوتیپ‌ها بود (جدول ۲). بالاترین طول برگ (۱۴/۲۰ سانتی‌متر) در ژنوتیپ تهران و بالاترین سطح برگ (۶۸/۷۰ میلی‌متر) در ژنوتیپ ایلام مشاهده شد. ژنوتیپ گیلان با طول برگ ۹/۸۰ سانتی‌متر و سطح برگ ۴۲/۷۰ میلی‌متر، کمترین طول و سطح را بین ژنوتیپ‌های مختلف داشت (جدول ۲). ارتفاع بوته با کلروفیل a، طول برگ، آنتوسیانین گلبرگ، عرض گلبرگ و تعداد گلبرگ هبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین طول برگ با کلروفیل a و b، ارتفاع بوته، طول گلبرگ، آنتوسیانین گلبرگ، تعداد پرچم و تعداد برچه هبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری بین سطح برگ با وزن گلبرگ، تعداد گلبرگ و عرض گلبرگ مشاهده شد (جدول ۳).

تعداد پرچم و برچه

تعداد پرچم (۵۲/۶۰) و تعداد برچه (۴۳/۸۰) در ژنوتیپ گیلان کمتر از بقیه ژنوتیپ‌ها بود. از طرف دیگر، بیشترین تعداد پرچم (۱۱۰/۷۰) و برچه (۹۳/۵۰)، به ترتیب در ژنوتیپ‌های گلستان و تهران شمارش گردید (جدول ۲). همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری بین تعداد پرچم با طول گلبرگ و برگ مشاهده شد. این همبستگی با کلروفیل a قوی، مثبت و معنی‌دار بود (جدول ۳). این جدول همچنین آشکار کرد که همبستگی بین تعداد برچه با کلروفیل a و b، طول برگ، آنتوسیانین گلبرگ و تعداد گلبرگ بسیار قوی، مثبت و معنی‌دار بود.

اسانس گلبرگ

اندازه‌گیری اسانس گلبرگ آشکار کرد که از نظر آماری بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی اختلاف معنی‌داری وجود داشت و تفاوت‌ها قابل توجه بودند. بالاترین مقدار اسانس (۰/۰۴۲ و ۰/۰۳۸ درصد)، به ترتیب از گلبرگ‌های ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان استحصال شد. از طرف دیگر، پایین‌ترین مقدار اسانس (۰/۰۲۴ درصد)، از گلبرگ‌های ژنوتیپ گلستان استحصال شد (جدول ۲). اسانس گلبرگ با عرض گلبرگ همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌دار و با آنتوسیانین گلبرگ همبستگی قوی، مثبت و معنی‌دار داشت (جدول ۳).

رنگدانه‌های برگ و گلبرگ

نتایج مقایسه میانگین داده‌های حاصل از اندازه‌گیری مقدار کلروفیل و کاروتنوئید برگ و آنتوسیانین گلبرگ نشان از برتری ژنوتیپ کاشان داشت (جدول ۲). بنابراین، بالاترین غلظت کلروفیل b (۱۵/۶۹ میکروگرم بر گرم)، کاروتنوئید (۱۵/۹۸ میکروگرم بر گرم) و آنتوسیانین (۱/۲۱ میکرومول بر گرم) مربوط به ژنوتیپ کاشان بود. پایین‌ترین غلظت کلروفیل b (۹/۵۰ میکروگرم بر گرم) مربوط به ژنوتیپ کاشان و پایین‌ترین غلظت کاروتنوئید (۱۲/۳۴ میکروگرم بر گرم) مربوط به ژنوتیپ گیلان بود. ژنوتیپ‌های گلستان و ایلام، به ترتیب با غلظت ۰/۴۸ و ۰/۵۰ میکرومول بر گرم، کمترین غلظت آنتوسیانین را در گلبرگ داشتند. بالاترین غلظت کلروفیل a (۲۵/۴۲ میکروگرم بر گرم)، مربوط به ژنوتیپ ایلام و پایین‌ترین غلظت آن (۲۲/۸۰ میکروگرم بر گرم) مربوط به ژنوتیپ تهران بود. جدول همبستگی صفات (جدول ۳) نشان داد که کلروفیل a با تعداد گلبرگ، طول گلبرگ و تعداد پرچم همبستگی قوی، مثبت و معنی‌دار ($p \leq 0.05$) و با کلروفیل b، طول برگ، ارتفاع بوته، آنتوسیانین گلبرگ و تعداد برچه همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری ($p \leq 0.01$) داشت. کلروفیل b با چهار صفت (کلروفیل a، طول برگ، آنتوسیانین گلبرگ و تعداد برچه) همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌دار و با یک صفت (تعداد گلبرگ) هبستگی قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همبستگی بین آنتوسیانین گلبرگ با کلروفیل a و b، طول برگ، ارتفاع بوته و تعداد برچه، بسیار قوی، مثبت و معنی‌دار و با اسانس گلبرگ و طول گلبرگ هبستگی قوی، مثبت و معنی‌داری داشت.

دندروگرام تجزیه خوشه‌ای با روش Ward (شکل ۱)، پنج ژنوتیپ گل محمدی را بر اساس شاخص‌های اندازه‌گیری‌شده در ۳ گروه قرار می‌دهد. در گروه اول؛ ژنوتیپ‌های گلستان و ایلام، در گروه دوم؛ ژنوتیپ گیلان و در گروه سوم؛ ژنوتیپ‌های تهران و کاشان قرار دارند. ژنوتیپ‌های گروه اول از نظر شاخص‌های میزان کاروتنوئید، میزان آنتوسیانین، ارتفاع بوته، تعداد گلبرگ و تعداد برچه در مقایسه با سایر گروه‌ها به هم نزدیک‌ترند. ژنوتیپ گروه دوم از نظر شاخص‌های تعداد پرچم، تعداد گلبرگ طول گلبرگ، عرض گلبرگ از گروه‌های اول و سوم متمایز است. این تمایز در اغلب این شاخص‌ها کاملاً معنی‌دار است. ژنوتیپ‌های گروه سوم از نظر شاخص‌های میزان اسانس گلبرگ، میزان کلروفیل b، کاروتنوئید، میزان آنتوسیانین، وزن گلبرگ، عرض گلبرگ، طول برگ و سطح برگ در مقایسه با سایر گروه‌ها به هم نزدیک‌ترند.

بحث

پنج ژنوتیپ گل محمدی بر اساس صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک با یکدیگر مقایسه شدند. صفات مورفولوژیک به میزان بالایی به شرایط محیطی وابسته هستند، اما صفات فیزیولوژیک کمتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. ترکیب این صفات انتخاب ژنوتیپ‌های برتر را قابل اعتمادتر می‌کند. در پژوهش حاضر، ژنوتیپ‌های گل محمدی جمع‌آوری‌شده از نواحی مختلف ایران، تنوع قابل توجهی را در ارتباط با ویژگی‌های مورفولوژیک و فیزیولوژیک به ویژه مقدار اسانس نشان دادند. گل ارزشمندترین اندام گیاهی در برنامه‌های به‌نژادی است. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که مقدار اسانس در گلبرگ‌های ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان بیشتر از سایر ژنوتیپ‌ها است. این دو ژنوتیپ همچنین از وزن و ابعاد گلبرگ بالاتری برخوردار هستند. یافته‌های مشابه در ارتباط با همبستگی بین عملکرد گل و اجزای آن در گل محمدی در برخی مطالعات ارائه گردید (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007; Yousefi and Jaimand, 2018; Yousefi, 2019). تعداد گل در بوته، وزن تر هر گل و تعداد گل در هر شاخه می‌توانند معیار انتخاب مناسبی برای بهبود عملکرد گل در ژنوتیپ‌های گل محمدی باشند (Zeinali *et al*., 2007). این محققان نشان دادند که وزن گل در هر بوته با عملکرد گل در بوته همبستگی بسیار قوی، مثبت و معنی‌داری داشت. همچنین، همبستگی بین تعداد گل و عملکرد آن مثبت، معنی‌دار و متوسط بود. یافته‌های پژوهش حاضر، نتایج به دست آمده توسط این محققان را تأیید می‌کند. علی‌رغم فاصله جغرافیایی بین برخی ژنوتیپ‌ها، ضریب تشابه بالا بین آنها ممکن است نشان از منشأ مشترک یا گزینش‌های مداوم و هدفمند ژنوتیپ‌ها داشته باشد. از طرف دیگر، ضریب تشابه پایین بین ژنوتیپ‌ها، ارتباط جغرافیایی نسبتاً کم و منشأ اولیه متفاوت را پیشنهاد می‌کند (Pirseyedi *et al*., 2005). نتایج پژوهش حاضر نشان داد که بین مقدار اسانس و وزن و ابعاد گلبرگ‌ها در ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان و ژنوتیپ‌های گلستان و گیلان همبستگی پایینی وجود دارد. ارزیابی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های گل محمدی ایران (استان‌های فارس، اصفهان، کرمان، آذربایجان شرقی و خراسان رضوی) نشان داد که تفاوت بین نمونه‌ها در نمونه‌های استانی که دارای فاصله جغرافیایی بیشتری بودند، مشهودتر بود (Kiani *et al*., 2010). Tabaei-Aghdaei و همکاران (۲۰۰۷) نیز در یافته‌های خود بر اساس مقایسه پنج صفت مورفولوژیکی در بین ژنوتیپ‌های گل محمدی تفاوت‌های بارزی را بین ژنوتیپ‌های مربوط به استان‌های شمالی (گیلان، مازندران و گلستان) در مقایسه با سایر استان‌ها با توجه به شرایط متمایز آب و هوایی این مناطق گزارش کردند. بررسی همبستگی بین صفات و یافتن همبستگی بالا بین صفات مهم‌تر، ارزش بالایی در برنامه‌های اصلاحی و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر دارد. بهبود توأم همه صفاتی که همبستگی مثبتی با عملکرد دارند، در بهبود عملکرد مؤثر بوده است (Zeinali *et al*., 2007).

شناسایی دقیق ژنوتیپ‌ها، پیش‌نیاز بهره‌برداری کامل از آنها است. مبنای انتخاب این ژنوتیپ‌ها، میزان عملکرد کمی و کیفی گل می‌باشد که به عنوان ارزشمندترین اندام گیاه در برنامه‌های اصلاحی و به‌نژادی به شمار می‌رود (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007). برخی گزارش‌ها در ارتباط با مقایسه ژنوتیپ‌های گل محمدی بر اساس ویژگی‌های مورفولوژیک ارائه شده است (Tabaei-Aghdaei and Rezaei, 2003; Tabaei-Aghdaei *et al*., 2003; Tabaei-Aghdaei *et al*., 2004a, b; Jaymand *et al*., 2004; Yousefi *et al*., 2005; Babaei *et al*., 2007; Tabaei-Aghdaei *et al*., 2007; Yousefi *et al*., 2009; Kiani *et al*., 2010; Yousefi, 2019). وجود تنوع و تفاوت بین صفات مورد ارزیابی در ژنوتیپ‌های مختلف، زمینه لازم را برای اقدامات اصلاحی از جمله انتخاب ژنوتیپ برتر و دورگ‌گیری فراهم می‌کند. در ارزیابی قرابت و دوری بین ژنوتیپ‌های مختلف با یکدیگر، در طبقه‌بندی بر اساس نظام فیلوژنتیک، صفات زایشی مانند ویژگی‌های گل از ارزش بیشتری نسبت به صفات رویشی مانند ویژگی‌های برگ برخوردار هستند. علت اصلی این برتری این است که صفات زایشی کمتر از صفات رویشی

تحت تأثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند. بررسی همبستگی بین صفات از اهمیت بالایی برخوردار است، زیرا هنگامی که برای صفتی گزینش انجام می‌شود، لازم است به تأثیر آن صفت بر صفات دیگر توجه شود (Haghi Kashani *et al*., 2012). بهبود توأم همه صفات مناسبی که با یکدیگر همبستگی مثبت دارند، گام بلندی در اصلاح نباتات است. تعداد، ابعاد و وزن گلبرگ، مهم‌ترین اجزای عملکرد گل هستند و گزینش مستقیم روی این صفات همراه با میزان اسانس می‌تواند منجر به انتخاب ژنوتیپ‌های با عملکرد بالا شود.

مطالعه روی ۲۰ ژنوتیپ گل محمدی آشکار کرد که عملکرد گل در هر بوته به طور مستقیم با تعداد گل در هر بوته و تعداد شاخه در گیاه مرتبط است. همچنین، تعداد گل در هر بوته، تعداد گل در هر شاخه و تعداد شاخه گل‌دهنده در گیاه به عنوان مهم‌ترین اجزای تشکیل‌دهنده عملکرد گل در بوته در نظر گرفته می‌شوند (Singh and Kayiyar, 2001). آنالیز بیومتریک گل ۳۸ ژنوتیپ رز از مجموعه منابع ژنتیکی موجود در یکی از مناطق بلغارستان، حضور دو فنوتیپ مجزای گل را آشکار کرد که به طور معنی‌داری در وزن گل، تعداد گلبرگ و تعداد بساک متفاوت بودند (Rusanov *et al*., 2013). نتایج این پژوهش همانند نتایج پژوهش حاضر، تفاوت معنی‌داری را بین اسانس‌های ژنوتیپ‌های مختلف نشان نداد، اگرچه فراوانی برخی ترکیبات اسانس در دو گروه مجزا، متفاوت بود. این تفاوت در اسانس به منظور تولید صنعتی مواد گیاهی با کیفیت حائز اهمیت است. آنالیز تنوع ژنتیکی ۱۲ ژنوتیپ گل محمدی در ایران نشان داد که برخی ژنوتیپ‌های جمع‌آوری‌شده از نواحی مختلف، از نظر ژنتیکی با یکدیگر مرتبط و برخی از یکدیگر مجزا هستند (Pirseyedi *et al*., 2005). این موضوع نقش مؤثر شرایط اکولوژیکی در تغییر و تنوع ژنوتیپی گونه‌ها و ارقام مختلف را نشان می‌دهد. مطالعه روی ۲۶ ژنوتیپ جمع‌آوری‌شده از استان‌های فارس، اصفهان، کرمان، آذربایجان شرقی و خراسان رضوی نشان داد که ۱۴ ژنوتیپ در یک گروه قرار دارند که نشاندهنده شباهت ژنتیکی تعداد زیادی از ژنوتیپ‌های گل محمدی جمع‌آوری‌شده از استان‌های فارس، اصفهان و کرمان بود (Kiani *et al*., 2010). بررسی تنوع ژنتیکی ۱۲ ژنوتیپ محلی گل محمدی در استان کردستان نشان داد که بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ عملکرد گل و اجزای آن (ارتفاع گیاه، تعداد برگ، تعداد، طول، عرض، قطر و وزن گل و گلبرگ) اختلاف معنی‌داری وجود دارد که می‌تواند زمینه اقدامات اصلاحی برای بهبود عملکرد گل را فراهم نماید (Yousefi, 2019). در این بررسی مشخص شد که عملکرد گل با تعداد گل، ارتفاع گیاه، تعداد، طول و عرض برگ، قطر گل، وزن تر و خشک گل و گلبرگ همبستگی مثبت و معنی‌داری دارد.

مطالعه مورفولوژیک و فنولوژیک روی ۲۰ ژنوتیپ گل محمدی جمع‌آوری‌شده از نقاط مختلف ایران نشان داد که بین برخی از صفات مورد مطالعه مانند تعداد گل در بوته و عملکرد گل، رابطه مثبت قوی وجود دارد (Haghi Kashani *et al*., 2012). تغییر صفات تعداد گل در بوته و وزن تر هر گل، ۹۴ درصد تغییرات عملکرد گل در بوته را توجیه می‌کند. تعداد گل در بوته، بالاترین اثر مستقیم را بر عملکرد دارد. طبق نظر این محققان، تعداد گل در بوته و وزن تر گل می‌توانند به عنوان معیار مناسب برای عملکرد گل در هر ژنوتیپ گل محمدی در نظر گرفته شوند. در بررسی صفات عملکردی، مورفولوژیک و فنولوژیک ۴۸ ژنوتیپ این گل از سراسر ایران مشخص شد که اختلاف بین همه صفات مورد بررسی در بین سال‌های آزمایش و در بین ژنوتیپ‌های مختلف معنی‌دار بود (Yousefi *et al*., 2021). در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی استان کرمان، اختلاف معنی‌داری در عملکرد و اجزای عملکرد گل مشاهده شد (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007). نتایج تجزیه خوشه‌ای روی ۲۵ ژنوتیپ این گل کشت‌شده در استان کرمانشاه آنها را در ۴ ژنوتیپ مجزا قرار داد (Yousefi *et al*., 2016). نتایج حاکی از آن بود که تفاوت در مقدار ترکیبات اسانس، بیشتر تحت تأثیر عوامل محیطی و فیزیولوژیک قرار دارد. ارزیابی عملکرد و اجزای آن در ژنوتیپ‌ها در استان کرمان نشان داد که ژنوتیپ رفسنجان از نظر عملکرد گل نسبت به سایر ژنوتیپ‌ها برتری دارد (Kodori and Tabaei-Aghdaei, 2007). برخی مطالعات، تنوع قابل‌توجهی را در بازده اسانس و عملکرد اسانس در نمونه‌های مختلف گل محمدی نشان داده است (Batooli and Safaie-Ghomi, 2012; Yousefi and Jaimand, 2018). تفاوت مورفولوژیکی بین ژنوتیپ‌های مختلف این گل نشاندهنده وجود ژرم‌پلاسم و ظرفیت مناسب برای بهبود صفات و امکان گزینش بهترین ژنوتیپ‌ها با استفاده از مارکرهای مورفولوژیک در جهت افزایش عملکرد گل در کشور است (Tabaei-Aghdaei *et al*., 2005b).

نتیجه‌گیری کلی

یافته‌های این پژوهش نشان داد که بین ژنوتیپ‌های گل محمدی استان‌های گیلان، ایلام، گلستان، تهران و کاشان از لحاظ همه صفات مورد اندازه‌گیری اختلاف معنی‌داری وجود داشت. این اختلاف می‌تواند زمینه لازم را برای اقدامات اصلاحی در بهبود عملکرد گل فراهم کند. ژنوتیپ‌های با مقدار اسانس بالا در گلبرگ، دارای وزن و ابعاد گلبرگ بالاتری بودند. در مجموع؛ ژنوتیپ‌های ایلام و کاشان به عنوان ژنوتیپ‌های برتر برای برنامه‌های اصلاحی پیشنهاد می‌شوند.

منابع

1. 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: 12–19.
2. Batooli H. and Safaie-Ghomi J. 2012. Comparison of flower constituents of three *Rosa damascena* Mill. genotypes in Kashan region. Journal of Medicinal Plants 11 (9): 157–166.
3. Davazdah-Emami S. 2002. Identification of *Rosa damascena* cultivars in Kashan. Final Report of Research Project, Agricultural Research Center, Isfahan (In Persian).
4. 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).
5. Higuchi H., Sakuratani T. and Utsunomiya N. 1999. Photosynthesis, leaf morphology and shoot growth as affected by temperature in cherimoya (*Annaona chermola* Mill.) trees. Scientia Horticulturae 80: 91–104.
6. 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. Pajoohesh & Sazandagi 65: 86–91. (In Persian).
7. Kiani M., Zamani Z., Khalighi A., Fattahi Moghaddam M.R. and Kiani M.R. 2010. Collection and evaluation of morphological diversity of Damask rose genotypes of Iran. Iranian Horticultural Science Journal 41 (3): 223–233.
8. Kodori M.R. and Tabaei-Aghdaei S.R. 2007. Evaluation of flower yield and yield components in nine *Rosa damascena* Mill. accessions of Kerman Province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 23 (1): 100–110 (In Persian).
9. Kumar Pal 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.
10. Lichtenthaler H.K. and Buschmann, C. 2001. Chlorophylls and Carotenoids - Extraction, Isolation and Purification. Current Protocols in Food Analytical Chemistry (CPFA), (Supplement 1), Unit F4.2.1-F4.2.6 (2001) (John Wiley, New York).
11. Pirseyedi M., Mardi M., Davazdahemami S., Kermani M. and Mohamadi A. 2005. Analysis of the genetic diversity of 12 Iranian Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes using amplified fragment length polymorphism markers. Iranian Journal of Biotechnology 3: 225–230.
12. Rusanov K., Kovacheva N., Rusanova M. and Atanassov I. 2013. Flower phenotype variation, essential oil variation and genetic diversity among *Rosa alba* L. accessions used for rose oil production in Bulgaria. Scientia Horticulturae 161: 76–80.
13. Sefidkon F. 2017. The necessity of using cultivars and genotypes of *Rosa damascena*. Journal of Nature of Iran 3 (4): 88.
14. Singh S.P., Kayiyar R.S. 2001. Correlation and path analysis for flower yield in *Rosa damascena* Mill. Herb, Spices and Medicinal Plants 8 (1): 43–51.
15. Tabaei-Aghdaei S.R., Babaei A., Khosh-Khui M., Jaimand K., Rezaee M.B., Assareh M.H. and Naghavi M.R. 2007. Morphological and oil content variations amongst Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) landraces from different regions of Iran. Scientia Horticulturae 113: 44–48.
16. Tabaei-Aghdaei S.R. and Rezaei M.B. 2003. Study of flower yield variation in *Rosa damascena* L. genotypes of Kashan. Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Resources 9: 111–122.
17. Tabaei-Aghdaei S.R., Rezaei, M.B. and Jaimand K. 2003. Evaluation of genetic variation in floral parts and essential oils concentration of *Rosa damascena* genotypes collected from Kashan/Iran. Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Resources 11: 219–247.
18. Tabaei-Aghdaei S.R., Soleimani E., Jafari A.A. and Rezaei M.B. 2004a. Evaluation of flower yield and morphological characteristics of *Rosa damascena* Mill genotypes from west parts of Iran, using multivariate analysis. Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Resources 12: 203–220.
19. Tabaei-Aghdaei S.R., Sahebi M., Jafari A.A. and Rezaei M.B. 2004b. Evaluation of flower yield and morphological characteristics of 11 *Rosa damascena* Mill. using multivariate analysis. Iranian Journal of Medicine and Aromatic Plants 20: 199–211.

20. Tabaei-Aghdaei S.R., Soleimani E. and Jafari A.A. 2005b. Evaluation of morphological variation in *Rosa damascena* Mill genotypes from six central province of Iran. Iranian Journal of Medicine and Aromatic Plants 21: 233–246.
21. Timberlake C.F. 1980. Anthocyanins-occurrence, extraction and chemistry. Food Chemistry 5 (1): 69–80.
22. Yousefi B. 2019. Evaluation of genetic diversity of flower yield and its components in 12 local genotypes of *Rosa damascena* Mill. in Kurdistan province. Iranian Journal of Horticultural Science 50 (3): 723–732 (In Persian).
23. Yousefi B., Ghasempoor H.R., Yousefi B., Tabaeii Aghdaie S.R. and Jaimand K. 2016. Variations in chemical components of essential oils in 25 accessions of damask rose (*Rosa damascena* Mill.). Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 32 (1): 98–114.
24. Yousefi B. and Jaimand K. 2018. Chemical variation in the essential oil of Iranian *Rosa damascena* landraces under semi-arid and cool conditions. International Journal of Horticultural Science and Technology 5 (1): 81–92.
25. Yousefi B., Tabaei-Aghdaei S.R. and Amiri A. 2021. Study on yield and flower yield components, essential oil percentage, and some morphological and phonological traits in 48 different accessions of damask rose (*Rosa damascena* Mill.) in Kermanshah province. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research 37 (4): 612–627.
26. Yousefi B., Tabaei-Aghdaei S.R. and Assareh M.H. 2005. Study of cutting rhizogenesis and sapling growth variation in *Rosa damascena* genotypes in Kurdistan. Iranian Journal of Rangeland and Forest Plant Breeding and Genetic Resources 13: 1–27.
27. Yousefi B., Tabaei-Aghdaei S.R., Darvish F. and Assareh M.H. 2009. Flower yield performance and stability of various *Rosa damascena* Mill. landraces under different ecological conditions. Scientia Horticulturae 121 (3): 333–339.
28. 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 damascena* genotypes, Science-Research Periodical of Fragrant and Medicinal Herbs in Iran 23 (2): 195–203 (in Persian).

نسخه پیش انتشار

جدول ۱- آنالیز واریانس اثر ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی روی صفات اندازه‌گیری‌شده

Table 1. Analysis of variance of the effect of different Damask rose genotypes on measured traits.

		میانگین مربعات MS													
منبع تغییرات S.o.V	درجه آزادی df	کاروتنوئید Carotenoid	کلروفیل b Chl. b	کلروفیل a Chl. a	طول برگ Leaf length	ارتفاع بوته Plant height	اسانس گلبرگ Petal essence	آنتوسیانین گلبرگ Petal anthocyanin	سطح برگ Leaf surface	تعداد برچه Pistil number	تعداد پرچم Stamen number	عرض گلبرگ Petal width	طول گلبرگ Petal length	وزن گلبرگ Petal weight	تعداد گلبرگ Petal number
ژنوتیپ Genotype	4	6.19**	15.40**	21.80**	212.05**	962.10**	0.80**	0.31**	300.10**	1294.30**	14.82**	1.75**	65.50**	2.08**	614.60**
خطا Error	10	0.052	1.33	0.806	1.55	20.8	0.00006	0.0079	10.71	16.05	1.003	0.089	0.604	0.022	1.001
ضریب تغییرات (درصد) C.V. (%)	-	1.67	9.44	3.75	10.29	3.69	22.91	9.68	5.74	6.76	1.11	11.25	24.84	7.60	2.08

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱

**: Significant at the 0.01 probability level

جدول ۲- مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی روی صفات اندازه‌گیری‌شده

Table 2. Mean comparison of the effect of different Damask rose genotypes on measured traits.

ژنوتیپ Genotype	کاروتنوئید Carotenoid (µg/g)	کلروفیل b Chlorophyll b (µg/g)	کلروفیل a Chlorophyll a (µg/g)	طول برگ Leaf length (cm)	ارتفاع بوته Scion height (cm)	اسانس گلبرگ Petal essence (%)	آنتوسیانین گلبرگ Petal anthocyanin (µM/g)	سطح برگ Leaf surface (mm)	تعداد برچه Pistil number	تعداد پرچم Stamen number	عرض گلبرگ Petal width (cm)	طول گلبرگ Petal length (cm)	وزن گلبرگ Petal weight (g)	تعداد گلبرگ Petal number
ایلام Ilam	13.04b	9.50c	25.42a	10.00c	152.00a	0.042a	0.50c	68.70a	58.58b	95.40c	3.90a	3.80a	2.70a	42.65c
گلستان Golestan	13.05b	11.55b	24.56ab	12.70b	148.00a	0.024c	0.48c	55.40c	55.54b	110.70a	2.55ab	3.14ab	1.30b	40.60c
گیلان Guilan	12.34c	11.90b	23.77b	9.80c	120.00b	0.031b	0.78b	42.70d	43.80c	52.60d	1.90b	2.30b	1.50b	71.80a
تهران Tehran	13.64ab	12.65b	22.80d	14.20a	92.00d	0.034ab	1.03a	60.60b	93.50a	93.20c	2.40ab	3.10ab	1.95ab	34.60d
کاشان Kashan	15.98a	15.69a	23.00c	12.80b	105.00c	0.038a	1.21a	57.20c	44.90c	100.10b	2.50ab	3.30a	2.30ab	50.54b

در هر ستون میانگین‌هایی که دارای حروف همسان نیستند، در سطح احتمال ۵ درصد آزمون توکی، تفاوت معنی‌دار دارند.

Means with different letters on the same column are significantly different ($p < 0.05$) based on Tukey test.

جدول ۳- همبستگی ساده بین صفات اندازه‌گیری‌شده گل محمدی

Table 3. Simple correlation between measured traits of *Rosa damascena* Mill.

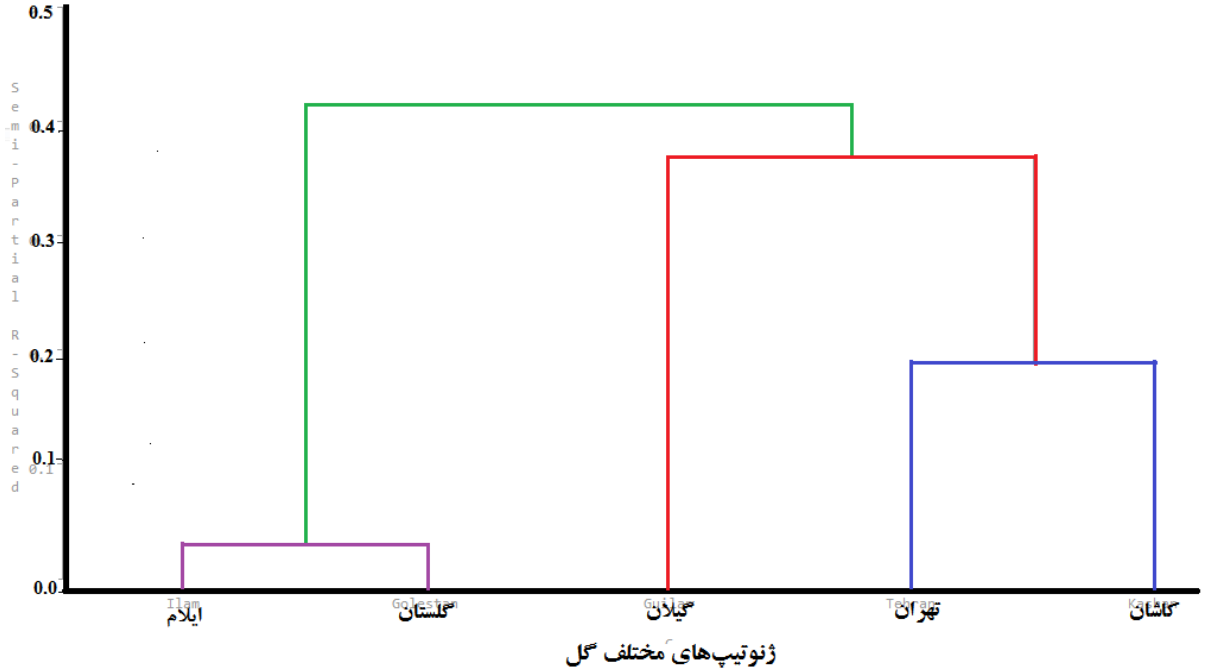
	کاروتن وئید Carotenoid	کلروفیل b Chlorophyll b	کلروفیل a Chlorophyll a	طول برگ Leaf length	ارتفاع بوته Scion height	اسانس گلبرگ Petal essence	آنتوسیانین گلبرگ Petal anthocyanin	سطح برگ Leaf surface	تعداد برچه Pistil number	تعداد پرچم Stamen number	عرض گلبرگ Petal width	طول گلبرگ Petal length	وزن گلبرگ Petal weight	تعداد گلبرگ Petal number
کاروتنوئید Carotenoid	1.000													
کلروفیل b Chlorophyll b	-0.273	1.000												
کلروفیل a Chlorophyll a	-0.723**	0.751**	1.000											
طول برگ Leaf length	-0.484**	0.755**	0.895**	1.000										
ارتفاع بوته Scion height	-0.850**	0.216	0.761**	0.460**	1.000									
اسانس گلبرگ Petal essence	-0.712**	0.083	0.203	0.078	0.258	1.000								
آنتوسیانین گلبرگ Petal anthocyanin	-0.803**	0.755**	0.961**	0.873**	0.690**	0.421*	1.000							
سطح برگ Leaf surface	0.078	0.184	-0.180	-0.466**	-0.092	0.142	-0.148	1.000						
تعداد برچه Pistil number	-0.076	0.970**	0.568**	0.618**	-0.018	0.037	0.590**	0.283	1.000					
تعداد پرچم Stamen number	-0.028	0.009	0.353*	0.594**	0.217	-0.410*	0.229	-0.922**	-0.112	1.000				
عرض گلبرگ Petal width	-0.669**	-0.156	0.135	-0.278	0.594**	0.622**	0.206	0.507**	-0.252	-0.576**	1.000			

نسخه پیش انتشار

طول گلبرگ Petal length	-0.058	0.182	0.429*	0.719**	0.145	-0.297	0.350*	-0.915**	0.079	0.968**	-0.646**	1.000		
وزن گلبرگ Petal weight	0.115	-0.048	-0.203	-0.556**	0.099	-0.142	-0.282	0.886**	-0.003	-0.723**	0.546**	-0.828**	1.000	
تعداد گلبرگ Petal number	-0.215	0.417*	0.353*	-0.016	0.457**	-0.096	0.245	0.750**	0.372*	-0.477**	0.511**	-0.528**	0.839**	1.000

** و * به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۰/۰۱ و ۰/۰۵

**: Significant at the 0.01 probability level



شکل ۱- گروه‌بندی ژنوتیپ‌های گل محمدی در تجزیه خوشه‌ای با استفاده از میزان اسانس و برخی صفات مورفولوژیک و فیزیولوژیک بر اساس روش Ward.

Figure 1- Grouping of *Rosa damascena* Mill. genotypes in cluster analysis using essence and some morphological and physiological traits based on the Ward method

نسخه پیش انتشار