

نشریه پژوهشی:

تأثیر تنوع محیطی بر عملکرد گل و اسانس ژنوتیپ‌های برتر گل محمدی (*Rosa damascena*) (مطالعه موردی: استان کردستان)

بایزید یوسفی^{۱*} و ارسلان فداکار^۲

۱. دانشیار، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران

۲. کارشناس کشاورزی و آب اتاق بازرگانی، صنایع، معادن و کشاورزی سنندج، سنندج، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۵/۲۱ - تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۱/۲۵)

چکیده

ارزیابی سازگاری محیطی جزو مهم‌ترین نیازهای ژنوتیپ‌های گل محمدی (*Rosa damascena*) به عنوان یکی از گونه‌های معطر و دارویی مهم کشور است. این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد گل و اسانس پنج ژنوتیپ برتر (IS8، IS4، IS3، KR2، IS4، IS8، YZ2) به مدت پنج سال (۱۳۹۰-۱۳۹۴) تحت دو شرایط اقلیمی سرد نیمه‌خشک (سقز) و نیمه‌مرطوب (مریوان) در کردستان بصورت کرت‌های خرد شده با سه تکرار اجراء شد. نتایج تفاوت معنی‌داری از لحاظ صفات عملکرد گل و اسانس بین مکان‌ها (L)، سال‌ها (Y) و ژنوتیپ‌ها (G) و نیز اثرات متقابل آنها نشان داد. میانگین کل بازده اسانس ۰/۰۲ درصد و عملکرد گل و اسانس برابر ۷۵۷/۲ کیلوگرم و ۱۸۸/۹ گرم در هکتار بود. عملکرد گل و اسانس ژنوتیپ‌ها در سقز بیشتر از مریوان، اما درصد اسانس آنها در مریوان بیشتر بود که موید آن است که در مناطق خنک‌تر، عملکرد گل بیشتر ولی نسبت اسانس گل کمتر است. در مجموع، سه ژنوتیپ KR2، IS8 و IS4 برای کاشت در کردستان و مناطق مشابه توصیه می‌شوند. با توجه به تنومندی و عملکرد بالای گل، ژنوتیپ KR2 با منشأ کردستان برای اهداف تولید گل و ژنوتیپ‌های گروه اصفهان مانند IS8 و IS4 برای تولید اسانس اولیه دارند. در کل، با لحاظ توأم صفات عملکردی تولید گل و اسانس ژنوتیپ‌های IS8، IS4 و KR2 برای مناطق سرد و نیمه‌خشک مانند سقز و IS4 و KR2 برای مناطق نیمه‌مرطوب مانند مریوان سازگاری بیشتری داشته و برای کاشت و توسعه گل محمدی توصیه می‌گردند.

واژه‌های کلیدی: سازگاری، گل محمدی (*Rosa damascena*)، مناطق نیمه‌خشک سرد، مناطق نیمه‌مرطوب.

Effect of environmental variation on the flower and essential oil yield of superior genotypes of *Rosa damascena* Mill. (case study: Kurdistan province)

Bayzid Yousefi^{1*} and Arsalan Fadakar²

1. Associate Professor, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran

2. Agriculture and Water Expert of Sanandaj Chamber of Commerce, Industries, Mines and Agriculture, Sanandaj, Iran

(Received: Aug. 11, 2020- Accepted: Feb. 13, 2021)

ABSTRACT

Environmental compatibility assessment is the most important needs of *Rosa damascena* genotypes as one of the most important aromatic and medicinal species in the country. The present project was conducted with the aim of evaluating the flower and essential oil yield of five superior genotypes for five years (2011-2015) under two climatic conditions of cold semi-arid (Saqez) and semi-humid (Marivan) in Kurdistan as split plot with three replications. The results showed significant difference for flower and essential oil yield between locations (L), years (Y) and genotypes (G), and their interactions. The total mean of essential oil ratio was 0.02 % and flower and essential oil yield were 757.2 kg/ha and 188.9 g/ha. The flower and essential oil yield of Saqez was more than Marivan, but essential oil ratio was more in Marivan, then it seems that flower yield to be higher in the cooler areas but essential oil ratio to be higher in warmer areas. In general, the genotypes of KR2, IS8 and IS4 are recommended for planting in Kurdistan and similar regions. Regarding to the fluctuation and high flower yield, KR2 genotype is recommended for the purpose of flower production, but Isfahan group of genotypes, such as IS8 and IS4 for essential oil purpose. With consideration of the combined yields of flowers and essential oils, the genotypes of IS8, IS4 and KR2 are recommended for cold and semi-arid areas such as Saqez, and the genotypes of IS4 and KR2 for the semi-humid regions similar to Marivan.

Keywords: Adaptation, cold and semi-arid area, *Rosa damascena*, semi-humid area.

* Corresponding author E-mail: bayzidyousefi@gmail.com

مقدمه

گل محمدی یا رز دمشق (Damask rose) با نام علمی *Rosa damascena* Mill. یکی از مهم‌ترین گونه‌های دارویی، معطره و زینتی است که در بسیاری از مناطق جهان مانند بلغارستان، هندوستان، ترکیه و ایران کاشت می‌گردد (Yousefi *et al.*, 2009a; Tabaei *et al.*, 2005). اگرچه نام علمی گونه (*damascena*) و نام انگلیسی آن Damask Rose اشاره به شهر دمشق در سوریه دارد، اما برخی گیاه‌شناسان (Chevallier, 1996; Lioyd, 1997) منشأ آن را به‌طور مستقیم ایران (پارس یا پرشیا) ذکر نموده‌اند. با توجه به اهمیت گونه گل محمدی به عنوان یک گونه چندمنظوره (اسانس دار، زینتی، داروئی و خوراکی) بومی در سال ۱۳۷۴ گل سرخ محمدی ایران توسط انجمن علوم باغبانی به عنوان گل ملی کشور برگزیده شد (Kaffi & Riazi, 2002). بخش‌های مختلف گل محمدی به‌ویژه گل‌های آن در صنایع دارویی، غذایی و معطره دارای کاربرد می‌باشند. از اسانس این گیاه در عطر درمانی و صنایع عطرسازی و آرایشی استفاده می‌شود. علاوه بر کاربرد اسانس در صنایع معطره، اخیراً برخی خصوصیات ارزشمند دیگر مانند خاصیت ضد آیدز (Mahmood *et al.*, 1996)، ضد باکتریایی (Basim & 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 & Baydar, 2004) و به این منظور، نیاز فوری به گسترش کشت *R. damascene* در جهان وجود دارد (Probir, 2013).

یکی از اهداف اساسی اصلاح نژاد گل محمدی تولید و معرفی ارقام با عملکرد گل و اسانس بالا است. با توجه به متنوع بودن شرایط اکولوژیکی مناطق مورد کشت گل محمدی در کشور و تاثیر عوامل محیطی بر عملکرد، سازگاری (Adaptation) و ثبات عملکرد ژنوتیپ‌ها نیز به‌اندازه خود عملکرد آنها اهمیت دارد. سازگاری، توان ژنتیکی بروز یک عملکرد بالا و پایدار در طیفی از محیط‌ها است و نتیجه انعطاف‌پذیری

ژنتیکی (Genetic Homestasis) است که ظرفیت مقاومت یک ژنوتیپ در برابر تغییرات محیطی است (Farshadfar, 1998). Kempton & Fox (1997) سازگاری را واکنش عملکرد بالای یک ژنوتیپ در مکان‌های متفاوت و یک اصطلاح با بعد فضائی و مکانی (Spatial Dimension) و پایداری را واکنش عملکرد بالای یک ژنوتیپ در زمان‌های متفاوت و یک اصطلاح با بعد زمانی (Time Dimension) تعریف نموده‌اند. آنها همچنین سازگاری را به دو نوع عمومی (General Adaptation) و خصوصی (Specific Adaptation) تفکیک و سازگاری عمومی را استعداد یک ژنوتیپ برای تظاهر خوب در طیفی از محیط‌ها و سازگاری خصوصی را استعداد یک ژنوتیپ برای تظاهر خوب در محیط یا محیط‌های محدودی تعریف نمودند که با تفکیک Simmonds (1979) هم مطابقت دارد. بنابراین، از دیدگاه اصلاح نباتات ژنوتیپ موفق، ژنوتیپی با عملکرد بالا است که برتری عملکرد آن در شرایط محیطی مختلف قابل اعتماد یعنی پایدار باشد. عوامل محیطی از نظر زمانی و مکانی دائماً در تغییرند و به طور پیوسته بین ژنوتیپ و محیط اثر متقابل وجود دارد. بنابراین مشکل اصلی به نژادگران تعیین برتری واقعی ارقام تولیدی و معرفی شده برای توصیه آنها جهت کشت تجاری می‌باشد.

مطالعات ارزشمندی در خصوص تنوع ژنتیکی و سازگاری برخی ژنوتیپ‌های گل محمدی از لحاظ بعضی صفات مانند عملکرد گل و اسانس در کشور انجام و تنوع قابل توجهی در میان جمعیت‌های گل محمدی در شرایط مختلف اکولوژیکی کشور برای برخی صفات مانند عملکرد و اجزای عملکرد گل و نیز مقدار روغن اسانس در کشور گزارش شده است (Tabaei-Aghdaei *et al.*, 2002, 2004, 2005; Jaymand *et al.*, 2004; Babaei *et al.*, 2007; Yousefi *et al.* 2005, 2009 a,b; Nazarolmolk *et al.*, 2017). در سال‌های اخیر به‌واسطه تنش‌های محیطی متعاقب تغییرات اقلیمی مانند خشکسالی‌های پی در پی، تنش گرما و تنش نوظهور گرد و خاک ناشی از خشکی زیست بوم‌ها و غیره ضرورت توجه به درختان و درختچه‌های بومی و متحمل به تنش‌های

مریوان) و نیز مناطق مشابه در سطح کشور اجراء شده است.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در دو منطقه اکولوژیکی استان کردستان (شهرستان‌های سقز و مریوان) با خصوصیات اکولوژیکی مندرج در جدول ۱ و در ۱۳۹۰ الی ۱۳۹۴ اجرا شد. ژرمپلاسم مورد استفاده در این بررسی شامل پنج ژنوتیپ برتر (شامل ژنوتیپ KR2 با منشأ کردستان، ژنوتیپ‌های IS3، IS4 و IS8 با منشأ اصفهان (کاشان) و ژنوتیپ YZ2 با منشأ یزد) گزینش شده از بین ۴۹ ژنوتیپ گل محمدی در تحقیقات پیشین (Yousefi *et al.*, 2016; Yousefi, 2009a) بود. آماده سازی زمین مزرعه تحقیقاتی در پاییز سال ۱۳۹۰ در هر دو شهرستان انجام و عملیات کاشت نهال‌های ریشه و ساقه یکساله (که در سال قبل با قلمه گیری از پایه های مادری در گلستان تحقیقاتی زاله سنندج تکثیر شده بودند) در تاریخ ۶ و ۷ اسفندماه سال ۹۰ در زمین اصلی در چاله‌هایی بابعاد یک متر قطر در یک متر عمق انجام شد. برای این منظور بستر کاشت با مخلوطی از خاک زراعی، ماسه و کود حیوانی به نسبت به ترتیب معادل ۵۰، ۲۵ و ۲۵ درصد تهیه و از هر ژنوتیپ به تعداد کافی نهال یکنواخت و سالم در دو منطقه در قالب طرح آماری کشتهای خرد شده (Split plots) با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و در هر تکرار تعداد نه پایه از هر ژنوتیپ با فاصله ۳×۳ متر کاشت گردید.

محیطی مانند گل محمدی افزایش یافته است، به‌گونه‌ای که سطح زیر کاشت آن از سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۳ بیش از دو برابر (از ۷۲۹۲ به ۱۵۳۱۵ هکتار) و تولید گلبرگ آن سه برابر (از 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).

استان کردستان با مساحت ۲۹۱۳۷ کیلومترمربع در غرب ایران، منطقه‌ای کوهستانی و جزء سلسله جبال زاگرس (شمالی) است. از اقلیم‌های نیمه‌خشک سرد با متوسط بارندگی ۲۵۰ تا ۳۰۰ میلی‌متر در نواحی شرقی (بیجار) تا اقلیم نیمه‌مرطوب معتدل با متوسط بارندگی حدود ۸۰۰ میلی‌متر (مریوان) در غرب در استان وجود دارد. متوسط بارندگی سالیانه استان ۵۰۳/۴ میلی‌متر و حجم کل نزولات سالانه حدود ۱۴ میلیارد مترمکعب است که بیش از ۵۰٪ آن از خارج می‌شود (OMPK, 2013; Hanafi & Hatami, 2018). کردستان یکی از مناطق مستعد کاشت گل محمدی در کشور است و توسعه کاشت این گونه در سال‌های اخیر بسیار چشمگیر بوده است (Yousefi *et al.*, 2009a).

با توجه به اهمیت گل محمدی و گسترش روزافزون آن در کشور و استان کردستان و ضرورت معرفی ژنوتیپ‌های با عملکرد گل و اسانس بالا، این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد گل و اسانس ژنوتیپ‌های برتر گزینش شده از تحقیقات پیشین (Yousefi *et al.*, 2009a) و معرفی برترین آنها برای دو منطقه اکولوژیکی مناسب و مستعد کاشت گل محمدی در استان کردستان (شهرستان‌های سقز و

جدول ۱. برخی خصوصیات اکولوژیکی مناطق اجرای تحقیق در استان کردستان.

Table 1. Some ecological characteristics of the studied areas of research in Kurdistan province.

Research site	Climatic factors*								Climate (Domartan)*	
	Annual temperature of the research site			Relative humidity (%)	Annual rainfall (mm)	Annual evaporation (mm)	Annual sunshine hours	Annual freezing days		
	Tmax. (°C)	Tmin. (°C)	Topt. (°C)							
Saqez	17.8	1.9	10.3	46	497.4	1241	2823	114	Semi-arid- Cold	
Marivan	21.6	6.9	13.7	58	788.4	1352	2725	85	Humid	
Research site	Geographic factors				Soile test results					
	Position in the province	Longitude (E)	Latitude (N)	Altitude (m)	Field slope (%)	pH	EC (dS m ⁻¹)	TNV (%)	Organic carbon(%)	Soil texture
	Saqez	West North	46 ° 19'	36 ° 12'	1440	8% West	7.5	0.92	16.75	3.02
Marivan	West	46 ° 24'	35 ° 26'	1220	5% East	7.2	0.42	6.75	1.02	Loam-sandy

* Hanafi & Hatami, 2014

مشخص و معرفی شد. در مراحل مختلف تجزیه و تحلیل آماری این تحقیق از نرم‌افزارهای آماری مختلف کامپیوتری مانند Excel، MSTAT-C و MINITAB استفاده گردید. 14

نتایج و بحث

مطابق جدول آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی (جدول ۲) میانگین کل متوسط وزن تر گل معادل ۲/۱۸ گرم (با دامنه برابر ۴/۰۳)، تعداد گل در پایه برابر ۲۹۰/۴۸ عدد (با دامنه برابر ۹۱۰/۰۲)، عملکرد گل پایه برابر ۶۸۱/۵۴ گرم با دامنه برابر ۳۹۶۹/۰۶ (۷۵۷/۱۹) کیلوگرم با دامنه ۴۴۰۹/۶۳ کیلوگرم در هکتار)، نسبت اسانس معادل ۰/۰۲ درصد (با دامنه برابر ۰/۰۳ درصد) و عملکرد اسانس پایه برابر ۰/۱۷ گرم با دامنه برابر ۰/۷۴ (۱۸۸/۸۷) گرم با دامنه ۸۱۷/۷۰ گرم در هکتار) بود. بین صفات مورد بررسی بالاترین ضریب تغییرات (CV) متعلق به عملکرد گل در پایه (۰/۸۸/۰۷) و کمترین آن (۰/۲۳/۶۶) مربوط به وزن تر گل بود. میانگین عملکرد گل و بازده اسانس در این تحقیق کمتر از میانگین آن در سطح کشور بود (Yousefi *et al.*, 2009b; Yousefi & Tabaei, 2019).

جدول ۳ تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در دو مکان سقز و میروان و دو سال (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) به صورت اسپلیت - اسپلیت پلات در زمان را نشان داده است. مطابق آن، بین دو مکان سقز و میروان (L) از لحاظ صفات تعداد گل در پایه و نسبت یا بازده اسانس در سطح احتمال ۱٪ و از نظر عملکرد گل پایه در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما صفات وزن تر گل و عملکرد اسانس در پایه بین دو منطقه اختلاف معنی‌داری نشان ندادند. بین پنج ژنوتیپ برتر گل محمدی مورد بررسی در این تحقیق (G) شامل ژنوتیپ‌های KR2، IS3، IS4، IS8 و YZ2 هم از نظر صفات تعداد گل در پایه، بازده اسانس و عملکرد اسانس در پایه در سطح احتمال ۱٪ و از لحاظ عملکرد گل پایه در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما وزن تر گل بین ژنوتیپ‌های گل محمدی اختلاف معنی‌داری نشان نداد. مطابق جدول ۳، اثر متقابل

هر کرت آزمایشی مشتمل بر نه پایه با فاصله ۳×۳ متر (۱۱۱۱ پایه در هکتار) بود. شرایط آزمایش به صورت طبیعی و عملیات داشت مزرعه (آبیاری قطره‌ای، وجین به صورت دستی و غیره) به صورت معمول و در زمان مقتضیه صورت یکنواخت در هر سال و منطقه انجام گردید. اندازه گیری و ارزیابی صفات مورد نظر (عملکرد گل و اسانس) در پایه به تفکیک ژنوتیپ، تکرار، منطقه و سال به صورت یکنواخت در مزارع تحقیقاتی در سال‌های چهارم و پنجم (۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) انجام گردید. عملکرد گل در پایه از ضرب متوسط وزن گل پایه در تعداد گل آن برآورد گردید. برای برآورد متوسط وزن تر گل، در هر پایه در اواسط دوران گلدهی، تعداد ۱۰ گل از بخش میانی پایه در اول صبح برداشت و با ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم توزین و میانگین آن به عنوان متوسط وزن گلپایه منظور گردید. تعداد گل روی پایه از طریق شمارش کامل و مستقیم تعداد گلها و غنچه‌های پایه برآورد گردید. استخراج اسانس با روش تقطیر با آب (HD) و حلال (دی اتیل اتر) انجام شد. برای این منظور، ۵۰۰ گرم گل تازه هر ژنوتیپ (به تفکیک تکرار، سال و منطقه) به مدت ۹۰ دقیقه (۱/۵ ساعت) برای استخراج اسانس در دستگاه قرار داده شد. اسانس بدست آمده توسط سولفات سدیم (Na₂SO₄) خشک (آبگیری) و به وسیله ترازوی دیجیتالی با دقت هزارم گرم گردید. بازده اسانس از تقسیم وزن اسانس بر وزن گل اولیه مورد استفاده (۵۰۰ گرم) محاسبه و عملکرد اسانس پایه هم از ضرب بازده اسانس آن در عملکرد گل پایه برآورد گردید.

برای تعیین تنوع بین مناطق، ژنوتیپ‌ها و سال‌های مورد مطالعه و همچنین وجود اثر متقابل ژنوتیپ×سال، ژنوتیپ×مکان و ژنوتیپ×سال×مکان از نظر صفات مورد بررسی، تجزیه واریانس مرکب (Combined analysis of variance) به صورت اسپلیت-اسپلیت پلات در زمان (Split-Split plot in times) بر روی داده‌ها اعمال گردید. میانگین صفات با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan's Multiple Range Test) مورد مقایسه قرار گرفته و در نهایت ژنوتیپ‌های سازگار و پرمحصول برای هر منطقه

نمایانگر رشد موزون یک گونه گیاهی چند ساله مانند گل محمدی است به طوری که با افزایش ارتفاع و قطر و سطح سایه انداز یا کانوپی گیاه، پایه گیاه تنومندتر شده و تعداد گل و حتی اندازه و وزن گل‌های آن و بالتبع عملکرد گل آن افزایش می‌یابد. از آنجا که اسانس یک فرآورده بیوشیمیایی گل محمدی است احتمالاً کمیت و کیفیت بالای اسانس هم در این گونه تابع شرایط سنی مشخصی بوده و یا در یک دامنه سنی معین به حد اکثر برسد. این نتیجه هم طبیعی و مورد انتظار بود زیرا علاوه بر تاثیر تغییرات بسیار زیاد شرایط اقلیمی سنواتی، بسیاری از صفات باستانی برخی صفات خاص مانند متوسط وزن تر گل و بازده اسانس که تا حدی ماهیت سالانه داشته و نسبت به صفات دیگر کمتر در معرض تغییرات زمانی (سنواتی) هستند، اغلب صفات مورفولوژیکی مانند ارتفاع گیاه، تعداد گل و عملکرد گل در پایه به شدت تابع سن گیاه می‌باشند و بسیار طبیعی است که مثلاً تعداد گل و عملکرد گل یک پایه سه ساله کمتر از یک پایه پنج ساله باشد. در واقع در گونه‌های چند ساله مانند گل محمدی اثر سن با سال در خصوص این صفات اختلاط می‌شود.

مکان × ژنوتیپ (GL) فقط برای صفت تعداد گل در پایه معنی‌دار ($P \leq 0.05$) بود و برای بقیه صفات اختلاف معنی‌داری نشان نداد. تمام صفات مورد بررسی شامل متوسط وزن تر گل، تعداد گل در پایه، عملکرد گل پایه، بازده اسانس و عملکرد اسانس پایه بین پایه‌های چهارساله و پنج ساله گل محمدی (سال‌های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴) (Y) اختلافات بسیار معنی‌داری نشان دادند. بین اثرات متقابل مکان × سال (LY) از لحاظ صفات مورد بررسی باستانی بازده اسانس، اختلافات معنی‌داری ($P \leq 0.01$) وجود داشت اما اثر متقابل ژنوتیپ × سال (GY) فقط برای صفات نسبت اسانس در سطح احتمال ۵٪ و عملکرد اسانس در پایه در سطح ۱٪ معنی‌دار بود. همچنین اثر متقابل سه گانه مکان × ژنوتیپ × سال (LGY) هم برای هیچکدام از صفات معنی‌دار نبود (جدول ۳).

جدول ۴، مقایسه میانگین‌های صفات با آزمون دانکن ($P \leq 0.05$) در سال‌ها، مکان‌ها و ژنوتیپ‌های مورد بررسی را نشان داده است. بر اساس نتایج جدول مذکور، میانگین تمام صفات مورد بررسی در پایه‌های چهارساله به طور معنی‌داری ($P \leq 0.01$) کمتر از میانگین پایه‌های پنج ساله گل محمدی بود. این امر

جدول ۲. آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی ژنوتیپ‌های گل محمدی (بر اساس میانگین کل).

Table 2. Descriptive statistics of studied traits of the *Rosa damascena* genotypes (based on the total mean).

Traits statistics	Flower fresh weight (g)	Flower number per plant	Flower yield		Essential oil ratio (%)	Essential oil	
			per plant (g)	ha (kg)		per plant (g)	ha (g)
Mean	2.18	290.48	681.54	757.19	0.02	0.17	188.87
Coefficient of variation (CV)	23.66	68.27	88.07	88.09	38.27	79.48	79.48
Minimum	0.93	7.00	10.19	11.32	0.00	0.004	4.44
Maximum	4.97	917.02	3979.25	4420.95	0.03	0.74	822.14
Range	4.03	910.02	3969.06	4409.63	0.03	0.74	817.70

جدول ۳. نتایج تجزیه واریانس اثر مکان، ژنوتیپ و سال بر برخی صفات گل محمدی.

Table 3. Results of variance analysis effect of location, genotype and year on some traits of *Rosa damascene*.

Source of variation	df	Mean of squares				
		Flower fresh weight	Flower number per plant	Flower yield per plant	Essential oil ratio ¹	Essential oil per plant
Location (L)	1	0.00028 ^{ns}	330474 ^{**}	2687829 [*]	0.051242 ^{**}	0.026027 ^{ns}
Error a (R/L) (Ea)	4	0.33153	27161	356565	0.000927	0.009346
Genotype (G)	4	0.06553 ^{ns}	20577 ^{**}	164025 [*]	0.037560 ^{**}	0.035579 ^{**}
Location × genotype (LG)	4	0.05786 ^{ns}	17830 [*]	64902 ^{ns}	0.002691 ^{ns}	0.003192 ^{ns}
Error b (G×R/L) (Eb)	16	0.07989	3685	41256	0.0033414	0.006880
Year (Y)	1	1.5041 ^{**}	487352 ^{**}	7596656 ^{**}	0.013676 ^{**}	0.352968 ^{**}
Location × year (LY)	1	2.9008 ^{**}	179896 ^{**}	2967636 ^{**}	0.000806 ^{ns}	0.092886 ^{**}
Genotype × year (GY)	4	0.0009 ^{ns}	8926 ^{ns}	60954 ^{ns}	0.003725 [*]	0.011109 ^{**}
LGY	4	0.0021 ^{ns}	5412 ^{ns}	38265 ^{ns}	0.000872 ^{ns}	0.001755 ^{ns}
Error c (Ec)	20	0.05772	4816	46408	0.0008518	0.003664
Total	59	-	-	-	-	-

*، ** و ns: به ترتیب تفاوت معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و نبود تفاوت معنی‌دار.

۱. اعداد اصلی در ۱۰۰۰ ضرب شده است.

*، **، ns: Significantly difference at 5 and 1% of probability level, and non-significantly difference, respectively.
1: The primary data are multiplied by 1000.

جدول ۴. مقایسه میانگین اثر مکان، سال و اثر متقابل مکان و سال بر برخی صفات گل محمدی.

Table 4. Mean comparison effect of location, year and interaction effect of location and year on some traits of *Rosa damascene*.

Location	Year	Flower fresh weight	Flower number per plant	Flower yield		Essential oil ratio	Essential oil	
				per plant (g)	ha (kg)		per plant (g)	ha (g)
*	2014	2.15 b	246.91 b	529.98 b	588.81 b	0.018 b	0.094 b	104.43 b
*	2015	2.48 a	487.44 a	1252.31 a	1391.32 a	0.021 a	0.250 a	277.75 a
Saqez	*	2.16 a	353.55 a	847.38 a	941.44 a	0.016 b	0.193 a	214.42 a
Marivan	*	2.19 a	224.97 b	509.27 b	565.80 b	0.022 a	0.150 a	166.65 a
Saqez	2014	1.93 c	266.73 c	519.94 c	577.65 c	0.014 b	0.076 c	84.44 c
Marivan	2014	2.38 b	226.91 c	539.63 c	599.53 c	0.018 b	0.112 c	124.43 c
Saqez	2015	2.69 a	614.87 a	1680.35 a	1866.87 a	0.021 a	0.309 a	343.30 a
Marivan	2015	2.26 b	355.08 b	807.69 b	897.34 b	0.023 a	0.187 b	207.76 b

* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* In each column, means with similar letters are not significantly different at 5% probability level.

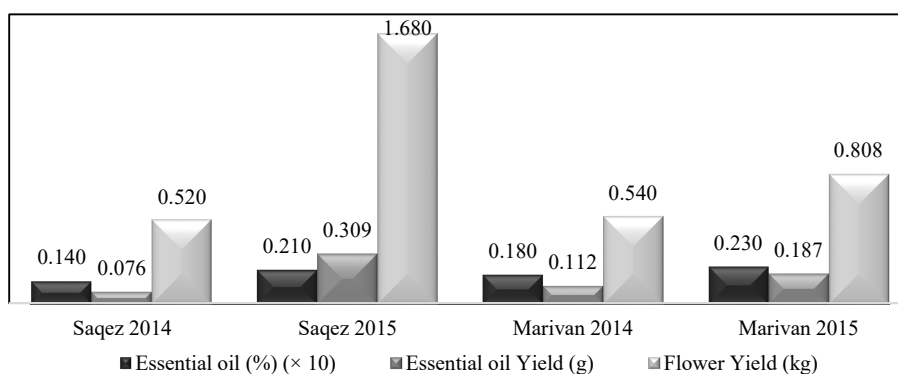
درجه (مرداد ماه ۱۳۶۳) گزارش شده است. حداقل رطوبت نسبی هوا ۵٪ (مردادماه ۱۳۶۰) و حداکثر آن ۹۰٪ (دی‌ماه ۱۳۶۳) اعلام شده است. متوسط دمای بهینه منطقه ۱۷/۷۸، متوسط دمای کمینه ۱/۹۳ و متوسط دمای بهینه منطقه ۱۰/۳ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه با میانگین ۴۹۷/۴ میلی‌متر می‌باشد در حالی که آب و هوای مریوان نیمه‌مرطوب و رطوبت نسبی آن (۵۸٪) بالاتر از بقیه نقاط استان است. متوسط روزهای یخبندان در این شهرستان حدود ۸۵ روز اعلام شده است. متوسط دمای بهینه منطقه ۲۱/۶، دمای کمینه ۶/۹ و متوسط دمای بهینه منطقه ۱۳/۷ درجه سانتی‌گراد گزارش شده است (OMP, 2018; Hanafi & Hatami, 2013). مریوان در بین شهرستان‌های استان دارای بیشترین بارندگی (۷۸۸ میلی‌متر) و طول دوره یخبندان در این منطقه کوتاه‌تر و متوسط دما در آن بیشتر از بقیه نقاط استان است. علاوه بر آن ساختمان و ساختار خاک مزرعه سقز بسیار بهتر از خاک مزرعه مریوان بود. Omid *et al.* (۲۰۲۰) تاثیر تنش شوری بر ویژگی‌های مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی و کاهش رشد گل محمدی را گزارش نمودند. Yousefi *et al.* (2009b) هم در تجزیه پایداری عملکرد اکسسشن‌های مختلف گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) در شرایط مختلف اکولوژیکی ایران اختلاف معنی‌داری را بین مکان‌های مختلف برای صفات مختلف گل محمدی اعلام کردند. بنابراین تنوع شرایط مکانی، علاوه بر مکان‌های گسترده حتی در مکان‌های کوچک (مانند دو منطقه در یک استان)، تاثیر معنی‌دار بر

بین دو مکان سقز و مریوان هم، میانگین صفات تعداد گل در پایه و عملکرد گل پایه در سقز به طور معنی‌داری بیشتر از مریوان بود اما میانگین بازده اسانس برعکس در مریوان (۰/۰۲۲ درصد) بیشتر از سقز (۰/۰۱۶ درصد) بود. همچنین میانگین وزن تر گل در مریوان بیشتر از سقز و عملکرد اسانس در پایه برعکس در سقز بیشتر بود. بین چهار محیط (ترکیب مکان-سال) مورد بررسی محیط سقز-۱۳۹۴ از لحاظ اغلب صفات مورد بررسی برتری معنی‌داری ($P \leq 0.01$) را نسبت به محیط‌های دیگر نشان داد اما فقط از نظر بازده اسانس محیط مریوان-۱۳۹۴ با بازده ۰/۰۲۳ درصد بیشتر از بقیه محیط‌ها بود (جدول ۴ و شکل ۱). وجود تنوع و اختلاف بین دو مکان مورد بررسی در این تحقیق (مناطق سقز و مریوان در استان کردستان) از لحاظ اغلب صفات مورد مطالعه (به ویژه صفات با درجه تاثیر پذیری محیطی بیشتر مانند تعداد و عملکرد گل در پایه) دور از انتظار نبود. مطابق جدول ویژگی‌های اکولوژیکی (جدول ۱) منطقه سقز جزء مناطق نیمه‌خشک بسیار سرد (در بسیاری از سال‌ها، سقز جزء سردترین نقاط کشور است) با ۱۱۴ روز یخبندان سالانه، بارندگی سالانه حدود ۴۹۷ میلی‌متر و ۴ ماه خشک در سال می‌باشد. فاصله بین کمترین و بیشترین مقادیر کمیت‌های اقلیمی در سقز بسیار بیشتر از مریوان است. اختلاف دما در زمستان و تابستان در سقز زیاد و به حدود ۷۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد. برودت هوا در زمستان تا ۳۲- درجه سانتی‌گراد (دی‌ماه ۱۳۵۵) و گرمای تابستان تا ۴۱

۲/۲۹ و ۲/۱۲ گرم) در بین ژنوتیپ‌ها بودند. وجود تنوع معنی‌دار بین پنج ژنوتیپ برتر گل محمدی مورد بررسی در این تحقیق شامل ژنوتیپ‌های IS4، IS3، IS8، YZ2 و IS8 هم از نظر صفات تعداد و عملکرد گل در پایه و بازده و عملکرد اسانس در پایه، نشان دهنده وجود تنوع ژنتیکی مناسب و امکان اصلاح و بهبود ژنتیکی ژنوتیپ‌ها از طریق روش‌های اصلاحی مانند گزینش می‌باشد. وجود اختلاف معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گل محمدی برای صفاتی مانند عملکرد و اجزای عملکرد گل و اسانس و نیز ترکیبات اسانس توسط بسیاری از محققین (Tabaei-Aghdaei *et al.*, 2002, 2004, 2005; Jaymand *et al.*, 2004; Babaei *et al.*, 2007; Kazemi *et al.*, 2007; Zeinali *et al.*, 2007; Yousefi *et al.*, 2005, 2009 a,b; Haghi Kashani *et al.*, 2012) گزارش شده است.

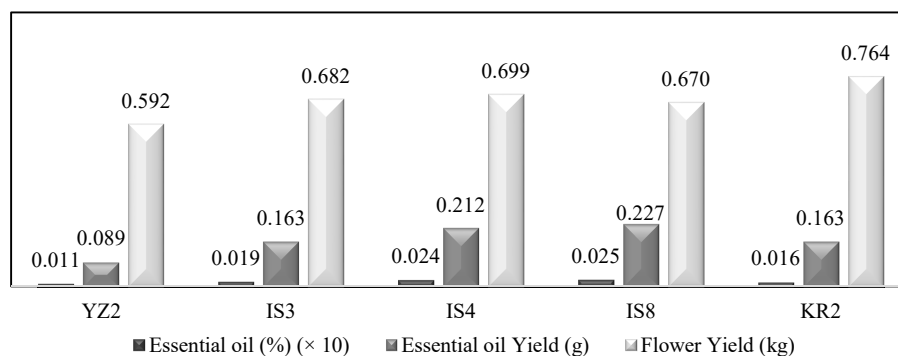
عملکرد گل و اسانس و اجزای آنها در ژنوتیپ‌های گل - محمدی دارد.

چنانچه قبلاً اشاره گردید، بین ژنوتیپ‌های گل محمدی مورد بررسی در این تحقیق از نظر صفات تعداد گل در پایه، بازده اسانس و عملکرد اسانس در پایه در سطح احتمال ۱٪ و از لحاظ عملکرد گل پایه در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار وجود داشت اما وزن تر گل بین ژنوتیپ‌ها اختلاف معنی‌داری نشان نداد. بین پنج ژنوتیپ برتر گل محمدی مورد بررسی در این تحقیق (YZ2، IS8، IS4، IS3، KR2)، ژنوتیپ KR2 دارای بالاترین میانگین تعداد گل و عملکرد گل در پایه (به ترتیب معادل ۳۴۱/۰۱ عدد و ۷۶۴/۴۵ گرم)، ژنوتیپ IS8 دارای بیشترین میانگین بازده و عملکرد اسانس در پایه (به ترتیب معادل ۰/۰۲۵ و ۰/۲۲۷ گرم) بودند (جدول ۵ و شکل ۲) همچنین ژنوتیپ IS4 دارای سنگین‌ترین و KR2 دارای سبک‌ترین گل (با میانگین وزن تر گل به ترتیب برابر



شکل ۱. درصد اسانس، عملکرد گل و اسانس گل محمدی در محیط‌های (مکان-سال) مختلف.

Figure 1. Percentage of essential oil, flower and essential oil yield of *Rosa damascena* in different environments (location - year).



شکل ۲. میانگین درصد اسانس، عملکرد گل و اسانس در ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل محمدی.

Figure 2. Mean percentage of essential oil, flower and essential oil yield in the studied genotypes of *Rosa damascena*.

جدول ۵. مقایسه میانگین اثر ژنوتیپ بر برخی صفات گل محمدی.

Table 4. Mean comparison effect of genotype on some traits of *Rosa damascena* genotypes.

Genotypes	Flower fresh weight	Flower number per plant	Flower yield		Essential oil Ratio	Essential oil	
			per plant (g)	ha (kg)		per plant (g)	ha (g)
YZ2	2.16 a	252.03 b	591.95 b	657.66 b	0.011 c	0.089 b	98.88
IS3	2.16 a	286.36 ab	682.31 ab	758.05 ab	0.019 b	0.163 ab	181.09
IS4	2.29 a	283.28 b	699.10 ab	776.70 ab	0.024 a	0.212 a	235.53
IS8	2.14 a	289.89 ab	669.98 ab	744.35 ab	0.025 a	0.227 a	252.20
KR2	2.12 a	341.01 a	764.45 a	849.30 a	0.016 b	0.163 ab	181.09

* در هر ستون میانگین‌های با حداقل یک حرف مشترک، تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد ندارند.

* In each column, means with similar letters are not significantly different at 5% probability level.

نتیجه گیری کلی

مطابق نتایج حاصله، میانگین صفات تعداد گل و عملکرد گل و اسانس در پایه و هکتار در سقز به طور معنی‌داری بیشتر از مریوان بود اما میانگین بازده اسانس برعکس در مریوان (۰/۲۲ درصد) بیشتر از سقز (۰/۱۶ درصد) بود. بنابراین می‌توان استنباط نمود که عملکرد گل و اجزاء آن در مناطق نیمه‌خشک و سرد (مانند سقز) بالاتر از مناطق نیمه‌مرطوب و گرم تر (مانند مریوان) است اگر چه، بازده اسانس برعکس، در مناطق گرم‌تر بیشتر بوده است اما به واسطه عملکرد بالای گل، عملکرد اسانس هم در مناطق نیمه‌خشک و سرد مانند سقز بیشتر بوده است. در مجموع منطقه سقز و مناطق مشابه بر منطقه مریوان و مناطق مشابه برای کاشت گل محمدی ارجحیت دارد. وجود اختلاف معنی‌دار برای عملکرد گل و اسانس، بازده اسانس و اجزاء عملکرد گل (تعداد و وزن گل) بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به‌واسطه تعلق آنها به مناطق مختلف اکولوژیکی و اقلیم‌های متنوع و شرایط متفاوت اکولوژیکی مکان‌های تحقیق (سقز با اقلیم سرد و نیمه‌خشک و مریوان با اقلیم گرم و نیمه‌مرطوب) و نیز با توجه به دگرگشتی و هتروزیگوستی بالای گونه گل محمدی قابل انتظار بود. به‌عنوان نتیجه نهایی در مجموع سه ژنوتیپ گل‌محمدی KR2، IS8 و IS4 برای کاشت در استان کردستان توصیه می‌گردد. با توجه به تنومندی و عملکرد بالای گل، ژنوتیپ KR2 برای اهداف حفاظت خاک و تولید گل در استان کردستان و مناطق مشابه می‌تواند معرفی گردد اما برای هدف خاص تولید اسانس، اولویت با ژنوتیپ‌های گروه اصفهان به ویژه IS8 و IS4 می‌باشد. همچنین با لحاظ توأم صفات عملکردی تولید گل و اسانس ژنوتیپ‌های IS8، IS4 و KR2 برای مناطق سرد و

یکی از نتایج مهم تحقیق حاضر، پیشسازی ژنوتیپ KR2 با منشأ کردستان از لحاظ تعداد گل (۳۴۱/۰۱ عدد در پایه) و عملکرد گل در پایه و هکتار (به ترتیب معادل ۷۶۴/۴۵ گرم و ۸۴۹/۳۰ کیلوگرم) بود. اما از لحاظ بازده اسانس، با نسبت ۰/۰۰۱۶ (۰/۱۶ درصد) بعد از ژنوتیپ‌های گروه اصفهان IS3، IS4 و IS8 (به ترتیب با بازده اسانس برابر ۰/۰۲۵، ۰/۰۲۴ و ۰/۰۱۹ درصد) در رتبه چهارم قرار داشت. همچنین ژنوتیپ KR2 از نظر دومین صفت مهم کاربردی در گل محمدی یعنی عملکرد اسانس (معادل ۰/۱۶۳ گرم در پایه و ۱۸۱/۰۹ گرم در هکتار) هم‌ردیف ژنوتیپ IS3 و بعد از ژنوتیپ‌های گروه اصفهان IS8 و IS4 (به ترتیب با عملکرد اسانس برابر ۰/۲۲۷ و ۰/۲۱۲ گرم در پایه و ۲۵۲/۲۰ و ۲۳۵/۵۳ گرم در هکتار) در رتبه سوم قرار داشت. ژنوتیپ‌های برتر گل محمدی گروه اصفهان (IS8، IS4 و IS3) در این تحقیق با منشأ کاشان بودند. منطقه کاشان به عنوان یکی از قدیمی‌ترین مراکز اصلی پرورش گل محمدی و تولید گلاب در ایران است. بنابراین گزینش‌های دوره‌ای (Recurrent selection) طولانی مدت باغداران منطقه کاشان در انتخاب پایه‌های گل محمدی خوشبو و با عملکرد گل بالا منجر به بهبود توأم صفات عملکرد گل و عطر و بوی مناسب (کمیت و کیفیت اسانس) در طی زمان شده است. ذکر این نکته ضروری است که کردستان یکی از مناطق با ذخیره ژنتیکی غنی برای اکثر گونه‌های گیاهی از جمله خویشاوندان وحشی گل محمدی است به طوریکه Yousefi et al. (2005) در استان کردستان علاوه بر *Rosa damascena* حداقل ۶ گونه دیگر از جنس *Rosa* شامل گونه‌های *Rosa foetida*، *R. moschata*، *R. canina*، *R. persica*، *R. orientalis*، *R. elymatica* را ذکر نموده‌اند.

نیمه خشک (مانند سقز) و ژنوتیپ‌های IS4 و KR2 برای
 خصوصی بیشتری داشته و برای کاشت و توسعه گل
 محمدی در این مناطق توصیه می‌گردند. مناطق نیمه مرطوب و گرم‌تر (مانند مریوان) سازگاری

REFERENCES

- Achuthan, C. R., Babu, B. H. & 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. & 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. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-7-12>
- Basim, E. & Basim, H. (2003). Antibacterial activity of *Rosa damascena* essential oil. *Fitoterapia*, 74, 394-396.
- Baydar, H. & Baydar, N. G. (2004). The effects of harvest date, fermentation duration and Tween 20 treatment on essential oil content and composition of industrial oil rose (*Rosa damascena* Mill.). *Industrial Crops and Product*, 21, 251-255.
- Chevallier, A. (1996). *The encyclopedia of medicinal plants*. Dorling Kindersely, London, 336p.
- Jaymand, K., Rezaei, M. B., Tabaei Aghdaei, S. R. & Barazandeh, M. M. (2004). Evaluation of rose essential oil of different areas of Isfahan province. *Pajooheh & Sazandagi*, 65, 86-91. (In Farsi).
- Farshadfar, E. (1998). *The application of quantitative genetics in plant breeding* (Vol 2). Taq-Bostan Press, Kermanshah, Iran. 396p. (In Farsi)
- Haghi Kashani, A., Arab, M., Tabaei Aghdaei, S. R. & Zeinali, H. (2012). The relationship between flower yield and yield components in Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) in different region of Iran. *Journal of Crop Improvement*, 14 (1), 13-19. (in Farsi).
- Hanafi, A. & Hatami, I. (2013). Preparation of Kurdistan province climate map using geographic information systems. *Quarterly Journal of Geographic Information Technology Sepehr*, 22, 28-24.
- Kazemi, M., Tabaei Aghdaei, S. R., Shaykholeslami, M. A. & 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 Farsi)
- Kempton, R. A. & Fox, P. N. (1997). *Statistical methods for plant variety evaluation*. Chapman & Hall, London.
- Mahmood, N. S., Piacente, C., Pizza, A., Bueke, A., Khan, I. & Hay, A. J. (1996). The anti- HIV activity and mechanisms of action of pure compounds isolated from *Rosa damascene*. *Biochemical and biophysical research communications*, 229, 73-79.
- Nazarolmolk, E., Zahedi, B. & Zeinali, H. (2017). Relations between flower yield and its components in 10 genotypes of damask rose in Golpayegan. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 48(2), 243-249. (in Farsi).
- Ozkan, G., Sagdic, O., Baydar, N. G. & Baydar, H. (2004). Antioxidant and anti-bacterial activities of *Rosa damascena* flower extracts. *Food Science and Technology International*, 10, 277-281.
- Omidi, M., Khandan-Mirkohi, A., Kafi, M. & Zamani, Z. (2020). Effect of salinity stress on some morphology and physiology indices of Damask Rose Kashan genotype. *Iranian Journal of Horticulture Science*, 51(1), 1-17. (in Farsi).
- OMPK (Organization of Management and Planning of Kurdistan Province). (2018). *Statistical yearbook of Kurdistan province*. 308 pages.
- 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.
- Sefidkon, F. (2017). The necessity of using cultivars and genotypes of *Rosa damascene*. *Journal of Nature of Iran*, 3(4), 88. (In Farsi).
- Tabaei Aghdaei, S. R., Rezaei, M. B. & 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 Farsi).
- Tabaei Aghdaei, S. R. Farhangian, S. & 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 Farsi).
- 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.

22. Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S. R. & 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. *Journal of Genetic Research on Rangeland and Forest Plants in Iran*, 13 (1), 27-1. (In Farsi).
23. Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S. R. & Assareh, M. H. (2009a). *Adaptation study of Rosa damascena* Mill accessions in Kurdistan. Final report of Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), No: 4990, 82p. (In Farsi).
24. Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S. R., Darvish F. & Assareh, M.H. (2009b). Flower yield performance and stability of various *Rosa damascena* Mill. landraces under different ecological conditions. *Scientia Horticulturae*, 121, 333-339.
25. Yousefi, B. (2016). Screening of *Rosa damascena* Mill. landraces for flower yield and essential oil content in cold climate. *Folia Horticulturae*, 28(1), 31-40.
26. Yousefi, B. & Tabaei-Aghdaei, S. R. (2019). Comparison of stability parameters for the detection of stable and high essential oil yielding landraces of *Rosa damascena* Mill. *Journal of Ornamental Plants*, 9(4), 291-302.
27. Zeinali, H., Tabaei Aqdaei, S. R., Askarzadeh, M., Kianipour, A. & Abtahi, S. M. (2007). Study the relationship between yield and flower yield components in genotypes of *Rosa damascena* Mill., *Science-Research Periodical of Fragrant and Medicinal Herbs in Iran*, 23(2), 195-203. (In Farsi).