

## روش‌های تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) ایران برای عملکرد اسانس

بایزید یوسفی<sup>۱\*</sup> و سیدرضا طبایی عقدایی<sup>۲</sup>

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

پست الکترونیک: bayzidyousefi@yahoo.com

۲- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ پذیرش: مرداد ۱۴۰۰

تاریخ اصلاح نهایی: مرداد ۱۴۰۰

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۴۰۰

### چکیده

با هدف تشخیص روش‌های مناسب شناسایی ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار برای عملکرد اسانس، ۳۵ ژنوتیپ گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در هفت مکان (استان‌های کردستان، مرکزی، اصفهان، خوزستان، فارس، کرمان و خراسان رضوی) و دو سال (۷-۱۳۸۶) ارزیابی گردید. میانگین کل بازده اسانس ۰/۰۲۹٪ بدست آمد. بین ژنوتیپ‌ها، مکان‌ها، محیط یا مکان سال‌ها و نیز اثرات متقابل ژنوتیپ × مکان و ژنوتیپ × محیط از نظر بازده اسانس تفاوت‌های معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) وجود داشت. رابطه مثبت بین واریانس محیطی، ضریب تغییرات و ضریب رگرسیون عملکرد بر محیط با بازده اسانس نشان داد که فقط ژنوتیپ‌های با بازده اسانس پایین فنوتیپ مشابهی را در محیط‌های مختلف (پایداری استاتیک) داشتند. هیچ ژنوتیپ پایداری با مفهوم استاتیک رگرسیون وجود نداشت و اسانس تولیدی ژنوتیپ‌های پایدار با واریانس محیطی هم بسیار اندک بود، اما برخی ژنوتیپ‌های سازگار با ضریب تغییرات محیطی (مانند KM<sub>1</sub>) هم‌زمان بازده اسانس متوسط و پایداری عملکرد داشتند. ژنوتیپ‌های پایدار با مفهوم دینامیک عملکرد اسانس متوسطی داشتند. شاخص برتری، ژنوتیپ‌های با بالاترین اسانس را به‌عنوان سازگار معرفی نمود. ژنوتیپ‌های پایدار با کمترین واریانس سال درون مکان، حداقل اسانس را تولید کردند. نتایج نشان داد که ژنوتیپ گل محمدی می‌تواند هم‌زمان دارای پایداری استاتیک، دینامیک و عملکرد اسانس بالا باشد. آماره ضریب تغییرات، جنبه دینامیک آماره‌های رگرسیون و شاخص برتری به‌عنوان آماره‌های مطلوب برای ارزیابی جنبه‌های مختلف (استاتیک و دینامیک) پایداری اسانس در گل محمدی پیشنهاد می‌شوند. در مجموع، ژنوتیپ‌های IS3، KZ1 و CM1 دارای عملکرد اسانس متوسط و پایداری و سازگاری عمومی برای آن بوده و برای کشور ایران توصیه می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *Rosa damascena* Mill.، اسانس، آماره پایداری، سازگاری.

## مقدمه

ارزشمندترین بخش گل محمدی (*Rosa damascena* Mill.) به‌عنوان یکی از گونه‌های مهم چندمنظوره (معطر، زینتی و دارویی)، گل‌های آن و مهمترین ویژگی گل هم عطر یا اسانس آن است. اگرچه در ایران استفاده از گل محمدی به‌طور عمده به تهیه گلاب و استفاده دارویی از گلبرگ‌ها محدود شده است اما امروزه توجه به اسانس و عطر و حتی تفاله حاصل از صنایع تبدیلی گل محمدی معطوف شده و اسانس می‌تواند یکی از منابع ارزشمند صادراتی و درآمدزا برای کشور باشد. بنابراین مهمترین هدف به‌نژادی گل محمدی تولید و معرفی ارقام با عملکرد گل و اسانس بالا است اما با توجه به متنوع بودن شرایط اکولوژیکی مناطق مورد کشت این گیاه در کشور و تأثیر عوامل محیطی بر عملکرد آن، سازگاری و ثبات عملکرد یا پایداری عملکرد گل ژنوتیپ‌ها نیز به اندازه خود عملکرد آنها اهمیت دارد. از دیدگاه اصلاح نباتات ژنوتیپ موفق، ژنوتیپی با عملکرد بالا است که برتری عملکرد آن در شرایط محیطی مختلف قابل اعتماد یعنی پایدار باشد. برخی ارقام به طیف وسیعی از شرایط محیطی مختلف سازگاری دارند و برخی دیگر در بروز توان تولیدی محدودیت داشته و عملکرد آنها به‌طور مستقیم بستگی به شرایط محیطی دارد (Wright, 1973). یکی از روش‌های کارآمد آماری برای ارزیابی برهم‌کنش ژنوتیپ و محیط و تشخیص پایداری صفات، تجزیه پایداری (Stability analysis) است که پس از تجزیه واریانس مرکب و تعیین اثرهای محیط، ژنوتیپ و اثر متقابل ژنوتیپ و محیط و همچنین معنی‌دار بودن اثر متقابل ژنوتیپ و محیط انجام می‌شود. آماره‌های پایداری متفاوتی برای ارزیابی پایداری پیشنهاد شده است (Lin et al., 1986) که به‌طور کلی در دو گروه روش‌های پارامتری و ناپارامتری تفکیک می‌شوند (Farshadfar, 1998). روش‌های پارامتری نیاز به فرضیات خاصی در مورد داده‌ها و روابط ژنوتیپ‌ها با محیط‌ها (مانند داشتن توزیع نرمال داده‌ها، توزیع تصادفی در محیط، یکنواختی واریانس انحرافات، افزایشی بودن اثرها) دارند و عدم تحقق آنها، اعتماد به نتایج را کاهش می‌دهد. این روش‌ها

خود به دو گروه یک متغیره و چند متغیره تقسیم می‌شوند. روش‌های پارامتری یک متغیره شامل ۱- روش‌های مبتنی بر واریانس محیطی ژنوتیپ مانند واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) و ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) (Francis & Kannenberg, 1973)، ۲- روش‌های مبتنی بر تجزیه واریانس مانند برآورد آماره  $\theta_i$  در روش‌های Plaisted و Peterson (۱۹۵۹) و Plaisted (۱۹۶۰)، اکوالانس ریک ( $W_i$ ) (Wricke, 1962)، واریانس پایداری شوکلا ( $\delta_i^2$ ) (Shukla, 1972)، ۳- روش‌های مبتنی بر رگرسیون عملکرد ژنوتیپ بر محیط ( $b_i$ ) مانند روش Finlay و Wilkinson (۱۹۶۳) و مدل Eberhart و Russel (۱۹۶۶) و ۴- سایر روش‌ها مانند روش Freeman و Perkins (۱۹۷۱)، شاخص برتری ( $P_i$ ) Lin و Binns (۱۹۸۸) و روش همبستگی‌های ژنتیکی (بین محیط‌ها) می‌باشد. روش‌های دیگری هم مانند روش Perkins و Jinks (۱۹۶۸) و ضریب تبیین ( $r^2$ ) (Pinthus, 1973) پیشنهاد شده‌اند که در اصل تغییر یافته Eberhart و Russel (۱۹۶۶) هستند. روش‌های چند متغیره را می‌توان به دو گروه انتصابی (Ordination) و طبقه‌بندی (Classification) تفکیک نمود (Farshadfar, 1998). مهمترین روش چند متغیره در تعیین پایداری ژنوتیپ‌ها در محیط‌های مختلف مدل اثرهای اصلی جمع‌پذیر و اثر متقابل ضرب‌پذیر (Additive Main effects and Multiplicative Interaction (AMMI)) است (Gauch, 1988). از جمله مهمترین روش‌های ناپارامتری می‌توان به روش‌های مجموع رتبه (عملکرد + واریانس شوکلا) و آماره "پایداری عملکرد" یا  $YS_i$  (Kang, 1993) و شاخص پایداری (Bajpai (I) و Prabhakaran (۲۰۰۰) اشاره نمود. Lin و همکاران (۱۹۸۶) رابطه بین آماره‌های پایداری را ارزیابی و سه تیپ پایداری را تعریف و در سال ۱۹۸۸ شاخص پایداری  $P_i$  (Lin و Binns (۱۹۸۸) را نیز به‌عنوان تیپ چهارم پایداری مطرح نمودند. هدف این تحقیق، ارزیابی مجموعه‌ای از کاربردی‌ترین آماره‌ها و روش‌های تجزیه پایداری متعلق به تیپ‌های مختلف برای سنجش پایداری (براساس اثر متقابل ژنوتیپ ×

واریانس محیط‌های مختلف با آزمون بارتلت (Bartlett's test) مورد تجزیه مرکب داده‌ها قرار گرفت و به صورت تجزیه مرکب (در مکان) طرح اسپلیت پلات در زمان با طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی قرار گرفتند. تجزیه پایداری براساس اثرهای متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط (برای تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار) و ژنوتیپ  $\times$  مکان (برای تشخیص ژنوتیپ‌های سازگار) با آماره‌ها و روش‌های واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) و ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) Francis و Wilkinson (۱۹۷۳)، روش Finlay و Eberhart (۱۹۶۳) و روش Russel (۱۹۶۶) و روش Lin و Binns (۱۹۸۸) مشتمل بر دو آماره الف- شاخص پایداری ( $P_i$ ) و ب- واریانس سال درون مکان ( $MS_{Y/P}$ ) انجام گردید. برآورد آماره‌های هر روش براساس الگوریتم تعریف شده توسط پیشنهاددهندگان آنها و Singh و Chaudhary (۱۹۷۷) به صورت ادامه انجام شد.

۱- واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) از طریق رابطه ۱ برآورد شد.

$$S_i^2 = \frac{\sum(Y_{ij} - \bar{Y}_{io})}{q-1} \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن  $Y_{ij}$  نسبت اسانس ژنوتیپ  $i$  ام در محیط  $j$  ام،  $\bar{Y}_{io}$  میانگین اسانس ژنوتیپ  $i$  ام در محیط‌ها و  $q$  تعداد محیط است.

۲- ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ ) از طریق رابطه ۲ برآورد شد.

$$CV_i = \frac{S_i}{\bar{Y}_i} \times 100 \quad \text{رابطه ۲}$$

۳- ضریب رگرسیون عملکرد اسانس بر شاخص محیطی ( $b_i$ ) از طریق رابطه ۳ برآورد شد.

$$I_j = \bar{Y}_{oj} - \bar{Y}_{oo} \quad \text{و} \quad b_i = \frac{\sum Y_{ij} I_j}{\sum I_j} \quad \text{رابطه ۳}$$

محیط) و سازگاری (براساس اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان) عملکرد اسانس ۳۵ ژنوتیپ گل محمدی در هفت منطقه کشور طی دو سال بوده است.

## مواد و روش‌ها

تعداد ۳۵ ژنوتیپ گل محمدی جمع‌آوری شده از اغلب مناطق اکولوژیکی کشور (شکل ۱) در هفت مکان شامل استان‌های کردستان (سنندج)، مرکزی (اراک)، اصفهان (کاشان)، خوزستان (دزفول)، فارس (استهبان)، کرمان (کرمان) و خراسان رضوی (مشهد) با ویژگی‌های اکولوژیکی مندرج در جدول ۱ طی دو سال (۱۳۸۶ و ۱۳۸۷) مورد بررسی قرار گرفتند. در قالب طرح ملی سازگاری ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی (مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور)، از هر ژنوتیپ به تعداد کافی نهال یکنواخت و سالم تهیه و در اسفندماه ۱۳۸۳ در مناطق اجرایی پروژه در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و در هر تکرار سه پایه با فاصله  $3 \times 3$  متر (۱۱۱۱) پایه در هکتار) و در چاله‌های با قطر و عمق مناسب (حدود یک متر) کشت شد. در هر منطقه عملیات زراعی و داشت (آبیاری به صورت قطره‌ای، وجین دستی و غیره) متناسب در زمان مقتضی و در هر سال انجام گردید. استخراج اسانس با روش تقطیر با آب (HD) و حلال (دی‌اتیل اتر) انجام شد. برای این منظور، ۵۰۰ گرم گلبرگ 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 ( $Na_2SO_4$ ) خشک (آبگیری) و توزین گردید. نسبت یا بازده اسانس (Essential oil ratio) هر نمونه از تقسیم وزن خالص اسانس پس از کسر وزن ریز لوله (میکروتیوب) حاوی اسانس بر وزن گلبرگ اولیه (۵۰۰ گرم) بدست آمد.

برای برآورد میانگین مربعات (واریانس) ژنوتیپ‌ها (G)، محیط‌ها (E) و اثرهای متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط (GE)، داده‌های عملکرد اسانس، پس از انجام آزمون همگنی

که در آن  $\beta$  برابر مقدار مفروض،  $Mse(p)$  متوسط اشتباه (Mse) تجزیه مرکب تقسیم بر تعداد تکرار) و  $\sum I_j^2$  مجموع توان دوم شاخص‌های محیطی می‌باشد.  $t$  بدست آمده با  $t$  جدول با درجه آزادی  $df = g(e-2)$  تعداد ژنوتیپ و  $e$  تعداد محیط) و  $\alpha$  (۱٪ یا ۵٪) مقایسه گردید.

۴- واریانس ناشی از انحراف از رگرسیون ( $Sd_i^2$ ) از طریق رابطه ۵ برآورد گردید.

$$\sum \delta_{ij}^2 = (\sum_j Y_{ij}^2 - Y_{io}^2/q) - \frac{(\sum_j Y_{ij} I_j)^2}{\sum_j I_j^2}$$

۶- شاخص برتری ( $P_i$ ): Lin و Binns (۱۹۸۸) کمیت برتری ارقام ( $P_i$ ) را به صورت مربع مجموع اختلافات اسانس رقم نام با میانگین کل رقم ( $\bar{Y}_i$ ) با حداکثر میانگین اسانس در هر مکان ( $\bar{Y}_{max}$ ) تقسیم بر دو برابر تعداد مکان (رابطه ۶) برآورد نمودند.

$$p_i = \frac{\sum (\bar{y}_{ij} - \bar{y}_{jmax})^2}{2p} \quad \text{رابطه ۶} \quad (p \text{ تعداد مکان})$$

۷- واریانس سال درون مکان ( $MS_{Y/P}$ ) برای هر ژنوتیپ به صورت جداگانه پس از تنظیم جدول دو طرفه سال - مکان برای عملکرد گل از طریق رابطه ۷ برآورد شد.

$$MS_{Y/P} = \frac{SS_{Y/P}}{g} \quad \text{و} \quad SS_{Y/P} = SS_{Total} - SS_P \quad \text{رابطه ۷}$$

که در آن  $I_j$  شاخص محیطی،  $\bar{Y}_{oj}$  میانگین اسانس ژنوتیپ‌ها در محیط  $i$  ام و  $\bar{Y}_{oo}$  میانگین اسانس کل محیط‌هاست. برای آزمون وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار ضریب رگرسیون برآورد شده با مقدار مورد نظر از آزمون  $t$  به صورت رابطه ۴ استفاده شد.

$$t = \frac{b - \beta}{\sqrt{\frac{Mse(p)}{\sum_j I_j^2}}} \quad \text{رابطه ۴}$$

$$Sd_i^2 = \frac{1}{q-2} (\sum \delta_{ij}^2) \quad \text{رابطه ۵} \quad \text{و}$$

در فرمول مذکور  $p$  تعداد ژنوتیپ،  $q$  تعداد محیط و  $r$  تعداد تکرار و  $\sum \delta_{ij}^2$  برابر  $SS$  انحرافات،  $(\sum_j Y_{ij}^2 - Y_{io}^2/q)$  برابر  $SS$  کل و  $(\sum_j Y_{ij} I_j)^2 / \sum_j I_j^2$  برابر  $SS$  رگرسیون است (یعنی:  $SS_{Dev.} = SS_{Total} - SS_{Reg.}$ ). برای آزمون معنی‌دار بودن واریانس تلفیقی انحرافات و همچنین واریانس انحراف از خط هر ژنوتیپ از متوسط اشتباه یا اشتباه تلفیقی  $Mse(p)$  استفاده شد.

۵- برای آزمون معنی‌دار بودن اختلاف میانگین اسانس ژنوتیپ‌ها با میانگین کل از آزمون  $t$  و از فرمول

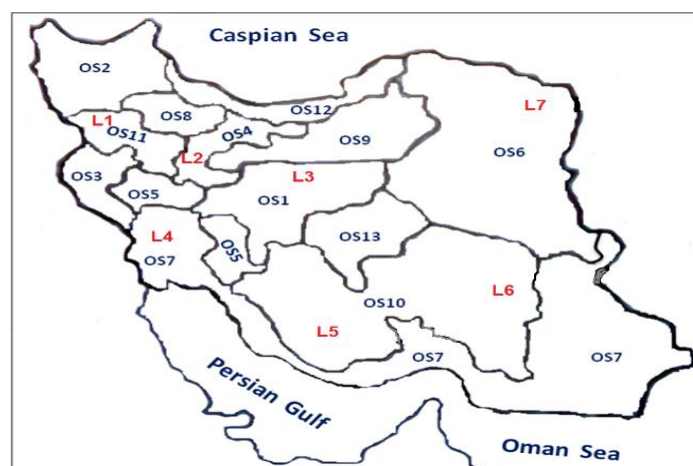
$$t = \frac{(\bar{Y}_i - \mu)}{\sqrt{\frac{\sum Sd_i^2}{g}}} \quad \text{استفاده شد که در آن } \bar{Y}_i \text{ میانگین ژنوتیپ } i, \mu \text{ میانگین کل ژنوتیپ‌ها در جمعیت، } \sum Sd_i^2 \text{ واریانس تلفیق}$$

شده انحرافات و  $e$  تعداد محیط می‌باشد.  $t$  بدست آمده با  $t$  جدول با درجه آزادی  $df = g(e-2)$  تعداد ژنوتیپ و  $e$  تعداد محیط) و  $\alpha$  (۱٪ یا ۵٪) مقایسه گردید.

جدول ۱- برخی مشخصات اکولوژیکی مناطق مورد مطالعه گل محمدی

مجموع ساعات آفتابی	تبخیر سالانه (میلی متر)	روزهای یخبندان	بارندگی سالانه (میلی متر)	متوسط رطوبت	دما (درجه سانتی گراد)			ارتفاع (متر)*	عرض جغرافیایی* (شمالی)	طول جغرافیایی* (شرقی)	منطقه
					متوسط	حداکثر	حداقل				
۲۸۶۰	۱۳۴۰	۱۰۵/۸	۴۶۲/۴	%۴۷	۱۶	۲۱/۴	۵/۴	۱۳۷۳/۴	۳۵/۲۰	۴۷/۰۰	کردستان (سنندج) (L1)
۲۹۷۳/۳	۱۷۵۰	۹۱/۴	۳۴۱/۵	%۴۶	۱۳/۸	۲۰/۷	۶/۹	۱۷۰۸	۳۴/۶	۴۹/۴۶	مرکزی (اراک) (L2)
۲۹۰۶/۲	۲۵۲۶	۴۳/۶	۱۳۸/۸	%۴۰	۱۴	۲۶/۱	۱۲/۱	۹۸۲/۳	۳۳/۵۹	۵۱/۲۷	اصفهان (کاشان) (L3)
۳۰۶۶/۱	۲۳۳۴	۱/۶	۳۴۳/۸	%۴۸	۱۶/۲	۳۲	۱۵/۸	۸۲/۹	۳۲/۱۶	۴۸/۲۵	خوزستان (دزفول) (L4)
۳۳۷۰/۴	۲۱۹۶	۳۳/۷	۲۹۳/۱	%۳۹	۱۶/۸	۲۷/۷	۱۰/۹	۱۲۸۸/۳	۲۸/۵۸	۵۳/۴۱	فارس (استهبان) (L5)
۳۱۶۵/۳	۱۸۰۰	۸۹/۱	۱۵۴/۱	%۳۲	۱۷/۸	۲۴/۷	۶/۹	۱۷۵۳/۸	۳۰/۱۵	۵۶/۵۸	کرمان (کرمان) (L6)
۲۸۸۷/۶	۱۷۲۰	۹۰/۹	۲۵۵	%۵۵	۱۴/۱	۲۱/۱	۷	۹۹۹/۲	۳۶/۱۶	۵۹/۳۸	خراسان (مشهد) (L7)

\*: مشخصات نزدیکترین ایستگاه سینوپتیک به محل اجرای تحقیق



شکل ۱- مناطق منشأ ژنوتیپ‌های گل محمدی (OS1-OS13) و مکان‌های تحقیق (L1-L7) آزمایش روی نقشه ایران

## نتایج

بین ژنوتیپ‌های گل محمدی (G)، مکان‌ها (L)، محیط‌ها (E) و بین اثرهای متقابل ژنوتیپ × مکان (GL) و ژنوتیپ × محیط (GE) وجود داشت (جدول ۲).

براساس نتایج جدول تجزیه واریانس مرکب، تفاوت‌های معنی‌داری ( $P \leq 0.01$ ) از لحاظ نسبت یا بازده اسانس در

جدول ۲- تجزیه واریانس پایداری (ادغام شده) نسبت اسانس در ۷ مکان و ۲ سال (۱۴ محیط) (داده‌های اصلی در ۱۰۰۰ ضرب شده‌اند)

منبع تغییر (SV)	محیط‌ها (سال - مکان)			مکان‌ها			
	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	
	(DF)	(SS)	(MS)	(DF)	(SS)	(MS)	
Total	کل	۴۸۹	۵۷/۸۰	-	۲۴۴	۲۴/۴۰	-
Landrace (G)	ژنوتیپ	۳۴	۲/۵۰	۰/۰۷ **	۳۴	۱/۹۰	۰/۰۶ **
Environments(E)	محیط	۱۳	۲۵/۸۰	۱/۹۸ **	۶	۱۱/۱۰	۱/۸۵ **
Landrace × Envir. (GE)	ژنوتیپ × محیط	۴۴۲	۲۹/۵۰	۰/۰۷ **	۲۰۴	۱۱/۴۰	۰/۰۶ **
E + (GE)	(ژنوتیپ × محیط) + محیط	۴۵۵	۵۵/۳۰	۰/۱۲ **	۲۱۰	۲۲/۵۰	۰/۱۱ **
Environment (Linear) (L)	محیط (خطی)	۱	۲۷/۱۰	۲۷/۱۰ **	۱	۱۱/۳۰	۱۱/۳۰ **
Landrace × Envir.(Linear)	ژنوتیپ × محیط (خطی)	۳۴	۴/۶۰	۰/۱۴ **	۳۴	۲/۰۰	۰/۰۵۸ **
Pooled deviation ( $\sum Sd_i^2$ )	انحراف تلفیق شده	۴۲۰	۲۴/۸۰	۰/۰۶ **	۱۷۵	۹/۵۰	۰/۰۵۴ **
Pooled error	اشتباه تلفیقی	۸۷۳	۵/۸۲	۰/۰۱	۴۶۵	۱/۵۵	۰/۰۰۳

\*\* معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪؛ آماره آزمون همگنی واریانس آزمایش‌ها (تست بارتلت) برای نسبت اسانس:  $X^2 = 5/01$  ns

اسانس در سال ۱۳۸۶ برابر ۰/۰۳۰۴٪ و در سال ۱۳۸۷ برابر ۰/۰۲۷۴٪ بود. در بین محیط‌های مورد بررسی، بیشترین میانگین بازده اسانس مربوط به اصفهان (کاشان) - ۱۳۸۶ (۰/۰۷۸۴٪) و کمترین آن مربوط به مرکزی (اراک) - ۱۳۸۶ (۰/۰۰۳۵٪) بود (جدول ۳).

میانگین کل بازده اسانس در ژنوتیپ‌های گل محمدی در محیط‌های مورد بررسی ۰/۰۰۲۸۸۵ (گرم اسانس در گرم گلبرگ) یا ۰/۰۲۹٪ بود. بیشترین میانگین بازده اسانس برابر ۰/۰۷۳۴٪ مربوط به اصفهان (کاشان) و کمترین آن (۰/۰۰۳۷٪) مربوط به مرکزی (اراک) بود. میانگین بازده

جدول ۳- میانگین درصد اسانس ژنوتیپ‌های گل محمدی در مکان‌ها و محیط‌های مورد بررسی

کردستان (سنندج) (L1)		مرکزی (اراک) (L2)			اصفهان (کاشان) (L3)			خوزستان (دزفول) (L4)	
۱۳۸۶	۱۳۸۷	میانگین	۱۳۸۶	۱۳۸۷	میانگین	۱۳۸۶	۱۳۸۷	۱۳۸۷	میانگین
۰/۰۰۹۶	۰/۰۱۱۲	۰/۰۱۰۴	۰/۰۰۳۵	۰/۰۰۳۹	۰/۰۰۳۷	۰/۰۶۸۴	۰/۰۷۳۴	۰/۰۲۰۵	۰/۰۲۵۸
فارس (استهبان) (L5)		کرمان (کرمان) (L6)			خراسان (مشهد) (L7)			میانگین کل	
۱۳۸۶	۱۳۸۷	میانگین	۱۳۸۶	۱۳۸۷	میانگین	۱۳۸۶	۱۳۸۷	LSD $_{\alpha=0.05}$	
۰/۰۱۶۸	۰/۰۴۷۶	۰/۰۳۲۲	۰/۰۱۶۵	۰/۰۱۴۹	۰/۰۱۵۷	۰/۰۲۳۳	۰/۰۵۴۵	محیط (مکان-سال)	
LSD $_{\alpha=0.05}$ مکان		۰/۰۰۹۴	۰/۰۳۸۹	۰/۰۲۳۳	۰/۰۵۴۵	۰/۰۲۳۳	۰/۰۵۴۵	LSD $_{\alpha=0.05}$ مکان	

دادند، پس برای اثر متقابل (GE) پایدار و ژنوتیپ‌های GU1, IS6, IS5, YZ2, HA1, IS8 و YZ1 هم برای اثر متقابل (GL) پایداری نشان دادند. همچنین ژنوتیپ‌های IS5, YZ2, GU1, IS6, TH1, HA1 و KZ1 برای اثر متقابل GE و ژنوتیپ‌های IS5, GU1, YZ2, IS6, IS8, TH1 و KM1 برای اثر GL حداقل ضریب تغییرات محیطی (CV) را نشان دادند، بنابراین پایدارترین ژنوتیپ‌ها از لحاظ تولید اسانس بودند. عملکرد اسانس ژنوتیپ‌های پایدار با آماره CV محیطی بسیار کم (GU1, YZ2, IS6, HA1)، کم (IS5, KZ1 و IS8) و متوسط (TH1) و نسبتاً زیاد (KM1) بود.

با آماره ضریب رگرسیون Finlay و Wilkinson (۱۹۶۳) تحت شرایط  $b_1 \approx 0$  ضریب رگرسیون ژنوتیپ روی محیط‌ها یا مکان‌ها برابر صفر یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن، از لحاظ مقدار اسانس هیچ ژنوتیپی نه برای محیط‌ها و نه مکان‌ها حائز شرایط پایداری نشد (جدول‌های ۴ و ۵). از لحاظ آماره‌های مد نظر روش Eberhart و Russel (۱۹۶۶) یعنی ضریب رگرسیون عملکرد اسانس بر شاخص

مقایسه میانگین بازده اسانس ژنوتیپ‌های گل محمدی مورد بررسی با آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ در جدول ۴ آمده است. مطابق آن، ژنوتیپ SM2 با میانگین بازده اسانس برابر ۰/۰۰۵۲۹ (۰/۰۰۵۳٪) دارای بیشترین بازده اسانس بود. بعد از آن ژنوتیپ‌های IS4, SM1, AK1 و BA1 به ترتیب با میانگین بازده اسانس برابر ۰/۰۰۰۴۴۷ (۰/۰۰۰۴۴٪)، ۰/۰۰۰۴۳۷ (۰/۰۰۰۴۳٪) و ۰/۰۰۰۴۲۶ (۰/۰۰۰۴۲٪) جزو ژنوتیپ‌های با بیشترین بازده اسانس بودند. همچنین ژنوتیپ GU1 با میانگین بازده برابر ۰/۰۰۰۱۹۴ (۰/۰۰۱۹٪) کمترین بازده اسانس را در بین ژنوتیپ‌ها داشت.

با توجه به معنی‌دار بودن اثرهای متقابل ژنوتیپ × مکان (GL) و ژنوتیپ × محیط (GE) (جدول ۲)، آماره‌های مورد نظر برای ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌ها از لحاظ بازده یا نسبت اسانس برآورد و در جدول ۴ آورده شده و همچنین نتایج آن در جدول ۵ خلاصه شده است. براساس نتایج جدول‌های ۴ و ۵، ژنوتیپ‌های GU1, YZ2, IS6, IS5, HA1, AR1 و KZ1 حداقل واریانس محیطی ( $S^2$ ) را نشان

این آزمایش با شاخص برتری Lin و Binns (۱۹۸۸) بودند (جدول‌های ۴ و ۵).

ژنوتیپ‌های SM2، IS4، SM1، AK1 و BA1 با میانگین بازده اسانس به ترتیب برابر ۰/۰۵۲۹، ۰/۰۴۴۶، ۰/۰۴۴۱، ۰/۰۴۳۷ و ۰/۰۴۲۶ درصد بالاترین نسبت اسانس را بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی تولید نمودند (جدول‌های ۴ و ۵)، بنابراین دارای حداقل اختلاف عملکرد اسانس با ژنوتیپ دارای حداکثر عملکرد یا شاخص برتری (Pi) بودند. بنابراین ژنوتیپ‌ها دارای پایداری در مکان‌ها (سازگاری) تولید اسانس بودند.

همچنین ژنوتیپ‌های GU1، YZ2، IS5، IS6، IS1، IL1 و QM1 با کمترین درصد اسانس (جدول ۴)، کمترین واریانس بازده اسانس را درون سال‌ها ( $MS_{Y/P}$ ) نشان داده، بنابراین با آماره  $MS_{Y/P}$  دارای پایداری بودند.

محیطی ژنوتیپ ( $b_i$ ) برابر یک یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن، واریانس ناشی از انحراف از رگرسیون ژنوتیپ ( $Sd_i^2$ ) برابر صفر یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن و میانگین نسبت اسانس ژنوتیپ در حدود میانگین کل نسبت اسانس یا بالاتر از آن، ژنوتیپ‌های TH1، CM1، YZ1 و IS3 برای اثر متقابل ژنوتیپ × محیط (GE) و CM1، QM1، KZ1، KS1 و HO1 برای اثر متقابل ژنوتیپ × مکان (GL) مطابق با نظر Eberhart و Russel (۱۹۶۶) برای نسبت اسانس به ترتیب پایداری (برای اثر متقابل GE) و سازگاری (برای اثر متقابل GL) نشان دادند (جدول‌های ۴ و ۵).

همچنین ژنوتیپ‌های LO1، IS4، SM1، AK1، ZA1 و SM2 دارای حداقل مقدار شاخص برتری Lin و Binns (۱۹۸۸) یا حداقل میانگین اختلاف بازده اسانس با ژنوتیپ دارای حداکثر آن بودند، بنابراین پایدار و سازگارترین ژنوتیپ‌ها در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی در



جدول ۴- آماره‌های پایداری مورد مطالعه و میانگین نسبت اسانس ژنوتیپ‌های گل محمدی در محیط‌های مورد بررسی

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (دانکن ٪۵)	میانگین اسانس (٪) ( $H_0: \bar{Y}_i = \mu$ )		$MS_{Y/P}$	$P_i$	$H_0: Sd_i^2$ ( $Sd_i^2 = 0$ )		$b_i (H_0: b_i = 1)$		$b_i (H_0: b_i = 0)$		$CV_i$		$S_i^2$		منشأ (Origin Site)	ژنوتیپ		
	L	E			L	E	L	E	L	E	L	E	L	E				
۰/۰۲۵۹	d-f	۰/۰۲۵۹	۰/۰۲۵۹	$1/0 \times 10^{-7}$	$\times 10^{-8}$ ۵/۱	$\times 10^{-8}$ ۴/۳	$\times 10^{-8}$ ۵/۹	۰/۹۷۹ **	۰/۹۷۰	۰/۹۷۹ **	۰/۹۷۰ **	۱۱۳/۸۸	۱۲۸/۲۱	$\times 10^{-10}$ ۸/۸	$1/1 \times 10^{-7}$	OS2	آذربایجان شرقی ۱	EA1
۰/۰۳۵۶	b-f	۰/۰۳۵۶	۰/۰۳۵۶	$2/0 \times 10^{-7}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۲	$10^{-7}$ ** ۷/۸	$10^{-7}$ ** $\times 1/5$	۱/۳۲۷ **	۱/۳۷۷ **	۱/۳۲۷ **	۱/۳۷۷ **	۱۱۱/۱۶	۱۴۰/۵۲	$\times 10^{-10}$ ۱/۶	$2/5 \times 10^{-7}$	OS2	آذربایجان غربی ۱	WA1
۰/۰۲۱۹	ef	۰/۰۲۱۹	۰/۰۲۱۹	$0/6 \times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۷	$10^{-7}$ * ۰/۹	$10^{-7}$ * $\times 1/3$	۰/۷۳۵ **	۰/۶۴۰ **	۰/۷۳۵ **	۰/۶۴۰ **	۸۷/۴۷	۸۷/۲۴	$\times 10^{-10}$ ۳/۷	$4/0 \times 10^{-10}$	OS2	اردبیل ۱	AR1
۰/۰۲۷۱	d-f	۰/۰۲۷۱	۰/۰۲۷۱	$0/4 \times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۳	$\times 10^{-8}$ ۲/۰	$\times 10^{-8}$ ۲/۴	۱/۰۱۶	۰/۸۷۹	۱/۰۱۶ **	۰/۸۷۹ **	۱۰۶/۲۴	۹۷/۵۷	$\times 10^{-10}$ ۷/۲	$7/0 \times 10^{-10}$	OS3	ایلام ۱	IL1
۰/۰۲۹۲	b-f	۰/۰۲۹۲	۰/۰۲۹۲	$0/9 \times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۲	$\times 10^{-8}$ ۱/۰	$\times 10^{-8}$ ۱/۴	۰/۸۵۳	۰/۸۱۹	۰/۸۵۳ **	۰/۸۱۹ **	۷۴/۲۹	۷۸/۸۶	$\times 10^{-10}$ ۵/۰	$5/0 \times 10^{-10}$	OS4	تهران ۱	TH1
۰/۰۲۷۶	c-f	۰/۰۲۷۶	۰/۰۲۷۶	$3/3 \times 10^{-8}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۷	$\times 10^{-8}$ ۰/۲	$\times 10^{-8}$ ۰/۵	۰/۹۷۵	۱/۰۲۹	۰/۹۷۵ **	۱/۰۲۹ **	۸۳/۳۷	۹۴/۱۲	$\times 10^{-10}$ ۵/۳	$7/0 \times 10^{-10}$	OS5	چهارمحال ۱	CM1
۰/۰۲۸۱	c-f	۰/۰۲۸۱	۰/۰۲۸۱	$0/4 \times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۴	$\times 10^{-8}$ ۰/۴	$10^{-8}$ * $\times 1/4$	۱/۰۵۴	۰/۹۰۳	۱/۰۵۴ **	۰/۹۰۳ **	۸۹/۲۹	۸۷/۸۷	$\times 10^{-10}$ ۶/۳	$6/0 \times 10^{-10}$	OS9	قم ۱	QM1
۰/۰۲۳۸	Ef	۰/۰۲۳۸	۰/۰۲۳۸	$0/9 \times 10^{-9}$	$\times 10^{-8}$ ۴/۷	$\times 10^{-8}$ ۰/۲	$\times 10^{-8}$ ۰/۳	۰/۸۵۷	۰/۸۱۳ **	۰/۸۵۷ **	۰/۸۱۳ **	۸۵/۴۵	۸۶/۴۸	$\times 10^{-10}$ ۴/۱	$4/0 \times 10^{-10}$	OS7	خوزستان ۱	KZ1

ادامه جدول ۴- ....

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (دانکن ٪۵)	میانگین اسانس (٪)		MS <sub>Y/P</sub>	P <sub>i</sub>	H <sub>0</sub> : Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (=0		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 1)		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 0)		CV <sub>i</sub>		S <sub>i</sub> <sup>2</sup>		منشأ (Origin Site)	ژنوتیپ		
	L	E			L	E	L	E	L	E	L	E	L	E			L	E
۰/۰۳۱۶	b-f	۰/۰۳۱۶	۰/۰۳۱۶	۲/۹ × ۱۰ <sup>-۸</sup>	۴/۰	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۱/۴۳۴ **	۱/۲۸۰ **	۱/۴۳۴ **	۱/۲۸۰ **	۱۰۶/۹۶	۱۱۱/۲۳	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۱/۲ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS8	زنجان ۱	ZA1
۰/۰۴۴۱	a-c	۰/۰۴۴۱	۰/۰۴۴۱ *	۲/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	۳/۵	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۱/۲۶۱ **	۱/۵۷۰ **	۱/۲۶۱ **	۱/۵۶۹ **	۸۲/۰۳	۱۱۴/۵۴	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۲/۶ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS9	سمنان ۱	SM1
۰/۰۵۲۹	a	۰/۰۵۲۹ **	۰/۰۵۲۹ **	۴/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	۴/۱	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۱/۹۶۸ **	۱/۸۲۴ **	۱/۹۶۸ **	۱/۸۲۴ **	۹۹/۱۶	۱۲۲/۱۰	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۴/۲ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS9	سمنان ۲	SM2
۰/۰۴۲۶	a-d	۰/۰۴۲۶	۰/۰۴۲۶ *	۳/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	۴/۲	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۱/۲۰۳ *	۱/۶۳۸ **	۱/۲۰۳ **	۱/۶۳۸ **	۸۶/۷۶	۱۱۵/۳۳	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۲/۴ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS7	بلوچستان ۱	BA1
۰/۰۲۷۸	c-f	۰/۰۲۷۸	۰/۰۲۷۸	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	۴/۹	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۰/۹۶۵	۱/۰۲۷	۰/۹۶۵ **	۱/۰۲۷ **	۱۰۵/۴۲	۱۱۳/۱۶	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS10	فارس ۲	FA2
۰/۰۲۹۶	b-f	۰/۰۲۹۶	۰/۰۲۹۶	۱/۳ × ۱۰ <sup>-۸</sup>	۴/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup>	۱/۲۰۰ *	۱/۰۵۲	۱/۲۰۱ **	۱/۰۵۲ **	۱۰۹/۰۵	۱۰۳/۰۹	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	۹/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS8	قزوین ۱	QZ1

ادامه جدول ۴- ....

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (دانکن ٪۵)	میانگین اسانس (٪)		MS <sub>Y/P</sub>	P <sub>i</sub>	H <sub>0</sub> : Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (=0		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 1)		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 0)		CV <sub>i</sub>		S <sub>i</sub> <sup>2</sup>		منشأ (Origin Site)	ژنوتیپ		
	L	E			L	E	L	E	L	E	L	E	L	E			L	E
۰/۰۳۸۱	a-e	۰/۰۳۸۱	۰/۰۳۸۱	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۳	۱/۰۰۶	۱/۲۶۶ **	۱/۰۰۶ **	۱/۲۶۶ **	۱۰۵/۲۴	۱۱۶/۸۵	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۱/۶	۲/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS11	کردستان ۱	KR1
۰/۰۲۹۹	b-f	۰/۰۲۹۹	۰/۰۲۹۹	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۸	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۲/۴	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۳/۱	۰/۷۷۴ *	۰/۹۶۲	۰/۷۷۴ **	۰/۹۶۲ **	۷۶/۳۱	۹۶/۸۹	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۵/۲	۸/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS10	کرمان ۱	KM1
۰/۰۲۳۳	ef	۰/۰۲۳۳	۰/۰۲۳۳	۰/۴ × ۱۰ <sup>-۹</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۷	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۹	۰/۸۸۰	۰/۷۵۸ **	۰/۸۸۱ **	۰/۷۵۸ **	۹۰/۸۷	۸۸/۸۰	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۴/۴	۴/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS3	کرمانشاه ۱	KS1
۰/۰۲۲۰	ef	۰/۰۲۲۰	۰/۰۲۲۰	۳/۲ × ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۵	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۲/۱	۰/۷۳۲ **	۰/۸۱۱ *	۰/۷۳۲ **	۰/۸۱۱ **	۹۶/۵۶	۱۰۹/۹۵	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۴/۲	۶/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS6	کهگیلویه ۲	KO2
۰/۰۱۹۴	f	۰/۰۱۹۴	۰/۰۱۹۴	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۷	۰/۴۷۳ **	۰/۵۲۲ **	۰/۴۷۳ **	۰/۵۲۲ **	۶۵/۱۳	۷۷/۸۵	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۱/۵	۲/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS12	گیلان ۱	GU1
۰/۰۲۸۰	c-f	۰/۰۲۸۰	۰/۰۲۸۰	۰/۹ × ۱۰ <sup>-۹</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۴	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۲/۰	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۹	۱/۳۱۳ **	۱/۳۴۸ **	۱/۳۱۳ **	۱/۳۴۷ **	۱۳۳/۲۵	۱۳۰/۶۴	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۱/۳	۱/۳ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS5	لرستان ۱	LO1
۰/۰۴۳۷	a-c	۰/۰۴۳۷	۰/۰۴۳۷ *	۶/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۳/۸	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۲	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۲	۲/۷۶۷ **	۲/۵۳۸ **	۲/۷۶۷ **	۲/۵۳۸ **	۱۶۳/۷۷	۲۰۰/۷۱	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۵/۱	۷/۷ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS4	اراک ۱	AK1

ادامه جدول ۴- ....

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (دانکن ٪۵)	میانگین اسانس (٪)		$MS_{Y/P}$	$P_i$	$H_0: Sd_i^2$		$b_i(H_0: b_i = I)$		$b_i(H_0: b_i = 0)$		$CV_i$		$S_i^2$		منشأ (Origin Site)	ژنوتیپ		
	$(H_0: \bar{Y}_i = \mu)$				$(Sd_i^2) (=0)$		L E		L E		L E		L E					
	L	E			L	E	L	E	L	E	L	E	L	E				
۰/۰۲۴۶ ef	۰/۰۲۴۶	۰/۰۲۴۶	$۲/۲ \times ۱۰^{-۸}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۷} \times ۱۰^{-۷}$	$۴/۷$	$-/۱$	$-/۹$	$-/۸۳۷ **$	$-/۷۷۴ *$	$-/۸۳۷ **$	$-/۷۷۳ **$	$۷۹/۱۹$	$۸۸/۴۲$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۵/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS7	هرمزگان ۱	HO1
۰/۰۲۲۰ ef	۰/۰۲۲۰	۰/۰۲۲۰	$-/۸ \times ۱۰^{-۹}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۵/۲$	$-/۵$	$۱/۲ \times$	$-/۷۵۱ *$	$-/۶۲۶ **$	$-/۷۵۱ **$	$-/۶۲۶ **$	$۸۴/۴۴$	$۸۴/۷۶$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۳/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS11	همدان ۱	HA1
۰/۰۲۴۹ ef	۰/۰۲۴۹	۰/۰۲۴۹	$۵/۶ \times ۱۰^{-۸}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۴/۹$	$-/۵$	$-/۹$	$-/۷۷۷ *$	$-/۹۰۲$	$-/۷۷۷ **$	$-/۹۰۲ **$	$۷۶/۹۸$	$۹۵/۳۰$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۶/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS13	یزد ۱	YZ1
۰/۰۲۱۷ ef	۰/۰۲۱۷	۰/۰۲۱۷	$۱/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۴/۹$	$۱/۰ \times$	$۱/۷$	$-/۵۲۲ **$	$-/۴۱۶ **$	$-/۵۲۲ **$	$-/۴۱۶ **$	$۶۹/۸۰$	$۷۴/۹۲$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۳/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS13	یزد ۲	YZ2
۰/۰۲۲۳ ef	۰/۰۲۲۳	۰/۰۲۲۳	$-/۲ \times ۱۰^{-۹}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۵/۴$	$\times ۱۰$	$۱/۱$	$-/۸۶۰$	$-/۷۳۹ **$	$-/۸۶۰ **$	$-/۷۳۹ **$	$۱۰۶/۷۱$	$۹۵/۹۹$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۵/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS1	اصفهان ۱	IS1
۰/۰۲۷۰ d-f	۰/۰۲۷۰	۰/۰۲۷۰	$۱/۲ \times ۱۰^{-۸}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۴/۷$	$\times ۱۰$	$۱/۳ \times$	$-/۹۴۵$	$-/۸۹۶$	$-/۹۴۵ **$	$-/۸۹۶ **$	$۸۸/۲۷$	$۹۰/۴۹$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۶/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS1	اصفهان ۲	IS2
۰/۰۲۷۱ d-f	۰/۰۲۷۱	۰/۰۲۷۱	$۱/۵ \times ۱۰^{-۸}$	$\times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸} \times ۱۰^{-۸}$	$۵/۰$	$۱/۰ \times$	$-/۸$	$-/۹۲۱$	$-/۹۲۷$	$-/۹۲۱ **$	$-/۹۲۷ **$	$۸۵/۹۳$	$۸۹/۴۱$	$\times ۱۰^{-۱۰}$	$۶/۰ \times ۱۰^{-۱۰}$	OS1	اصفهان ۳	IS3

ادامه جدول ۴- ....

مقایسه میانگین ژنوتیپ‌ها (دانکن ٪۵)	میانگین اسانس (٪)		MS <sub>Y/P</sub>	P <sub>i</sub>	H <sub>0</sub> : Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (Sd <sub>i</sub> <sup>2</sup> ) (=0		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 1)		b <sub>i</sub> (H <sub>0</sub> : b <sub>i</sub> = 0)		CV <sub>i</sub>		S <sub>i</sub> <sup>2</sup>		منشأ (Origin Site)	ژنوتیپ		
	(H <sub>0</sub> : $\bar{Y}_i = \mu$ )				L	E	L	E	L	E	L	E	L	E			L	E
	L	E																
۰/۰۴۴۷ ab	۰/۰۴۴۷ *	۰/۰۴۴۷ *	۰/۶ × ۱۰ <sup>-۹</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۷	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۲/۳	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۸	۰/۷۸۷ *	۰/۴۸۳ **	۰/۷۸۷ **	۰/۴۸۳ **	۱۵۵/۰۵	۱۵۸/۰۵	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۸/۶	۵/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۴	IS4	
۰/۰۲۳۶ ef	۰/۰۲۳۶	۰/۰۲۳۶	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۲	× ۱۰ <sup>-۸</sup> -/۴	× ۱۰ <sup>-۸</sup> -/۸	۰/۵۹۹ **	۰/۵۹۶ **	۰/۵۹۹ **	۰/۵۹۶ **	۶۴/۸۳	۷۱/۹۴	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۲/۲	۳/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۵	IS5	
۰/۰۲۰۱ f	۰/۰۲۰۱	۰/۰۲۰۱	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۵	× ۱۰ <sup>-۸</sup> -/۷	× ۱۰ <sup>-۸</sup> -/۸	۰/۵۳۴ **	۰/۵۳۹ **	۰/۵۳۴ **	۰/۵۳۹ **	۷۲/۳۲	۷۸/۰۷	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۲/۱	۲/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۶	IS6	
۰/۰۲۲۴ ef	۰/۰۲۲۴	۰/۰۲۲۴	۰/۴ × ۱۰ <sup>-۹</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۱	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۷	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۷	۱/۰۵۵	۰/۹۷۲	۱/۰۵۵ **	۰/۹۷۳ **	۱۲۱/۵۹	۱۱۹/۵۴	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۷/۴	۷/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۷	IS7	
۰/۰۲۵۰ ef	۰/۰۲۵۰	۰/۰۲۵۰	۳/۱ × ۱۰ <sup>-۸</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۵/۰	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۰/۹ ×	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۱/۳ ×	۰/۷۱۹ **	۰/۷۶۷ *	۰/۷۱۹ **	۰/۷۶۷ **	۷۲/۹۳	۸۶/۵۱	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۳/۵	۵/۰ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۸	IS8	
۰/۰۳۴۲ b-f	۰/۰۳۴۲	۰/۰۳۴۲	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۴	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۲/۹	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۷	۱/۱۱۴	۱/۲۶۶ **	۱/۱۱۴ **	۱/۲۶۶ **	۸۳/۴۱	۱۰۹/۰۰	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۹/۱	۱/۴ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۹	IS9	
۰/۰۳۱۳ b-f	۰/۰۳۱۳	۰/۰۳۱۳	۱/۰ × ۱۰ <sup>-۷</sup>	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۴/۸	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۶/۵	× ۱۰ <sup>-۸</sup> ۹/۹	۰/۸۹۲	۱/۰۰۰	۰/۸۹۲ **	۱/۰۰۰ **	۱۰۳/۵۵	۱۲۸/۹۸	× ۱۰ <sup>-۱۰</sup> ۹/۷	۱/۶ × ۱۰ <sup>-۱۰</sup>	OS1	اصفهان ۱۰	IS10	

\*\*\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪، G: ژنوتیپ، OS: منطقه منشأ ژنوتیپ،  $\bar{Y}$ : میانگین بازده یا نسبت اسانس (برحسب درصد)، S<sup>2</sup>: واریانس محیطی، CV: ضریب تغییرات محیطی، b: ضریب رگرسیون نسبت اسانس بر شاخص محیطی، Sd<sup>2</sup>: واریانس ناشی از انحراف از خط رگرسیون، P: شاخص برتری، MS<sub>Y/P</sub>: واریانس سال درون مکان، E: محیط و L: مکان

جدول ۵- ژنوتیپ‌های پایدار (برای محیط‌ها) و سازگار (برای مکان‌ها) با روش‌ها و آماره‌های مختلف مورد بررسی

روش ارزیابی پایدار	آماره	ملاک پایداری	محیط	ترتیب ژنوتیپ‌های پایدار
روش Francis و Kannenberg (۱۹۷۳)	ضریب تغییرات محیطی ( $CV_i$ )	واریانس محیطی ( $S_i^2$ ) کوچکتر	محیط‌ها (۱۴)	KZ1 و AR1, HA1, JS5, YZ2, JS6, GU1
		ضریب تغییرات محیطی $CV_i$ کوچکتر	مکان‌ها (۷)	YZ1 و IS8, HA1, YZ2, JS5, JS6, GU1
روش Finlay و Wilkinson (۱۹۶۳)	ضریب رگرسیون ژنوتیپ بر محیط ( $b_i$ )	ضریب رگرسیون ( $b_i$ ) برابر صفر (بدون اختلاف معنی‌دار با صفر)	محیط‌ها (۱۴)	-
		میانگین عملکرد ( $\bar{Y}_i$ ) بیشتر	مکان‌ها (۷)	-
روش Eberhart و Russel (۱۹۶۶)	$\bar{Y}_i$ و $Sd_i^2$	ضریب رگرسیون ( $b_i$ ) برابر یک	محیط‌ها (۱۴)	IS3 و YZ1, CM1, TH1
		واریانس انحراف ( $Sd_i^2$ ) برابر صفر	مکان‌ها (۷)	HO1 و KS1, KZ1, QM1, CM1
روش Lin و Binns (۱۹۸۸)	$P_i$ و $MS_{Y/P}$	شاخص برتری ژنوتیپ ( $P_i$ ) کوچکتر	مکان‌ها (۷)	BA1 و AK1, SM1, JS4, SM2
		واریانس سال در مکان ( $MSY/P$ ) کوچکتر	مکان‌ها (۷)	QM1 و IL1, JS1, JS6, JS5, YZ2, GU1
ژنوتیپ‌های برتر از نظر میانگین نسبت اسانس گل		IS10 و ZA1, JS9, WA1, KR1, BA1, AK1, SM1, JS4, SM2		
ژنوتیپ‌های برتر از نظر میانگین (سال‌های چهارم و پنجم) عملکرد گل (Yousefi et al., 2009)		KZ1 و IS2, JS4, JS8, JS5, JS1, JS7, WA1, YZ2, JS9		

## بحث

هتروزیگوستی بالا در گل محمدی قابل انتظار بوده و با نتایج سایر محققان (Tabaei-Aghdaei et al., 2002؛ Tabaei-Tabaei, 2005؛ Rezaei et al., 2003؛ Aghdaei et al., 2005؛ Yousefi et al., 2004؛ Yousefi et al., 2005؛ Kodori & Tabaei-Aghdaei, 2011؛ 2009) مطابقت داشت. تنوع ژنتیکی می‌تواند زمینه اقدامات اصلاحی مانند روش‌های متفاوت گزینش و دورگ‌گیری را در گل محمدی فراهم نماید. میانگین کل بازده اسانس در این تحقیق (۰/۰۲۹٪) با بازده گزارش شده توسط سایر محققان (۲۰۰۴) Baydar و Baydar مطابقت زیادی دارد. در شرایط ترکیه اسانس در گلبرگ گل محمدی را در شرایط ترکیه

دستیابی به اسانس به‌عنوان فرآورده اصلی گل‌های گل محمدی هدف اصلی کشت آن در بسیاری از کشورهای جهان مانند ترکیه، بلغارستان و فرانسه می‌باشد. در ایران هم اخیراً توجه به اسانس و عطر گل محمدی معطوف شده و عطر و اسانس می‌تواند یکی از منابع صادراتی و درآمدزا برای کشور باشد (Tabaei-Aghdaei et al., 2002). وجود تنوع ژنتیکی غنی برای صفت مهم و اقتصادی بازده اسانس گل در بین ژنوتیپ‌های مختلف گل محمدی و تعلق ژنوتیپ‌ها به مناطق مختلف اکولوژیکی و اقلیم‌های متنوع (گرم و مرطوب تا سرد و خشک) و وجود دگرگشتی و

ژنوتیپ‌هایی با درصد اسانس بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها (۰/۰۲۹ یا حدود ۰/۰۳٪) مانند KM1 در بین ژنوتیپ‌های سازگار، مؤید آن است که اگرچه ژنوتیپ‌های پایدار با پارامترهای تیپ اول (مانند واریانس  $S^2$  و ضریب تغییرات (CV)) محیطی دارای پایداری استاتیک و معمولاً به دلیل واکنش کمتر به تغییرات محیطی عملکرد کمتری دارند، اما این قانون مطلق نیست. این یافته مغایر نظر Moghadam (۱۹۹۴)، Lin و همکاران (۱۹۸۶) و Becker و Leon (۱۹۸۸) است. آنان اعلام نمودند که ژنوتیپ‌های پایدار با آماره‌های پایداری استاتیک مانند واریانس و ضریب تغییرات محیطی، عملکرد بسیار کمی دارند و تنها ژنوتیپ‌های با عملکرد کم فنوتیپ مشابهی را در محیط‌های مختلف نشان می‌دهند. بنابراین می‌توان اعلام نمود که اگرچه ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار با پایداری تیپ اول (پایداری استاتیک) معمولاً دارای همبستگی منفی با عملکرد می‌باشند، ولی این موضوع مطلق نبوده و می‌توان در بین آنها هم ژنوتیپ‌های پایدار با عملکرد بالا (مانند ژنوتیپ KM1) پیدا نمود. با توجه به موارد ذکر شده به‌ویژه امکان دستیابی به ژنوتیپ‌های با اسانس بالا و دارای پایداری و سازگاری آن با این معیار، آماره CV محیطی به‌عنوان معیار مناسبی برای ارزیابی پایداری و سازگاری عملکرد گل ژنوتیپ‌های گل محمدی است.

از لحاظ بازده اسانس هیچ ژنوتیپی نه برای محیط‌ها و نه مکان‌ها حائز شرایط پایداری با آماره ضریب رگرسیون Finlay و Wilkinson (۱۹۶۳) تحت شرایط  $b \approx 0$  ضریب رگرسیون ژنوتیپ روی محیط‌ها یا مکان‌ها برابر صفر یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن) که معیاری برای سنجش پایداری استاتیک است، نشد. این بدان معنی است که تمام ژنوتیپ‌های مورد بررسی گل محمدی در تولید اسانس کم و بیش نسبت به تغییرات محیطی حساسیت دارند و تنها ژنوتیپ‌های با اسانس بسیار پایین ضریب رگرسیون پایینی را در طیف وسیعی از محیط‌ها نشان می‌دهند. بنابراین آماره  $b \approx 0$  هم برای مطالعات پایداری اسانس توصیه نمی‌شود. ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار با روش Eberhart و

حدود ۰/۰۳٪ اعلام و اشاره کردند که تحت شرایط متفاوت محیطی بین ۰/۰۳۲٪ تا ۰/۰۴٪ متغیر است. Misra و همکاران (۲۰۰۲) بازده اسانس را در هندوستان تا ۰/۰۵٪ ذکر کردند.

معنی‌دار شدن واریانس اثرهای متقابل ژنوتیپ  $\times$  محیط و اجزاء آن مانند واریانس مکان (P) و سال درون مکان (Y/P) مؤید اختلاف در واکنش ژنوتیپ‌ها از لحاظ نسبت اسانس از محیطی به محیط دیگر یا مکانی به مکان دیگر است. وجود اثر متقابل معنی‌دار ژنوتیپ  $\times$  محیط (GE) از نظر بازده اسانس زمینه لازم را برای اعمال تجزیه پایداری و تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار فراهم نمود. Kempton و همکاران (۱۹۹۷) سازگاری (Adaptation) را به‌عنوان پایداری (Stability) عملکرد در بعد مکانی (Spatial dimension) تعریف نمودند. بنابراین ژنوتیپ‌های پایدار برای اثر متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان (GL) را می‌توان به‌عنوان ژنوتیپ‌های سازگار معرفی نمود.

مطابق نتایج حاصل، ژنوتیپ‌های پایدار با آماره واریانس محیطی ( $S^2$ )، نسبت اسانس بسیار کمی داشتند. این آماره در واقع پایداری "بیولوژیکی" یا "استاتیک" را اندازه‌گیری می‌کند و از آنجا که ژنوتیپ‌های پایدار بیولوژیکی، واکنشی به بهبود شرایط محیط ندارند، این نوع پایداری بندرت ویژگی دلخواه ارقام زراعی است (Becker & Leon, 1988). البته براساس نظر Becker و Leon (۱۹۸۸) سودمندی پایداری تیپ اول (پایداری استاتیک) به سطح منطقه مورد نظر بستگی دارد. در سطوح کوچک و همچنین زمانیکه که محیط‌های مورد نظر دارای تفاوت خیلی زیادی باهم نباشند، این تیپ پایداری می‌تواند مطلوب باشد. با توجه به بازده اسانس بسیار پایین ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار با واریانس محیطی ( $S^2$ ) و نیز وسعت و تنوع اکولوژیکی سطح عمل در این تحقیق، این آماره معیار مناسبی برای ارزیابی پایداری عملکرد و اجزای عملکرد گل و اسانس گل محمدی نمی‌باشد. همچنین ژنوتیپ‌های پایدار و سازگار با آماره ضریب تغییرات محیطی (CV)، عملکرد اسانس متنوعی (از بسیار کم تا زیاد) داشتند. وجود

سال درون مکان در مورد صفاتی مانند عملکرد اسانس (متوسط بازده اسانس ژنوتیپ  $\times$  عملکرد گل پایه ژنوتیپ) با توجه به وابستگی شدید آنها به سن گیاه و طبیعی بودن تنوع در بین سال‌ها و همچنین اختلاط اثر سال با سن گیاه ایراد داشته و توصیه نمی‌شود.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی باید گفت که نتایج پژوهش ضمن تأیید وجود تفاوت‌های معنی‌دار ( $P \leq 0/01$ ) بازده اسانس بین ژنوتیپ‌های گل‌محمدی، مکان‌ها، محیط‌ها یا ترکیب مکان-سال‌ها و نیز اثرهای متقابل ژنوتیپ  $\times$  مکان و ژنوتیپ  $\times$  محیط، نشان داد که برخی ژنوتیپ‌های گل‌محمدی با اسانس متوسط مانند TH1، می‌توانند با آماره‌های مختلفی متعلق به تیپ‌های متفاوت پایداری مانند ضریب رگرسیون محیطی (CV) (Francis & Kannenberg, 1973) (با شرط CV کمتر) به‌عنوان پایداری استاتیک یا بیولوژیکی (Statistic or Biological Stability) و ضریب رگرسیون (b) عملکرد اسانس ژنوتیپ‌های گل‌محمدی روی شاخص محیطی (Environmental Index) و واریانس ناشی از انحراف از خط رگرسیون ژنوتیپ‌ها ( $Sd^2$ ) در مدل پایداری Eberhart و Russell (۱۹۶۶) (با شرط  $b \approx 1$  برابر یک یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن،  $Sd^2 \approx 0$  برابر صفر یا بدون اختلاف معنی‌دار با آن و میانگین عملکرد اسانس ژنوتیپ برابر میانگین کل یا غیر معنی‌دار با آن) به‌عنوان پایداری دینامیک یا زراعی (Dynamic or Field stability)، پایداری و سازگاری تولید اسانس نشان دهند. همچنین وجود ژنوتیپ KMI با بازده اسانس (۰/۲۹۹٪) و بالاتر از میانگین کل ژنوتیپ‌ها (۰/۲۹۲٪) در بین ژنوتیپ‌های پایدار با ضریب رگرسیون محیطی (CV) مؤید آن است که یک ژنوتیپ گل‌محمدی می‌تواند دارای هر دو تیپ پایداری استاتیک و دینامیک بوده و همزمان عملکرد اسانس بالایی نیز تولید نماید.

در مجموع، آماره‌های ضریب تغییرات محیطی ژنوتیپ‌ها ( $CV_1$ ) Francis و Kannenberg (۱۹۷۳) و شاخص برتری Lin و Binns (۱۹۸۸) ( $P_i$ ) برای تشخیص ژنوتیپ‌های با اسانس بالاتر و پایداری عملکرد بیشتر با مفهوم پایداری

Russel (۱۹۶۶) دارای نسبت اسانس در حد میانگین کل ژنوتیپ‌ها (۰/۲۹٪) بودند. این نتیجه دور از انتظار نیست، زیرا آماره‌های مدل مذکور پایداری دینامیک یا زراعی عملکرد را می‌سنجد و ژنوتیپ پایدار در این تیپ پایداری ژنوتیپی است که واکنش یا پاسخ آن به محیط‌ها برابر متوسط واکنش تمام ژنوتیپ‌های آزمایش باشد (Lin *et al.*, 1986). بنابراین روش Eberhart و Russel (۱۹۶۶) می‌تواند روشی مناسب برای ارزیابی پایداری و سازگاری عمومی مقدار اسانس در گل‌محمدی باشد. Freeman و Perkins (۱۹۷۱) و Bernardo (۲۰۰۲) این روش را پرکاربردترین روش ارزیابی پایداری عملکرد معرفی نمودند. این روش به‌طور گسترده‌ای برای تعیین ژنوتیپ‌های پایدار عملکرد نباتات چندساله درختچه‌ای و درختی مانند کائوچو (Paulo *et al.*, 1999) (*Hevea brasiliensis* Muell)؛ Omokhafa, 2004)، چای (Wachira *et al.*, 2002) و عملکرد گل در گل‌محمدی (*Rosa damascena*) (Yousefi *et al.*, 2009) بکار برده شده است.

ژنوتیپ‌های پایدار با شاخص پایداری (Lin (P) و Binns (۱۹۸۸) دارای بالاترین نسبت اسانس در بین ژنوتیپ‌ها بودند. مزیت آماره  $P_i$  آن است که برخلاف  $b_i$  برای یک ژنوتیپ مستقل از ژنوتیپ‌های دیگر در آزمایش است و بنابر تقسیم‌بندی Lin و Binns (۱۹۸۸) به‌عنوان یک تیپ مجزای پایداری و ضمناً به‌عنوان یک آماره وراثت‌پذیر در نظر گرفته شده است. بنابراین شاخص برتری (Lin ( $P_i$ ) و Binns (۱۹۸۸) هم به‌عنوان یکی از آماره‌های مناسب برای تشخیص ژنوتیپ‌های پر محصول و پایدار معرفی می‌شود.

میانگین تمام ژنوتیپ‌های پایدار برای اسانس گل با آماره واریانس سال درون مکان ( $MS_{Y/P}$ ) به‌صورت معنی‌داری کمتر از میانگین کل بازده اسانس ژنوتیپ‌ها بود. به‌عبارت دیگر می‌توان اعلام نمود که فقط ژنوتیپ‌های با میانگین اسانس گل کمتر نسبت به تغییرات زمانی واکنش کمتر نشان داده و واریانس سال درون مکان کمتری دارند. اگرچه این آماره هم اطلاعاتی را به روش‌های تشخیص ژنوتیپ‌های پایدار می‌افزاید اما بکارگیری آماره واریانس



- Cornelius, P.L., 1993. Statistical tests and retention of terms in the additive main effects and multiplicative interaction model for cultivar trials. *Crop Science*, 33: 1186-1193.
- Crossa, J., Fox, P.N., Pfeiffer, W.H., Rajaram, S. and Gauch, H.G., 1991. AMMI adjustment for statistical analysis of an international wheat yield trial. *Theoretical and Applied Genetics*, 81: 27-37.
- Eberhart, S.A. and Russell, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6: 36-40.
- Falkenhagen, E.R., 1996. A comparison of the AMMI method with some classical statistical methods in provenance research: A case of the South African *Pinus radiata* trials. *Forest Genetics*, 3(2): 81-87.
- Farshadfar, E., 1998. The Application of Quantitative Genetics in Plant Breeding (Vol. 2). Taq-Bostan Press, Kermanshah, Iran, 396p.
- Finlay, K.W. and Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, 14: 742-754.
- Francis, T.R. and Kannenberg, L.W., 1973. Yield stability studies in short-season Maize. *Canadian Journal of Plant Science*, 58: 1028-1034.
- Freeman, G.H. and Perkins, J.M., 1971. Environmental and genotype-environmental components of variability: VIII. Relations between genotypes grown in different environments and measures of these environments. *Heredity*, 27: 15-23.
- Gauch, J.H.G., 1988. Model selection and validation for yield trials with interaction. *Biometrics*, 44: 705-715.
- Jaymand, K., Rezaei, M.B., Tabaei Aghdaei, S.R. and Barazandeh, M.M., 2004. Evaluation of rose essential oil of different areas of Isfahan province. *Pajooresh and Sazandagi*, 65: 86-89.
- Kang, M.S., 1993. Simultaneous selection for yield and stability in crop performance trials: Consequences for grower. *Agronomy Journal*, 85(3): 754-757.
- Kanzler, A., 2002. Genotype  $\times$  Environment Interaction in *Pinus patula* and its Implications in South Africa. Faculty of North Carolina State University Department of Forestry, Raleigh, NC, 249p.
- Kempton, R.A., Fox, P.N. and Cerezo, M., 1997. *Statistical Methods for Plant Variety Evaluation*. Chapman & Hall, 192p.
- Kodori, M.R. and Tabaei Aghdaei, S.R., 2011. Evaluation of flower yield and its components of *Rosa damascena* Mill. landraces in Kerman province. *Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research*, 23(1): 100-110.

استاتیک (مطلق) و آماره‌های روش Eberhart و Russel (۱۹۶۶) به‌ویژه واریانس انحراف از رگرسیون ( $Sd_1^2$ ) برای تشخیص ژنوتیپ‌های با اسانس گل بالاتر و پایداری عملکرد بیشتر با مفهوم پایداری دینامیک (نسبی) در گونه گل محمدی توصیه می‌گردد. اگرچه Falkenhagen (۱۹۹۶) و Kanzler (۲۰۰۲) بیان نمودند که روش‌های چند متغیره ارزیابی پایداری ژنوتیپ‌ها مانند روش اثرهای اصلی جمع‌پذیر و اثرهای متقابل ضرب‌پذیر (AMMI) مزیت مازادی بر روش‌های کلاسیک تعیین پایداری (مانند آماره‌های مورد بررسی در این تحقیق) به‌ویژه در نباتات چندساله و درختان جنگلی ندارند، اما توصیه می‌گردد روش‌های چند متغیره به‌ویژه روش AMMI و نیز روش‌های ناپارامتری مانند مجموع رتبه کانگ (KRS) هم در ارزیابی‌های آینده سنجش پایداری و سازگاری عملکرد اسانس و گل در ژنوتیپ‌های گل محمدی مورد توجه قرار گیرد. آنچه که برای زارعان گل محمدی مهم است، عملکرد اسانس در پایه (و در هکتار) می‌باشد که حاصل ضرب دو متغیر عملکرد گل و متوسط نسبت اسانس ژنوتیپ است. به‌طوری که با لحاظ عملکرد اسانس و پایداری آن، ژنوتیپ‌های JS3، KZ1 و CM1 دارای عملکرد اسانس متوسط و دارای پایداری و سازگاری عمومی (General stability and adaptability) یا دینامیک است و برای کاشت در کشور به‌منظور تولید اسانس توصیه می‌گردد.

#### منابع مورد استفاده

- Bajpai, P.K. and Prabhakaran, V.T., 2000. A new procedure of simultaneous selection for high yielding and stable crop genotypes. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 60: 141-146.
- Baydar, H. and 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 Products*, 21: 251-255.
- Becker, H.C. and Leon, J., 1988. Stability analysis in plant breeding. *Plant Breeding*, 101: 1-23.
- Bernardo, R., 2002. *Quantitative Traits in Plants*. Stemma Press, Woodbury, MN, 400p.

- Study of essential oil quantity and quality of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) of central and North West region of Iran. Iranian Journal of Medicinal and Aromatic Plants Research, 19(4): 339-348.
- Shukla, G.K., 1972. Some statistical aspect of genotype-environment components of variability. Heredity, 29: 237-245.
  - Singh, R.K. and Chaudhary, B.D., 1977. Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. Kalyani Publishers, NewDelhi, 288p.
  - Tabaei Aghdaei, S.R., Rezaei, M.B. and Jaymand, K., 2002. Evaluation of variation of flower yield in the Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) genotypes of Kashan (Iran). Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding, 9: 99-111.
  - Tabaei Aghdaei, S.R., Farhangian, S. and Jafari, A.A., 2005. Yield components in genotypes of Damask rose (*Rosa damascena* Mill.) central regions of the country using path analysis. Iranian journal Specialized plants and Ecology, 1: 45-54.
  - Wachira, F., Ng'etich, W., Omolo, J. and Mamati, G., 2002. Genotype  $\times$  environment interactions for tea yields. Euphytica, 127(2): 78-89.
  - Wricke, G., 1962. Über eine methode zur erfassung der ökologischen Streubreite in feldversuchen. Z. Pflanzenzuchtg, 47: 92-96.
  - Wright, J.W., 1973. Genotype-environment interaction in north central United States. Forest Science, 19: 113-123.
  - Yousefi, B., Tabaei-Aghdaei, S.R. and Assareh, M.H., 2005. Investigation of variation among different genotypes of *Rosa damascena* Mill. In terms of rooting of cuttings and seedling growth in Kurdistan. Iranian Journal of Forest and Rangeland Plants Genetic and Breeding, 13(1): 1-27.
  - 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: 333-339.
  - Lin, C.S. and Binns, M.R., 1988. A superiority measure of landrace performance forlandrace  $\times$  location data. Canadian Journal of Plant Sciences, 68: 193-198.
  - Lin, C.S., Burns, M.R. and Lefkovitch, L.P., 1986. Stability analysis: Where do we stand? Crop Science, 26: 894-900.
  - Misra, A., Sharma, S., Singh, A. and Patra, N.K., 2002. Influence of topographical and edaphic factors on Rose. II. Flowering quality and quantity. Communications in Soil Science and Plant Analysis, 33(15-18): 2771-2780.
  - Moghadam, M., 1994. Advanced Plant Breeding (Course Notes of Undergraduate Students in Crop Breeding). Faculty of Agriculture, Tabriz University, 120p.
  - Omokhafa, K.O., 2004. Interaction between flowering pattern and latex yield in *Hevea brasiliensis* Muell. Crop Breeding and Applied Biotechnology, 4: 280-284.
  - Paulo, S.G., Fujihara, A.F., Ortolant, A.A., Bataglia, O.C., Bortoletto, N. and Junior, L.S., 1999. Phenotypic stability and genetic gains in six-year girth growth of *Hevea* clones. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34(7): 1223-1232.
  - Perkins, J.M. and Jinks, J.L., 1968. Environmental polypeptide pattern as indicator of salt tolerance inand genotype environmental components of some *Brassica* species. Proceeding of the 26<sup>th</sup>variability III. Multiple lines and crosses. Heredity, Annual meeting of Genetics Alex., 29-30 September: 23: 339-356.
  - Pinthus, M.J., 1973. Estimate of genotypic value: A proposed method. Euphytica, 22: 121-123.
  - Plaisted, R.L. and Peterson, L.C., 1959. A technique for evaluation the ability of selection for yield consistency in different locations or seasons. American Potato Journal, 36: 381-385.
  - Plaisted, R.L., 1960. A shorter method for evaluating the ability of selections to yield consistently over locations. American Potato Journal, 37: 166-172.
  - Rezaei, M.B., Jaymand, K., Tabaei Aghdaei, S.R., Barazandeh, M.M. and Meshki Zadeh, S., 2003.

## Detection methods of stable and adaptable Iranian *Rosa damascena* Mill. genotypes for essential oil yield

B. Yousefi<sup>1\*</sup> and S.R. Tabaei-Aghdai<sup>2</sup>

1\*- Corresponding author, Research Division of Natural Resources, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Sanandaj, Iran, E-mail: bayzidyousefi@yahoo.com

2- Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Received: May 2021

Revised: July 2021

Accepted: July 2021

### Abstract

To identify the appropriate detection methods of stable and adaptable genotypes for essential oil yield, an experiment was conducted on 35 Iranian *Rosa damascena* Mill. genotypes in a randomized complete block design with three replications in seven locations (Kurdistan, Markazi, Isfahan, Khuzestan, Fars, Kerman, and Khorasan Razavi provinces) during two years (2007-2008). The total mean of essential oil yield was obtained 0.029%. There were significant differences ( $P \leq 0.01$ ) between genotypes, locations, environments or location-years, and also the interactions of genotype  $\times$  location and genotype  $\times$  environment in terms of essential oil yield. The positive correlation between environmental variance, coefficient of variation, and regression coefficient of yield over environments with essential oil yield showed that only the low essential oil yield genotypes had the similar phenotype in different environments (static stability). There was no stable genotype with the static regression concept and the essential oil production of stable genotypes by environmental variance was very small, but some adaptable genotypes by the environmental coefficient of variation (e.g. KM1) had moderate essential oil yield and yield stability at the same time. The stable genotypes according to the dynamic stability concept had moderate essential oil yield. The superiority index introduced the genotypes with the highest essential oil as the adaptable ones. The stable genotypes with the lowest variance of the years within locations produced the least essential oil. The results showed that a *R. damascena* genotype can demonstrate the static and dynamic stabilities with the high essential oil yield at the same time. The coefficient of variation, dynamic aspect of regression statistics, and superiority index could be suggested as the desirable statistics to evaluate different aspects (static and dynamic) of essential oil stability in *R. damascena*. In general, the genotypes IS3, KZ1, and CM1 with the moderate essential oil yield and its general stability and adaptability could be recommended for Iran.

**Keywords:** *Rosa damascena* Mill., essential oil, stability statistic, adaptation.