

Path analysis of flower yield and its components in Iranian *Rosa damascena* genotypes

Bayzid Yousefi

Associate professor, Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran, E mail: bayzidyousefi@yahoo.com

Received: 24.10.2022

Accepted: 25.06.2023

Extended Abstract

Background and objectives:

Flower yield in *Rosa damascena* is a complex trait that is affected by many traits and environmental factors. Therefore, studying the relationships among traits can be an essential step in selection to improve flower yield. Path analysis by identifying the main components of yield with a high direct effect plays an important role in the selection success, especially indirect selections through yield components. Due to the lack of resources in this regard, the present research aims to identify and determine the effective traits in flower yield, estimate the relationships among traits, and analyze the causality to identify their direct and indirect effects on flower yield via path analysis.

Methodology:

The germplasm used in this research included 49 genotypes of *Rosa damascena* Mill.) belonging to different regions of Iran. One-year saplings of the genotypes were planted in April 2004 in the Zaleh research station, Sanandaj (Kurdistan province, Iran), based on the randomized complete block design (RCBD) with three replications and three plants in each plot with three meters of planting distance. Irrigation of the field was carried out in drip form for 15 days. The investigated morphological traits (plant height, number of flowers, etc.) in 2008 were measured on a 5-year old plant, and for the phenological traits (days until leaf opening, flower opening, etc.) the average of three years (2006 to 2008) was used. Data variance analysis was done based on RCBD design. Phenotypic correlation among traits was estimated, and path analysis was done in three steps of estimation of direct, indirect and residual effects of traits on flower yield.

Results:

The results showed significant differences ($p \leq 0.01$) among the genotypes for studying traits. The correlations of phenological traits with flower yield (FY) were significantly negative, while its relationships with morphological traits were significantly positive. The results of path analysis showed that the number of flowers per plant (FN) and fresh flower weight (with the direct effects of $P=0.97^{**}$ and $P=0.33^{**}$, respectively, and residual effects of $R=0.195$) were the main components of flower yield. The total green surface of the plant (TGS) and plant crown diameter (with the direct effects of $P=0.56^{**}$ and $P=0.28^*$, respectively, and $R=0.395$) were the main components of FN. Also, the number of leaves per plant and average leaf area (with the direct effects of $P=1.02^{**}$ and $P=0.085^*$, respectively, and $R=0.237$) were the main components of TGS.

Conclusion:

Thus, FN and FFW can be used in indirect selections for FY improvement in *Rosa damascena*. The other studied traits affected FY indirectly via FN mainly (phenological traits negatively and morphological traits positively). Although the correlation of the height and crown diameter of the plant with FY was positive and very significant, the direct effects of the supplementary stages and the causality analysis sequence showed that the crown diameter (horizontal growth) is more effective than its height (vertical growth) in the reproductive processes of the rose. In other words, the genotypes with higher flower yield usually rise up to a certain height and spread leaves after that.

Keywords: *Rosa damascena*, correlation and sequential path analysis.

تجزیه علیت عملکرد گل و اجزاء آن در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) ایران

بایزید یوسفی*

*دانشیار پژوهشی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران، پست الکترونیک: bayzidyousefi@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۸/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۴

چکیده

سابقه و هدف: عملکرد گل در گل محمدی یک صفت پیچیده است که تحت تأثیر بسیاری از صفات و عوامل محیطی قرار می‌گیرد. بنابراین مطالعه روابط بین صفات می‌تواند گام مهمی در انتخاب برای بهبود عملکرد گل باشد. تجزیه علیت (Path analysis) با شناسایی مؤلفه‌های اصلی عملکرد با تأثیر مستقیم بالا، نقش مهمی در موفقیت انتخاب، به‌ویژه انتخاب‌های غیرمستقیم از طریق اجزای عملکرد دارد. با توجه به کمبود منابع در این زمینه، این پژوهش با هدف شناسایی و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد گل، برآورد روابط بین صفات و تحلیل علیت برای شناسایی اثرهای مستقیم و غیرمستقیم آنها بر عملکرد گل از طریق تحلیل مسیر انجام شده است.

مواد و روش‌ها: ژرمپلاسم مورد استفاده در این تحقیق شامل ۴۹ ژنوتیپ گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) متعلق به مناطق مختلف ایران بود. نهال‌های یکساله ژنوتیپ‌ها در فروردین ۱۳۸۳ در ایستگاه تحقیقاتی زاله سنندج (کردستان) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و سه بوته در هر کرت با فاصله کاشت سه متر کشت شدند. آبیاری مزرعه به صورت قطره‌ای با دوره ۱۵ روزه انجام شد. برای صفات فنولوژیکی از میانگین صفات در سه سال آخر و برای صفات مورفولوژیکی از داده‌های سال ۱۳۸۷ استفاده گردید. تجزیه واریانس داده‌ها بر اساس مدل طرح RCBD انجام شد. همبستگی فنوتیپی بین صفات برآورد و تجزیه علیت در سه مرحله برآورد اثرهای مستقیم، غیرمستقیم و باقیمانده صفات بر عملکرد گل انجام شد.

یافته‌ها: تنوع ژنتیکی معنی‌داری ($P \leq 0.01$) بین ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات مورد بررسی مشاهده شد. همبستگی صفات فنولوژیکی با عملکرد گل منفی و معنی‌دار اما همبستگی صفات مورفولوژیکی با آن مثبت و معنی‌دار بود. تجزیه علیت نشان داد که تعداد و وزن گل (با اثر مستقیم به ترتیب $P=0.979^{**}$ و $P=0.334^{**}$) و اثر باقیمانده ($R=0.195$) اجزای اصلی عملکرد گل در پایه و سطح کل سبز و قطر تاج پوشش گیاه (با اثر مستقیم به ترتیب 0.569^{**} و 0.282^{*}) و اثر باقیمانده ($R=0.395$) اجزای اصلی تعداد گل در پایه و تعداد و سطح برگ (با اثر مستقیم به ترتیب 1.024^{**} و 0.085^{*}) و اثر باقیمانده ($R=0.237$) اجزای اصلی سطح کل سبز پایه بودند.

نتیجه‌گیری: دو صفت تعداد و وزن گل در گزینش‌های غیرمستقیم برای بهبود عملکرد گل در ژنوتیپ‌های گل محمدی می‌توانند مورد توجه قرار بگیرند. سایر صفات اثرهای غیرمستقیم خود را بر عملکرد گل به طور عمده از طریق تعداد گل در پایه (صفات فنولوژیکی به صورت منفی و صفات مورفولوژیکی به صورت مثبت) اعمال کردند. اگرچه همبستگی ارتفاع و قطر تاج گیاه با عملکرد گل مثبت و بسیار معنی‌دار بود، اما اثرهای مستقیم مراحل تکمیلی تحلیل علیت نشان داد که قطر تاج (رشد افقی) نسبت به ارتفاع آن (رشد عمودی) در فرایندهای تولیدمثل گل محمدی مؤثرتر است. به عبارت دیگر، ژنوتیپ‌هایی که عملکرد گل بالاتری دارند معمولاً تا ارتفاع معینی بالا رفته و پس از آن رشد افقی را توسعه می‌دهند.

واژه‌های کلیدی: گل محمدی (*Rosa damascena*)، تجزیه همبستگی، تجزیه علیت متوالی

مقدمه

گل محمدی (Damask rose) با نام علمی *Rosa damascena* Mill. یکی از مهمترین گونه‌های دارویی، معطر و زینتی است که در بسیاری از مناطق جهان مانند بلغارستان، هندوستان، ترکیه و ایران کاشته می‌شود (Yousefi et al. 2009a; Tabaei Aghdai 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 و Llyod, 1997) منشأ آن را به‌طور مستقیم ایران (پارس یا پرسیا) ذکر کرده‌اند. با توجه به اهمیت گونه گل محمدی به عنوان یک گونه چندمنظوره (اسانس‌دار، زینتی، دارویی و خوراکی) بومی، در سال ۱۳۷۴ گل سرخ محمدی ایران توسط انجمن علوم باغبانی به عنوان گل ملی کشور برگزیده شد (Kaffi and Riazi, 2002).

بخش‌های مختلف گل محمدی، به‌ویژه گل‌های آن در صنایع دارویی، غذایی و معطر (اسانس‌دار) دارای ارزش و کاربرد است. گل، ارزشمندترین بخش قابل مصرف این گیاه بوده که فراورده‌های آن به شکل‌های مختلف از قبیل گلاب، مربا و گل خشک در صنایع غذایی استفاده می‌شود. میوه گل محمدی دارای ۱/۷ - ۰/۵ درصد ویتامین C، بتاکاروتن و عناصر معدنی مانند کلسیم، آهن، منگنز، سدیم و روی می‌باشد (Kazaz et al., 2000). از گلبرگ‌ها و فراورده‌های گل محمدی به دلیل داشتن با خاصیت نرم‌کنندگی، مسهلی و رفع یبوست، علیه انگل‌های روده‌ای انسان و حیوانات و کاهش‌دهنده میزان کلسترول و در مصارف خارجی برای شستن زخم‌ها نیز استفاده می‌شود. دم‌کرده گلبرگ‌ها در زدودن غم و اندوه، تپش قلب، کم‌خوابی، دل‌به‌هم‌خوردگی و التهاب مؤثر است (Ody, 1995).

برخلاف کشورهای عمده تولیدکننده گل محمدی که آن را برای تولید اسانس کشت می‌کنند، تولید گل و گلاب هدف اصلی زراعت گل محمدی در ایران است. در سال‌های اخیر به‌دلیل ضرورت توجه به درختان و درختچه‌های بومی و متحمل به تنش‌های محیطی به اقتضای تغییرات اقلیمی و

خشکسالی‌های پی در پی، تنش گرما و تنش نوظهور گردوخاک ناشی از خشکی زیست‌بوم‌ها و خصوصیات ارزشمند گل محمدی، توجه به توسعه آن را در کشور افزایش داده 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) شده است. سطح زیر کشت گل محمدی کشور در سال ۱۳۹۵ حدود ۱۸ هزار هکتار گزارش شده است (Sefidkon, 2017).

تنوع قابل توجهی در میان جمعیت‌های گل محمدی در شرایط مختلف اکولوژیکی کشور برای بسیاری از صفات مانند خصوصیات و عملکرد گل و نیز مقدار روغن اسانس در کشور گزارش شده است (Tabaei-Aghdai et al., 2002, 2005; Rezaei et al., 2003; Jaymand et al., 2004; Babaei et al., 2007; Yousefi et al. 2009 a,b). این تنوع می‌تواند مبنای مؤثری را برای گزینش ژنوتیپ‌های برتر از لحاظ صفات عملکردی گل و اسانس و معرفی ژنوتیپ‌های پرمحصول و سازگار با شرایط متفاوت اکولوژیکی کشور فراهم نماید.

گزینش برای عملکرد در گیاهان و عملکرد گل محمدی به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم (از طریق اجزای عملکرد گل) انجام می‌شود. البته تجزیه علیت (Path analysis) یا تجزیه همبستگی و تعیین مسیر تأثیر اجزای عملکرد روی آن که توسط لی (Li, 1956) معرفی شد در این مورد می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد (Dewy and Lu, 1959; Joarder et al., 2000). جارد و همکاران (Vaezi et al., 2000) صفت عملکرد را یک صفت پیچیده تعریف کرده‌اند که وابسته به تعداد زیادی از صفات دیگر گیاهی بوده و علاوه بر عوامل ژنتیکی به میزان زیادی تحت تأثیر عوامل محیطی است. این تعریف را می‌توان برای مقدار عملکرد در هر مورد (دانه، علوفه، گل، اسانس و غیره) صادق دانست. گرافیوس (Grafius, 1975) عملکرد را نتیجه و محصول اجزاء متعدد عملکرد دانسته و اعلام کرده است که نقصان در یک جزء از طریق افزایش در سایر اجزاء با درجات متفاوتی جبران می‌گردد. بنابراین

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. برای صفات فنولوژیکی (زمان ظهور پدیده‌های حیاتی گیاه) مانند روزهای تا باز شدن جوانه برگ (با مبنای اول اسفند سال قبل)، روزهای تا کامل شدن برگ (با مبنای ۲۰ اسفند سال قبل)، روزهای تا باز شدن گل و پایان گلدهی (با مبنای اول فروردین هر سال) و طول دوره رشد (از اول فروردین تا پایان خزان کامل گیاه)، میانگین سه سال (۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷) منظور و صفات مورفولوژیکی مورد بررسی بر روی پایه‌های ۵ ساله (سال ۱۳۸۷) گل محمدی اندازه‌گیری و ثبت شد. مدت زمان از باز شدن حداقل سه گل در هر پایه تا اتمام آن به عنوان دوره گلدهی پایه و متوسط سه پایه در هر کرت به عنوان دوره گلدهی کرت مربوط منظور شد. ارتفاع گیاه (متوسط ارتفاع شاخه‌های یک پایه از محل یقه) و قطر تاج پوشش (میانگین دو قطر عمود بر هم در هر گیاه) پایه‌ها در اواسط شهریورماه (زمان اوج رشد رویشی) با استفاده از متر فلزی اندازه‌گیری و میانگین سه پایه هم به عنوان ارزش صفات مذکور در کرت در نظر گرفته شد. برای صفات مرتبط با برگ، در اواسط شهریور تعداد برگ در پایه به صورت کامل روی هر پایه شمارش و تعداد ۵ برگ از بخش میانی پایه به صورت تصادفی برداشت و سطح برگچه و برگ توسط دستگاه پلانیمتر دیجیتالی (مدل پلانیکس ۷) مساحی و وزن خشک آنها (پس از ۴۸ ساعت در دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد) با ترازوی دقیق اندازه‌گیری و میانگین آنها به عنوان ارزش صفت مربوط در پایه و میانگین سه پایه هم به عنوان ارزش آن در کرت منظور گردید. سطح سبز هر پایه از ضرب متوسط تعداد برگ در میانگین سطح آن و شاخص سطح سبز پایه هم از تقسیم سطح کل سبز پایه بر سطح سایه‌انداز پایه (تاج پوشش) محاسبه و میانگین سه پایه هم به عنوان ارزش آن در کرت منظور گردید. برای اندازه‌گیری وزن تر

مطالعه روابط بین صفات مختلف و تشخیص اجزاء عملکرد می‌تواند گام مهمی در موضوع گزینش برای بهبود عملکرد گل باشد.

بر خلاف سایر گونه‌های زراعی و باغی، تحقیقات بسیار معدودی در مورد تجزیه علیت صفات و تشخیص اجزاء عملکرد گل در گل محمدی انجام شده است (Zeinali et al., 2007; Haghi Kashani et al., 2012; Nemati Lafmajani et al., 2012; Tabaei-Aghdaei et al., 2012) که به طور عمده بر رگرسیون گام به گام متمرکز شده و تعداد و وزن گل را اجزاء اصلی عملکرد گل در گل محمدی معرفی کرده‌اند.

این تحقیق با هدف شناسایی و تعیین صفات مؤثر بر عملکرد گل در گل محمدی، برآورد و درک روابط بین صفات با یکدیگر و تجزیه همبستگی بین صفات برای تشخیص اثرهای مستقیم و غیرمستقیم آنها بر عملکرد گل و تعیین اجزاء عملکرد گل از طریق تجزیه علیت (مسیر) انجام شد.

مواد و روش‌ها

ژرم پلاسما مورد استفاده در این بررسی شامل ۴۹ ژنوتیپ گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) متعلق به مناطق مختلف ایران و استان کردستان بود (جدول ۱). نهال‌های یکساله ژنوتیپ‌های مورد استفاده در این تحقیق توسط مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور تأمین و در فروردین‌ماه 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 شد. نهال‌ها در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با سه تکرار و تعداد سه پایه (نهال) در هر کرت آزمایشی با فاصله کاشت ۳×۳ متر و درون چاله‌هایی با قطر و عمق یک متر و در مخلوطی از خاک،

$$r_{pXY} = \sigma_{pXY} / (\sigma_{pX} \cdot \sigma_{pY}) \quad ۱$$

که در آن، r_{pXY} همبستگی فنوتیپی بین دو متغیر X و Y ، σ_{pXY} کواریانس بین آنها، σ_{pX} و σ_{pY} اشتباه معیار X و Y است.

تجزیه علیت (Path analysis) در این تحقیق شامل سه مرحله زیر بود.

برآورد اثرهای مستقیم: اثرهای مستقیم متغیر مستقل روی متغیر وابسته (تابع) همان ضرایب رگرسیون ناقص استاندارد شده (Standard partial regression coefficient) یا ضرایب Path است که با استفاده از ماتریس ضرایب همبستگی به صورت رابطه برآورد شدند.

$$\begin{pmatrix} 1 & r_{12} & r_{1j} \\ r_{21} & 1 & r_{2j} \\ r_{j1} & r_{j2} & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{y1} \\ b_{y2} \\ b_{y3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{1y} \\ r_{2y} \\ r_{jy} \end{pmatrix} \quad ۲$$

شد:

$$S_{byi} = \sqrt{C_{ii} \cdot P_{2RY}} \quad ۴$$

که در آن P_{2RY}^2 واریانس ناشی از عوامل باقیمانده و C_{ii} جزء مربوط در ماتریس، عکس ماتریس ضرایب همبستگی است. t محاسبه شده با t جدول با $n-k-1$ (تعداد متغیرهای مستقل) درجه آزادی مقایسه شد.

گل در اواسط اردیبهشت تعداد ۱۵ گل از بخش میانی هر پایه به طور تصادفی انتخاب و وزن آنها با ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم اندازه گیری و میانگین ۱۵ گل به عنوان ارزش صفت مربوط در پایه و میانگین سه پایه هم به عنوان ارزش آن در کرت 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.

داده‌های به دست آمده به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) مورد تجزیه واریانس قرار گرفت. همبستگی فنوتیپی بین جفت صفات مورد بررسی از طریق تقسیم برآورد کواریانس فنوتیپی جفت صفات بر جذر برآورد و واریانس فنوتیپی آنها برآورد شد (رابطه ۱). برای آزمون ضرایب همبستگی از جدول t با درجه آزادی $n-2$ استفاده گردید.

در ماتریس‌های بالا r_{ij} ضریب همبستگی بین دو متغیر مستقل i و j ($j = i$)، ضریب رگرسیون ناقص استاندارد شده یا ضرایب Path (P_{yi}) و r_{jy} ضریب همبستگی متغیر مستقل j با متغیر وابسته y است. برای آزمون اثرهای مستقیم (P_{yi} یا b_{yi}) از آزمون t به صورت زیر استفاده شد.

$$t = \frac{b_{yi}}{S_{byi}} \quad ۳$$

که در آن، b_{yi} اثر مستقیم متغیر i روی متغیر وابسته y و S_{byi} انحراف معیار b_{yi} است. S_{byi} از طریق رابطه ۴ برآورد

جدول ۱. مشخصات ژنوتیپ‌های گل‌محمدی مورد مطالعه

Table 1. Characteristics of the studied *Rosa damascena* genotypes

Row	Genotype abbrev.	Origin	Row	Genotype abbrev.	Origin
1	EA1	East Azerbaijan 1	26	AK1	Arak1
2	WA1	West Azerbaijan 1	27	HO1	Hormozgan 1
3	AR1	Ardabil 1	28	HA1	Hamedan 1
4	IS9	Isfahan 9	29	YZ1	Yazd 1
5	IS10	Isfahan10	30	YZ2	Yazd 2
6	IL1	Ilam 1	31	IS1	Isfahan 1
7	TH1	Tehran	32	IS2	Isfahan 2
8	CM1	Chaharmahal 1	33	IS1	Isfahan 3
9	QM1	Qom 1	34	IS4	Isfahan 4
10	KZ1	Khuzestan 1	35	IS5	Isfahan 5
11	ZA1	Zanjan 1	36	IS6	Isfahan 6
12	SM1	Semnan 1	37	IS7	Isfahan 7
13	SM2	Semnan 2	38	IS8	Isfahan 8
14	BA1	Balouchestan 1	39	KR2	Kurdistan2
15	FA1	Fars 1	40	KR3	Kurdistan3
16	FA2	Fars 2	41	KR4	Kurdistan4
17	QZ1	Qazvin 1	42	KR5	Kurdistan5
18	KR1	Kurdistan1	43	KR6	Kurdistan6
19	KM1	Kerman 1	44	KR7	Kurdistan7
20	KS1	Kermanshah 1	45	KR8	Kurdistan8
21	KO2	Kohkiluyah 2	46	KR9	Kurdistan9
22	KH2	Khorasan 2	47	KR10	Kurdistan10
23	GL1	Gulestan 1	48	KR11	Kurdistan11
24	GU1	Guilan 1	49	KR12	Kurdistan12
25	LO1	Lorestan 1			

از MSTAT-C و تجزیه علیت با استفاده از نرم‌افزار Path 2 به روش دوی و لو (Dewy and Lu, 1959) انجام شد.

نتایج و بحث

تجزیه واریانس و آمار توصیفی

نتایج آمار توصیفی و تجزیه واریانس طرح آزمایشی در جدول ۲ نشان‌گر آن است که ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل-محمدی تقریباً برای تمام صفات مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری ($P \leq 0.01$) هستند. محققان قبلی (Tabaei Aghdaei et al., 2002, 2005; Kazemi et al., 2007; Zeinali et al., 2007; Yousefi et al. 2009 a,b; Haghi

برآورد اثرهای غیرمستقیم: برای محاسبه اثرهای غیرمستقیم متغیر i از طریق متغیر j بر متغیر وابسته y ، ضریب همبستگی دو متغیر مستقل i و j (r_{ij}) در اثر مستقیم متغیر بر متغیر وابسته (P_{yj}) ضرب می‌شود. برآورد اثرهای باقیمانده: از طریق رابطه ۵ برآورد شد.

$$P_{RY} = \sqrt{1 - R^2} \quad \text{رابطه ۵}$$

که در آن، P_{RY} اثرهای باقیمانده و R^2 ضریب تبیین است (Chaugan and Moghadam, 1994; Yousefi et al., 1996). برای برآورد ضرایب همبستگی بین صفات از نرم‌افزار Minitab-14، برای محاسبه رگرسیون چند متغیره

انتظار بود، زیرا ژنوتیپ‌های مورد بررسی متعلق به مناطق مختلف اکولوژیکی و اقلیم‌های متنوع (گرم و مرطوب تا سرد و خشک) بود. وجود تنوع ژنتیکی برای این صفات می‌تواند زمینه لازم را برای اقدامات اصلاحی مانند روش-های متفاوت گزینش (سلکسیون) و دورگ‌گیری (هیبریداسیون) در گل محمدی فراهم نماید.

(Kashani *et al.*, 2012) هم وجود اختلافات معنی‌دار بین ژنوتیپ‌های گل محمدی را از لحاظ صفات مورفولوژیکی و عملکرد گل گزارش کرده‌اند. وجود تنوع ژنتیکی غنی برای صفات مورد بررسی در این تحقیق شامل صفات فنولوژیکی، صفات مورفولوژیکی مرتبط با تنومندی گیاه (ارتفاع و تاج پوشش)، برگ و گل و نیز صفت مهم و اقتصادی عملکرد گل در پایه در بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی مورد

جدول ۲- آماره‌های توصیفی صفات مورد بررسی گل محمدی

Table 2. Descriptive statistics of studied traits of the *Rosa damascene* genotypes

Trait	Unit	Mean	Min	Max	Range	CV%	F value
Days to leaf bud opening	Day	25.45	20.23	34.51	14.28	14.35	10.6**
Days to leaf completing	Day	38.83	33.05	47.03	13.97	10.24	8.75**
Days to flower opening	Day	55.13	48.69	62.85	14.16	5.81	4.01**
Days to end of flowering	Day	84.43	72.56	226.61	154.05	26.13	7.20**
Flowering period	Day	29.47	15.96	170.27	154.31	75.07	7.04**
Growing period	Day	330.85	268.84	365.00	96.16	10.46	8.99**
Pant height	cm	118.06	56.18	170.98	114.79	18.34	6.23**
Pant crown diameter	cm	191.47	82.26	270.09	187.83	23.50	5.54**
Leaflet area	cm ²	2.99	2.14	3.87	1.73	13.12	3.7**
Leaf number per plant	N	3282.99	547.65	6658.41	6110.76	45.00	17.24**
Leaf dry weight	g	0.23	0.14	0.35	0.21	16.63	1.20
Leaf area	cm ²	18.46	12.90	23.66	10.75	12.92	3.78**
Total green surface	cm ²	66779.3	9348.31	145923.4	136575.1	50.31	78.94**
Plant green area index	-	1.36	0.59	3.99	3.40	38.43	1.25
Flower number per plant	N	545.27	85.31	1081.98	996.68	45.78	12.69**
Flower fresh weight	g	2.38	1.72	3.98	2.26	20.93	5.69**
Flower yield per plant	g	1219.53	231.43	2963.27	2731.85	43.69	7.03**

** denotes significant at 1%. ** معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪.

تجزیه همبستگی

شامل متوسط سطح برگچه و برگ، تعداد برگ در پایه و وزن خشک برگ (به ترتیب $r=0.54^{**}$, $r=0.54^{**}$ ، $r=0.82^{**}$ و $r=0.36^{**}$)، سطح کل سبز پایه ($r=0.82^{**}$)، شاخص سطح سبز پایه ($r=0.36^{**}$) و تعداد گل در پایه ($r=0.91^{**}$) دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار بود. همبستگی متوسط وزن تر گل با عملکرد گل در پایه مثبت ولی غیرمعنی‌دار بود. وجود همبستگی بالا و مثبت بین صفات عملکرد گل در پایه و صفات مربوط به برگ،

مطابق نتایج برآورد همبستگی بین صفات مورد بررسی در تحقیق (جدول ۳)، عملکرد گل در پایه با صفات فنولوژیکی روزهای تا باز شدن جوانه و کامل شدن برگ (به ترتیب $r = -0.41^{**}$ و $r = -0.40^{**}$)، روزهای تا باز شدن گل ($r = -0.44^{**}$) دارای همبستگی منفی و معنی‌دار اما با صفات ارتفاع و قطر تاج پوشش پایه (به ترتیب $r = 0.21^{*}$ و $r = -0.76^{**}$)، صفات مربوط به برگ

برگ، تعداد برگ در پایه و شاخص سبز گیاه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=-0.24^{**}$) متوسط وزن گل با تعداد گل مؤید آن است که گیاه بالاخره تعداد و وزن گل معینی را تحمل می‌کند و با افزایش تعداد گل وزن گل‌ها کاهش می‌یابد. بالاترین ضریب همبستگی تعداد گل در پایه به ترتیب مربوط به سطح کل سبز گیاه و تعداد برگ در پایه (به ترتیب $r=0.89^{**}$ و $r=0.89^{**}$) بود. سطح سبز کل گیاه هم مانند تعداد گل در پایه یک صفت کمپلکس و صفاتی مانند متوسط سطح برگچه و برگ، تعداد برگ در پایه و قطر تاج پوشش گیاه جزو اجزای آن هستند. انتظار بر آن است که افزایش دوره گلدهی بایستی منجر به افزایش تعداد گل در گیاه شود، زیرا فرصت زمانی کافی را برای شکل‌گیری و باز شدن جوانه‌های گل (غنچه) در اختیار گیاه می‌گذارد اما نتایج این تحقیق نشان داد که همبستگی تعداد گل در پایه با طول دوره گلدهی مثبت اما غیرمعنی-دار بود. سطح کل سبز پایه (گیاه) به‌عنوان یکی از اجزاء اصلی صفت تعداد گل در پایه با صفات فنولوژیکی روزهای تا باز شدن جوانه و کامل شدن برگ و روزهای تا باز شدن گل دارای همبستگی منفی و معنی‌دار اما با صفات ارتفاع و قطر تاج پوشش پایه و صفات مرتبط با برگ مانند متوسط سطح برگچه، سطح و وزن برگ و تعداد برگ در پایه همبستگی مثبت و معنی‌دار نشان داد. بالاترین ضریب همبستگی سطح کل سبز پایه به ترتیب مربوط به تعداد برگ، تاج پوشش گیاه و سطح برگ (به ترتیب $r=0.96^{**}$ ، $r=0.80^{**}$ و $r=0.75^{**}$) بود.

تنومندی گیاه (ارتفاع و قطر تاج پوشش، سطح سبز) و تعداد گل در پایه قابل انتظار است. به‌طور طبیعی هر چه گیاه تنومندتر، دارای سطح سبز (سطح فتوسنتزکننده) و شاخه‌های گل‌دهنده بیشتری باشد، تعداد گل و عملکرد گل بیشتر خواهد شد. وجود چنین همبستگی در انطباق با یافته‌های سایر محققان (Zeinali *et al.*, 2007; Haghi, 2012; Kashani *et al.*, 2012; Nemati Lafmajani *et al.*, 2012) است.

میانگین طول دوره رشد در بازه این تحقیق (۱۳۸۵ تا ۱۳۸۷) با مدت زمان تا باز شدن جوانه برگ و کامل شدن برگ و نیز زمان تا باز شدن گل همبستگی منفی و معنی‌دار ($P \leq 0.01$) نشان داد اما دوره گلدهی با زمان تا باز شدن گل در سطح احتمال ۱٪ و با دوره رشد در سطح ۵٪ همبستگی مثبت نشان داد. تغییرات صفات فنولوژیکی یا زمان ظهور پدیده‌های حیاتی گیاه مانند زمان برگ و گلدهی به‌طور کامل به تغییرات محیطی (به‌ویژه تغییرات زمانی، یعنی از سالی به سال دیگر) وابسته و این صفات مستقل از خصوصیات گیاه هستند و در اصل خصوصیات گیاه تحت تأثیر آنهاست. از این رو، در برآورد و تحلیل همبستگی و انجام تجزیه علیت بین این صفات با خصوصیات مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی و بیوشیمیایی گیاهان باید به این موضوع دقت کرد.

صفت تعداد گل در پایه (گیاه) با صفات فنولوژیکی تعداد روز تا باز شدن جوانه و کامل شدن برگ و روز تا باز شدن گل دارای همبستگی منفی و معنی‌دار اما با صفات ارتفاع و قطر تاج پوشش پایه و سطح کل سبز پایه و نیز صفات مرتبط با برگ مانند متوسط سطح و وزن

جدول ۳- ضرایب همبستگی فنوتیپی بین صفات مورد بررسی در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی

Table 3. Phenotypic correlation coefficients among studied traits of the *Rosa damascene* genotypes

Trait	Abbr.	DBO	DLC	DFO	DEF	FP	GP	H	CD	LTA	LNP	DLW	LA	TGS	PGA	FNP	FFW
Days to leaf bud opening	DBO	1															
Days to leaf completing	DLC	0.78**	1														
Days to flower opening	DFO	0.50**	0.48**	1													
Days to end of flowering	DEF	0.20	0.04	-0.01	1												
Flowering period	FP	0.13	-0.02	-0.11	0.98**	1											
Growing period	GP	-0.57**	-0.53**	-0.46**	0.14	0.21*	1										
Pant height	H	-0.60**	-0.54**	-0.45**	-0.07	-0.08	0.40**	1									
Pant crown diameter	CD	-0.64**	-0.54**	-0.52**	-0.20*	-0.12	0.50**	0.83**	1								
Leaflet area	LTA	-0.38**	-0.30**	-0.28**	-0.09	-0.04	0.35**	0.50**	0.55**	1							
Leaf number per plant	LNP	-0.53**	-0.47**	-0.48**	-0.11	-0.04	0.35**	0.74**	0.85**	0.50**	1						
Leaf dry weight	DLW	-0.21**	-0.20*	-0.09	-0.04	-0.03	0.17*	0.46**	0.42**	0.56**	0.35**	1					
Leaf area	LA	-0.39**	-0.30**	-0.29**	-0.09	-0.04	0.36**	0.51**	0.56**	0.98**	0.52**	0.54**	1				
Total green surface	TGS	-0.50**	-0.45**	-0.50**	-0.11	-0.03	0.34**	0.71**	0.80**	0.53**	0.96**	0.35**	0.75**	1			
Plant green area index	PGI	-0.17*	-0.20*	-0.20*	0.04	0.08	0.08	0.26**	0.26**	0.17*	0.50**	0.10	0.20*	0.49**	1		
Flower number per plant	FNP	-0.54**	-0.50**	-0.51**	-0.16*	0.08	0.34**	0.77**	0.84**	0.55**	0.89**	0.35**	0.56**	0.89**	0.33**	1	
Flower fresh weight	FFW	0.40**	0.33**	0.12	0.22**	0.19*	-0.22**	-0.04	-0.19*	-0.09	-0.18*	0.03	-0.10	-0.19*	0.00	-0.24**	1
Flower yield per plant	FYP	-0.41**	-0.40**	-0.44**	-0.10	-0.03	0.20*	0.76**	0.76**	0.54**	0.82**	0.36**	0.54**	0.82**	0.36**	0.91**	0.09

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

تجزیه رگرسیون

مورد بررسی است. در برآزش رگرسیونی گام به گام عملکرد گل بر سایر صفات، متغیرهای مستقل تعداد گل، متوسط وزن تر گل، سطح کل سبز پایه، دوره گلدهی و قطر تاج پوشش به ترتیب در گام نهایی (مرحله پنجم با ضریب تبیین $R^2_{adj}=95.6\%$) با ضرایب رگرسیون به ترتیب برابر $b=11.0^*$ و $b=9.3^{**}$, $b=1.82^{**}$, $b=422^{**}$, $b=2.151^{**}$ در مدل جای گرفتند.

نتایج تجزیه رگرسیون چند متغیره عادی و گام به گام عملکرد گل بر سایر صفات در ژنوتیپ‌های گل محمدی (جدول ۴) هم نتایج همبستگی و تجزیه علیت بدست آمده را تأیید می‌کند. واریانس رگرسیون چندمتغیره بسیار معنی‌دار و ضریب تبیین بالای آن ($R^2_{adj}=96$) بیانگر توجیه بخش بسیار بالای تغییرات متغیر عملکرد گل بر متغیرهای مستقل

جدول ۴- تجزیه رگرسیون چند متغیره و رگرسیون گام به گام عملکرد گل بر سایر صفات در ژنوتیپ‌های گل محمدی

Table 4. Stepwise and normal multiple regression analysis of the traits on flower yield of the *Rosa damascene* genotypes

S.O.V	DF	SS values	SS %	MS	Stepwise	Multiple
					Regression $\alpha = 199$	Regression $\alpha = -632.3$
Regression	16	64504698		4031544**	b values	stage
Days to leaf bud opening	1	11325223	17.5%			-1.743
Days to leaf completing	1	1078482	1.67%			-8.771
Days to flower opening	1	4271353	6.62%			7.867
Days to end of flowering	1	377952	0.59%			-1.368
Flowering period	1	1727068	2.68%		9.3**	4
Growing period	1	995586	1.54%			-1.587**
Pant height	1	22204955	34.42%			1.206
Pant crown diameter	1	5116103	7.93%		11.0*	5
Leaflet area	1	1456499	2.26%			54.100
Leaf number per plant	1	3946946	6.12%			-0.043
Leaf dry weight	1	245434	0.38%			-341.40
Leaf area	1	37414	0.06%			2.860
Total green surface	1	626499	0.97%		1.82**	3
Plant green area index	1	4263	0.01%			16.800
Flower number per plant	1	6042951	9.37%		2.151**	1
Flower fresh weight	1	5047972	7.83%		422**	2
Error	128	2596424		20285	$R^2= 95.6\%$	$R^2 = 96.1\%$
Total	144	67101123				

* and **, denote significant at 5% , 1% respectively.

* و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

تجزیه علیت

همبستگی فنوتیپی در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی (جدول ۵) دو صفت تعداد گل در پایه و وزن گل دارای اثر مستقیم مثبت و معنی‌دار بر عملکرد گل در پایه به

مطابق نتایج تجزیه علیت میزان اثرهای مستقیم و غیرمستقیم صفات بر عملکرد گل بر اساس ضرایب

عملکرد گل نقش نداشته ولی به طور غیرمستقیم از طریق افزایش وزن تر گلبرگ در افزایش آن نقش دارد. البته هیچیک از محققان مذکور مراحل توالی و تکمیلی تجزیه علیت عملکرد گل و اجزای آن را انجام نداده‌اند.

نتایج مراحل توالی و تکمیلی تجزیه علیت (مسیر) در جدول‌های ۶ و ۷ خلاصه شده است. نتایج تجزیه علیت تکمیلی روی صفات مهم مؤثر بر تعداد گل در پایه به- عنوان متغیر تابع (جدول ۶ و شکل ۱) نشان داد که دو متغیر مستقل سطح کل سبز پایه و قطر تاج پوشش به ترتیب با اثرهای مستقیم برابر 0.56^{**} و 0.28^* دارای بیشترین تأثیر مستقیم بر تعداد گل در پایه بودند و دو متغیر ارتفاع گیاه و طول دوره گلدهی به طور عمده از طریق سطح کل سبز پایه بر تعداد گل در پایه اعمال اثر کردند. ضریب همبستگی چندگانه ($R=94\%$) و ضریب تبیین ($R^2_{adj}=87\%$) بالای سیستم و نیز سهم اثرهای باقیمانده نسبتاً کم (0.395) نشانگر کارایی سیستم و انتخاب اجزاء تعداد گل در پایه است. همچنین نتایج تجزیه علیت تکمیلی روی صفات مهم مؤثر بر سطح کل سبز پایه به عنوان متغیر تابع (جدول ۷ و شکل ۱) نشان داد که دو متغیر مستقل تعداد برگ در پایه و متوسط سطح برگ به ترتیب با اثرهای مستقیم برابر 1.024^{**} و 0.085^* دارای بیشترین تأثیر مستقیم بر سطح کل سبز پایه بودند و قطر تاج پوشش گیاه با اثر مستقیم منفی (-0.120) و اثر غیرمستقیم مثبت از طریق تعداد برگ در پایه بر سطح کل سبز پایه تأثیر گذاشته است. ضریب همبستگی چندگانه ($r=97\%$) و ضریب تبیین ($R^2_{adj}=95\%$) بالای مدل و نیز سهم کم اثرهای باقیمانده (0.237) نشانگر کارایی مدل و انتخاب اجزاء سطح کل سبز پایه است.

ترتیب با اثر مستقیم برابر ($P=0.97^{**}$ و $P=0.33^{**}$) بودند (شکل ۱). صفات طول دوره گلدهی ($P=0.10$)، سطح کل سبز پایه ($P=0.10$) و متوسط تعداد برگ در پایه ($P=0.10$) هم بعد از دو صفت جزء اصلی (تعداد و وزن گل) به ترتیب دارای بیشترین اثر مستقیم اما غیرمعنی‌دار بر عملکرد گل در بین متغیرهای مستقل مورد بررسی بودند. نتایج نشان داد که تمام صفات مورد بررسی اثرهای غیرمستقیم خود را بر عملکرد گل به طور عمده از طریق تعداد گل در پایه (صفات فنولوژیکی به صورت منفی و صفات مورفولوژیکی مربوط به برگ، ارتفاع و قطر تاج پوشش) اعمال کرده‌اند. همچنین اثر غیرمستقیم تعداد گل از طریق وزن گل بر عملکرد گل منفی بود (0.23). اثرات باقیمانده بسیار کم (0.19) نشانگر کارایی بالای تجزیه و شمولیت متغیرهای مستقل و تأثیر آنها بر متغیر تابع عملکرد گل در پایه ژنوتیپ‌های گل محمدی است. همچنین ضریب تبیین بسیار بالا ($R^2_{adj}=0.96$) نشانگر توجیه حداکثر تغییرات تابع عملکرد گل با متغیرهای مستقل موجود در سیستم است. نتایج این تحقیق با نتایج اعلام شده توسط Zeinali و همکاران (2007)، Aghdaei و همکاران (2012) و سینگ و کای‌یار (2001) (Singh and kayiyar, 2001) که صفات تعداد و وزن گل را دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با عملکرد گل و به عنوان اجزای اصلی عملکرد گل معرفی کردند، مطابقت دارد. اما Nemati Lafmajani و همکاران (2012) در بررسی رابطه بین عملکرد گل و اجزاء آن در ۱۲ ژنوتیپ گل محمدی، وزن تر گلبرگ را به عنوان جزء اصلی عملکرد گل معرفی و اعلام کردند که تعداد گل، عملکرد اسانس، ارتفاع و محیط بوته به طور مستقیم در افزایش

جدول ۵- میزان اثرهای مستقیم و غیرمستقیم حاصل از تجزیه علیت صفات بر عملکرد گل بر اساس ضرایب همبستگی فوتویی در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی

Table 5. Path analysis, direct and indirect effects of traits on flower yield according to phenotypic correlations of the *Rosa damascene* genotypes

Trait	Abbr	DBO	DLC	DFO	DEF	FP	GP	H	CD	LTA	LNP	DLW	LA	TGS	PGA	FNP	FFW	Total
Days to lbud opening	DBO	-0.012	-0.044	0.025	-0.023	0.014	0.05	-0.027	0.021	-0.019	0.055	0.006	-0.003	-0.055	-0.004	-0.536	0.133	-0.412
Days to leaf completing	DLC	-0.010	-0.056	0.024	-0.006	-0.004	0.046	-0.024	0.017	-0.015	0.049	0.005	-0.002	-0.049	-0.005	-0.491	0.111	-.401
Days to flower opening	DFO	-0.006	-0.028	0.050	0.001	-0.013	0.040	-0.020	0.017	-0.014	0.050	0.002	-0.002	-0.054	-0.005	-0.508	0.043	-0.440
Days to end of flowering	DEF	-0.003	-0.003	-0.001	-0.091	0.107	-0.013	-0.004	0.006	-0.005	0.012	0.001	-0.001	-0.013	0.000	-0.160	0.073	-0.106
Flowering period	FP	-0.002	0.001	-0.006	-0.110	0.109	-0.019	-0.001	0.003	-0.003	0.004	0.000	-0.001	-0.004	0.001	-0.082	0.064	-0.038
Growing period	GP	0.006	0.029	-0.024	-0.016	0.023	-0.087	0.017	-0.017	0.016	-0.038	-0.006	0.002	0.036	0.001	0.333	-0.077	0.207
Pant height	H	0.007	0.030	-0.023	0.008	-0.001	-0.035	0.043	-0.028	0.023	-0.078	-0.014	0.003	0.076	0.005	0.754	-0.015	0.760
Pant crown diameter	CD	0.007	0.030	-0.027	0.022	-0.014	-0.044	0.035	-0.033	0.026	-0.089	-0.013	0.003	0.085	0.005	0.828	-0.064	0.763
Leaflet area	LTA	0.004	0.016	-0.015	0.010	-0.005	-0.031	0.021	-0.019	0.047	-0.053	-0.017	0.006	0.056	0.003	0.545	-0.033	0.541
Leaf number per plant	LNP	0.006	0.026	-0.025	0.013	-0.005	-0.031	0.032	-0.028	0.023	0.105	-0.011	0.003	0.103	0.010	0.874	-0.064	0.828
Leaf dry weight	DLW	0.002	0.011	-0.005	0.004	-0.004	-0.015	0.019	-0.014	0.026	-0.037	-0.030	0.003	0.037	0.002	0.346	0.010	0.361
Leaf area	LA	0.004	0.016	-0.015	0.010	-0.006	-0.032	0.022	-0.019	0.046	-0.055	-0.016	0.006	0.059	0.004	0.549	-0.035	0.545
Total green surface	TGS	0.005	0.025	-0.026	0.012	-0.004	-0.030	0.031	-0.027	0.025	-0.101	-0.011	0.003	0.106	0.010	0.868	-0.065	0.828
Plant green area index	PGI	0.002	0.011	-0.011	-0.005	0.008	-0.008	0.011	-0.009	0.008	-0.053	-0.003	0.001	0.052	0.020	0.331	0.001	0.361
Flower number per plant	FNP	0.006	0.027	-0.027	0.018	-0.010	-0.030	0.033	-0.028	0.026	-0.094	-0.011	0.003	0.094	0.006	0.979**	-0.082	0.919
Flower fresh weight	FFW	-0.005	-0.019	0.006	-0.025	0.021	0.019	-0.002	0.006	-0.005	0.019	-0.001	-0.001	-0.021	0.000	-0.239	0.334**	0.093

Residual effects= **0.195**

$R^2_{adj} = 96.1\%$

Multiple R= 98.4%

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

The numbers on the matrix diameter are the direct effects of studied traits on flower yield

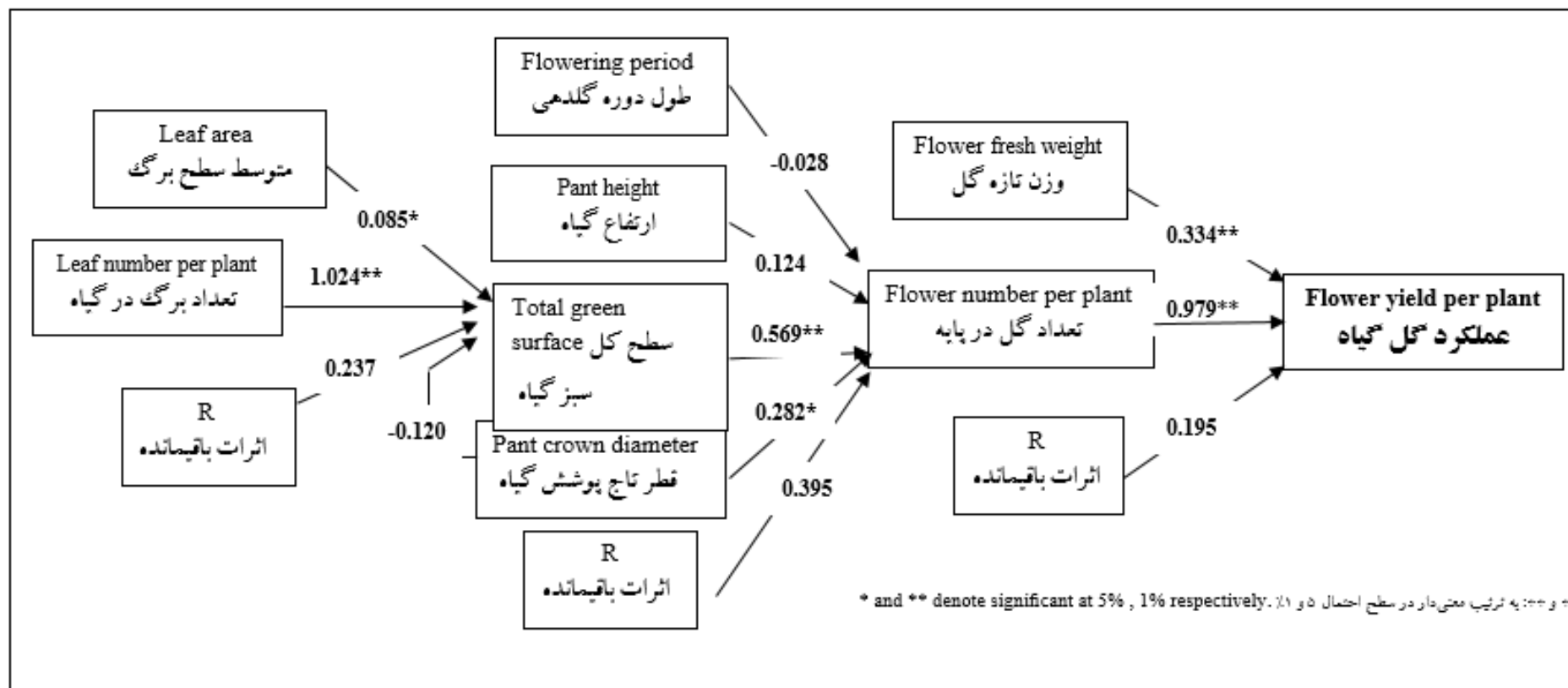
اثرهای باقیمانده

ضریب تبیین تصحیح شده

ضریب همبستگی چندگانه

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

اعداد روی قطر ماتریس اثرهای مستقیم صفات روی عملکرد گل هستند



شکل ۱- دیاگرام علیت متوالی صفات اجزاء عملکرد گل در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی

Fig.1. Path diagram of flower yield components of the *Rosa damascene* genotypes

جدول ۶- تجزیه علیت مرحله ۲ و میزان اثرهای مستقیم و غیرمستقیم اجزاء بر تعداد گل در پایه بر اساس ضرایب همبستگی فنوتیپی در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی

Table 6. Path analysis, direct and indirect effects of traits on flower number per plant according to phenotypic correlations of the *Rosa damascene* genotypes

Trait	Abbr	FP	H	CD	TGS	Total
Flowering period	FP	-0.28	-0.001	-0.035	-0.020	-0.830
Pant height	H	0.001	0.124	0.235	0.409	0.769
Pant crown diameter	CD	0.003	0.103	0.282*	0.455	0.846
Total green surface	TGS	0.001	0.089	0.226	0.569**	0.887

Residual effects=0.395

R2adj = 87.3%

Multiple R= 94.0%

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

The numbers on the matrix diameter are the direct effects of studied traits on flower yield

اثرهای باقیمانده

ضریب تبیین تصحیح شده

ضریب همبستگی چندگانه

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

اعداد روی قطر ماتریس اثرهای مستقیم صفات روی عملکرد گل هستند

جدول ۷- تجزیه علیت مرحله ۳ و میزان اثرهای مستقیم و غیرمستقیم اجزاء بر سطح کل سبز پایه بر اساس ضرایب همبستگی فنوتیپی در ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی

Table 7. Path analysis, direct and indirect effects of traits on total green surface of plant according to phenotypic correlations of the *Rosa damascene* genotypes

Trait	Abbr	LNP	LA	CD	Total
Leaf number per plant	LNP	1.024**	0.044	-0.102	0.967
Leaf area	LA	0.534	0.085*	-0.068	0.552
Pant crown diameter	CD	0.871	0.048	-0.120	0.800

Residual effects= 0.237

R2adj = 95.3%

Multiple R= 97.8%

* and **: Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively.

The numbers on the matrix diameter are the direct effects of studied traits on flower yield

اثرهای باقیمانده

ضریب تبیین تصحیح شده

ضریب همبستگی چندگانه

* و ** به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱٪

اعداد روی قطر ماتریس اثرهای مستقیم صفات روی عملکرد گل هستند

نتیجه‌گیری

در پایه منفی و معنی‌دار است. به عبارت دیگر، ژنوتیپ‌های با عملکرد گل بالا (مانند گروه ژنوتیپ‌های اصفهان-کاشان) معمولاً زودتر برگ و گل می‌دهند و دوره گلدهی کمتری دارند (Yousefi et al., 2009a). همبستگی مثبت و معنی‌دار صفات ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه، صفات مربوط به برگ و برگچه (تعداد، سطح و وزن برگ)، سطح سبز گیاه و صفات مربوط به گل (تعداد گل) با عملکرد گل قابل انتظار و مؤید ارتباط مثبت فرایندهای زایشی (گلدهی و عملکرد گل) با بخش رویشی (مانند تنومندی و سطح سبز گیاه) است. اما به دلیل فرض ثابت دانستن اثر سایر متغیرها هنگام برآورد همبستگی بین دو متغیر و تشخیص اثر یک متغیر

مطابق نتایج این تحقیق، ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل-محمدی تقریباً برای تمام صفات مورد بررسی تفاوت‌های بسیار معنی‌داری نشان دادند که با توجه به دگرگونی و هتروزیگوستی بالای گل محمدی و نیز تعلق ژنوتیپ‌ها به مناطق مختلف اکولوژیکی کشور قابل انتظار بود. وجود تنوع ژنتیکی برای این صفات می‌تواند زمینه اقدامات اصلاحی مانند روش‌های متفاوت گزینش و دورگ‌گیری را در گل محمدی فراهم نماید.

نتایج نشان داد که همبستگی بیشتر صفات فنولوژیکی با صفات عملکردی گل محمدی مانند عملکرد گل و تعداد گل

کرده‌اند. اگرچه همبستگی دو صفت ارتفاع و قطر تاج پوشش گیاه با عملکرد گل مثبت و بسیار معنی‌دار بود اما اثرهای مستقیم مراحل تکمیلی و توالی تجزیه علیت نشان داد که در فرایندهای زایشی گل‌محمدی قطر تاج (رشد افقی) از ارتفاع (رشد عمودی) آن مؤثرتر است. به عبارت دیگر، ژنوتیپ‌های با عملکرد گل بالاتر معمولاً تا ارتفاع مشخصی بالا رفته و از آن به بعد شاخ و برگ می‌گسترانند. همبستگی منفی و معنی‌دار ($r = -0.24^{**}$) متوسط وزن گل با تعداد گل و نیز اثر غیرمستقیم منفی تعداد گل از طریق وزن گل بر عملکرد گل (-0.08) مؤید آن است که گیاه بالاخره تعداد و وزن گل معینی را تحمل می‌کند و با افزایش تعداد گل وزن گل‌ها کاهش می‌یابد. زیرا این دو صفت هم مانند سایر خصوصیات گیاه و رشد دارای منحنی سیگموییدی (ا شکل) بوده و هر ژنوتیپ ترکیبی از آنها (تعداد گل بیشتر با وزن متوسط مانند ژنوتیپ‌های گروه اصفهان-کاشان مانند اصفهان ۸ یا تعداد کمتر گل با وزن بیشتر مانند ژنوتیپ‌های گیلان ۱ و کهگیلویه ۲) را اتخاذ می‌کند.

منابع مورد استفاده:

- 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.
- Chaugan, R. and Moghadam, M. 1994. Study of Correlation and path analysis of yield and its components in Soybean. Master thesis of Agricultural Faculty of Tabriz University. 75 p.
- Chevallier, A., 1996. The encyclopedia of medicinal plants. Dorling Kindersely, London, pp 336.
- Grafius, J.E. 1975. Components of yield in oats. A geometric interpretation. *Agronomy Journal* 49:419-423.
- Dewy, D.R., and Lu, K.H., 1959. A correlation and path coefficient analysis of component of crested wheat grass seed production. *Agronomy Journal* 51: 515-518.
- Haghi Kashani, A., Arab, M., Tabaei Aghdaei, S. R. and Zeinali, H. 2012. The relationship between

مستقل بر متغیر تابع (عملکرد گل)، معمولاً نتایج برآورد همبستگی‌ها (تغییرات مشترک دو متغیر) و ضرایب رگرسیون چند متغیره عملکرد گل بر اجزاء (تغییر متغیر تابع به‌ازای تغییر یک واحد متغیر مستقل) با واقعیت مطابقت ندارد. زیرا اثر سایر متغیرها در هیچ شرايطی ثابت نمانده و تأثیر یک متغیر مستقل بر متغیر تابع محصول اثر خالص خودش به‌اضافه اثرهای متقابل آن با سایر متغیرهای موجود در مدل خواهد بود که از آن می‌توان به همبستگی پویای متغیرها نام برد. معمولاً رابطه پویای یک متغیر مستقل بر متغیر تابع در قالب همبستگی‌های جزئی (Partial correlations) و از طریق ماتریس برآورد می‌گردد. روش تجزیه علیت (Path analysis) در حقیقت نوعی رگرسیون چندگانه ناقص یا جزئی است که اثر یک متغیر مستقل بر متغیر تابع در حضور تأثیر سایر متغیرهای موجود در مدل رگرسیون برآورد و در اصل همبستگی بین یک متغیر مستقل بر متغیر تابع (عملکرد گل) به اثر مستقیم متغیر مستقل و اثرهای غیرمستقیم آن از طریق سایر متغیرهای مستقل شکسته می‌شود. برای نمونه، همبستگی وزن تر گل با عملکرد گل در این تحقیق (0.09) مثبت ولی غیرمعنی‌دار بود اما در تجزیه علیت با اثر مستقیم معنی‌دار ($P = 0.33^{**}$) توانست یکی از اجزای اصلی عملکرد گل گردد.

در مجموع با انجام تجزیه علیت سه مرحله‌ای بر روی ۱۶ صفت مؤثر بر عملکرد گل در ۴۹ ژنوتیپ گل‌محمدی، مشخص گردید که تعداد گل در پایه و وزن گل اجزای اصلی عملکرد گل در پایه بوده، سطح کل سبز پایه و قطر تاج پوشش گیاه اجزای اصلی تعداد گل در پایه و تعداد برگ در پایه و متوسط سطح برگ اجزای اصلی سطح کل سبز پایه در گل‌محمدی بودند. بنابراین در گزینش‌های غیرمستقیم برای بهبود عملکرد گل در ژنوتیپ‌های گل‌محمدی می‌توانند مورد توجه قرار بگیرند. نتایج نشان داد که تمام صفات مورد بررسی اثرهای غیرمستقیم خود را بر عملکرد گل به طور عمده از طریق تعداد گل در پایه (صفات فنولوژیکی به صورت منفی و صفات مورفولوژیکی مربوط به برگ، ارتفاع و قطر تاج پوشش به صورت مثبت) اعمال

- Nature of Iran 3(4): 88 (in Persian).
- 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.
 - 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 Persian).
 - 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 Persian).
 - Tabaei Aghdaei, S. R. Kazemi, M. and Jafari, A. A. 2012. Quantitative and qualitative traits associations in *Rosa damascena* under the climatic conditions of Khuzistan, Iran. Ecological Agriculture Journal 3(1):83-95 (In Persian).
 - Vaezi. Sh., Abd-Mishani, C., Yazdi-Samadi, B. and Ghannadha, M. R., 2000. Correlation and path analysis of grain yield and its components in Maize. Iranian Journal of Agricultural Science 31 (1): 71-83 (In Persian).
 - Yousefi, B., Kazemi arbat, H., Rahim Zadeh Khoei, F. and Moghadam, M. 1996. Evaluation of genetic variation of *Cicer arietinum* cultivars under two irrigation levels and path analysis of agronomic traits. Master thesis of Agricultural Faculty of Tabriz University. 112 p (in Persian).
 - Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S.R. & Assareh, M.H., 2009a. Evaluation of genetic variation and correlation of morphological and phonological characteristics and their effects on flower yield of *Rosa damascena* Mill accessions in Kurdistan. Final report of Research Institute of Forest and Rangelands (RIFR), No: 5064 (in Persian).
 - 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.
 - 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 Persian).
 - flower yield and yield components in Damask Rose (*Rosa damascena* Mill.) in different region of Iran.. Journal of Crop Improvement 14 (1): 13-19.
 - 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 Persian).
 - Joarder, O.I., Ghose, S.K. and Salehuzzaman, M. 1978. Genotype environment interaction shown by yield and some of its components of *Brassica campestris* .Z. Pflanzenziichtg 81:257-284.
 - Lioyd, C., 1997. Damask roses on the rose garden .Wendy@ netlist.co.nz.:14
 - Kaffi, M. and Riazi, Y. 2002. Cultivation of *Rosa damascena* Mill. and rose water production. Ministry of Agricultural-Jihad pub. Tehran, Iran (in Persian).
 - Kazaz, S., Erbas, S. & 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 Aghdaei, 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).
 - Li, C.C. 1956. The concept of path coefficient and its impact on population genetics. Biometric 12: 190-210.
 - Moghadam, M., 1995. Advanced plant breeding (PhD and Master student textbook). Agricultural Faculty of Tabriz University, Iran. 120 p (in Persian).
 - Nemati Lafmajani, Z., Tabaei Aghdaei, S. R., Lebaschi, M. H., Jafari, A. A., Najafi, Ashtiani, A. and Daneshkhah, M. 2012. Path analysis of *Rosa damascena* Mill. Performance under different conditions. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants 27 (4):561-572.
 - Ody, P. 1995. The herb Society's complete medicine herbal. Dorling Kindersley, London, pp. 192.
 - Rezaei, M. B., Jaymand, K., Tabaei Aghdaei, S. R., Barazandeh, M. M. & MeshkiZadeh, S. 2003. Study of essential oil quantity and quality of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) of central and North West region of Iran. Iranian Journal Medicinal and Aromatic Plants Research 19 (4): 339-348 (in Persian).
 - Sefidkon, F. 2017. The necessity of using cultivars and genotypes of *Rosa damascena*. Journal of