علوم باغبانی ایران
دورهٔ ۴۶، شمارهٔ ۴، زمستان ۱۳۹۴ (ص ۵۸۹-۵۷۵)

# بررسی خصوصیات نتاج حاصل از دورگ‌گیری در گل سیکلامن (*Cyclamen persicum* Mill.)

روح‌انگیز نادری[1*]، محمد کرمانشاهانی[2]، محمدرضا فتاحی مقدم[3] و احمد خلیقی[4]
۱، ۲، ۳ و ۴. استاد، کارشناس ارشد، دانشیار و استاد، گروه علوم باغبانی،
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، کرج
(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۶ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۸)

## چکیده

**ایجاد تنوع در گل و گیاهان زینتی همواره مد نظر به‌نژادگران است. به‌منظور دست‌یابی به این مهم در گیاه سیکلامن ایرانی، تلاقی کنترل‌شده بین ژنوتیپ‌های مختلف آن با رنگ و شکل‌های متنوع گل و طرح‌های مختلف روی برگ صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که دورگ‌گیری، عاملی برای ایجاد تنوع در ویژگی‌های گل بود، به‌طوری‌که رنگ و شکل گل در ۱۵ ژنوتیپ نسبت به والدین متفاوت بود، اما نتاج از نظر شکل طرح‌های سفید روی برگ با والدین خود اختلاف چندانی نشان ندادند. دگرگشنی در مقایسه با خودگشنی تأثیر به‌سزایی در افزایش سرعت رشد و کاهش مدت زمان لازم برای ظهور اولین گل در گیاهان به‌دست‌آمده داشت. به‌طور میانگین نتاج حاصل از دورگ‌گیری دو ماه سریع‌تر به مرحلهٔ گلدهی رسیدند. متوسط تعداد گل تولیدشده نیز در این نتاج بالاتر از تعداد آن در والدین (با میانگین ۱/۷ برابر) بود. از نظر میزان رشد، در تعدادی از تلاقی‌ها نتاج نسبت به والدین برتری نشان دادند و در تعدادی دیگر رشد آنها نسبت به والدین کمتر بود. به‌طورکلی، دورگ‌گیری در سیکلامن برای ایجاد گیاهانی متنوع با سرعت رشد بیشتر و نمای گلی مناسب، توصیه می‌شود.**

**واژه‌های کلیدی:** تزیینات روی برگ، تعداد گل، تلاقی، رنگ و شکل گل، سرعت رشد.

### مقدمه

گل سیکلامن (نگونسارگل) با نام علمی *Cyclamen persicum* Mill. و نام انگلیسی Persian cyclamen گیاهی از خانوادهٔ Myrsinaceae (Primulaceae) است. سیکلامن گیاهی چندساله (گیاهان ۲۰ سالهٔ آن نیز در طبیعت مشاهده شده (Bsharat, 2013)، علفی و دارای غده است. با اینکه سیکلامن گیاهی دائمی است، در تجارت گیاهان زینتی به‌صورت یک‌ساله استفاده می‌شود. این گیاه خواص دارویی نیز دارد (Bsharat, 2013). برگ‌های آن به شکل‌های مختلف گرد تا قلبی دیده می‌شوند، رنگ آنها سبز و سبز مایل به آبی است و علائمی نقره‌ای روی آنها مشاهده می‌شود و اغلب حاشیهٔ کنگره‌ای دارند (Dole & Wilkins, 1999). گل‌ها پنج گلبرگ ایستاده و پنج کاسبرگ یک‌شکل و یکنواخت دارند که بسته به رقم ساده یا پرپر هستند و به رنگ‌های مختلف از سفید تا صورتی، قرمز، بنفش و حتی زرد دیده می‌شوند (Takamura, 2006). در برخی ارقام حاشیهٔ گلبرگ‌ها مواج و چین‌دار است. وجود گل‌های بسیار زیبا، همراه برگ‌های جذاب ارزش زینتی این گیاه را دوچندان کرده است.

امروزه ازدیاد سیکلامن از طریق بذر صورت می‌پذیرد. تکثیر بذری روش معمول تولید گیاهان جدید و بسیار ارزان‌تر از خرید مقادیر زیادی غده است. بذر سیکلامن تک‌لپه‌ای کاذب است، زیرا تنها

* تلفن: ۰۹۱۲۱۶۱۴۱۵۹
E-mail: rnaderi@ut.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

یک لپه در جنین آن مشاهده می‌شود (Widmer, 1992). روش دوم تکثیر آن، تقسیم غده است که بیشتر برای تولید سیکلامن‌هایی‌که تعداد محدودی از آنها وجود دارد به کار می‌رود. سومین روش تکثیر آن کشت بافت است و امروزه دستورالعمل‌های مناسبی برای تکثیر تجاری آن از طریق اندام‌زایی (Dillen *et al*., 1996) و جنین‌زایی سوماتیکی (Naderi *et al*., 2012; Terakawa *et al*., 2008) در دسترس است.

در تجارت امروزی گیاهان زینتی، تقاضا برای گیاهان گلدار به سمت ارقام با عملکرد و کیفیت گل زیاد است (Chis *et al*., 2011). تقاضاهای کنونی برای تولید سیکلامن، به‌طور عمده به سمت هیبریدهای F1 دارای گل‌هایی با اندازهٔ متوسط و کوچک است و بسیاری ارقام هیبرید F1 نیز اصلاح شده‌اند. این ارقام بیشتر توسط اصلاح از طریق تلاقی‌های درون‌گونه‌ای در گونهٔ *C. persicum* و یا با استفاده از جهش‌های نقطه‌ای به دست آمده‌اند زیرا دورگ‌گیری بین‌گونه‌ای در این جنس مشکل است. از ویژگی‌هایی که در ارقام امروزی قابل مشاهده‌اند می‌توان به جوانه‌زنی سریع و یکنواخت بذور، گلدهی هم‌زمان، پرگل بودن، جذابیت برگ‌ها، رشد سریع، تراکم بوته و عمر طولانی‌تر اشاره کرد و علاوه بر این خصوصیات مقاومت به گرما نیز از اهداف اصلاحی سیکلامن است (Young-Soon, 2011)، اما تمرکز اصلی بر روی خصوصیات گل است و سیکلامن‌هایی با شکل و اندازهٔ متفاوت گل ایجاد شده‌اند (Anderson, 2007). بعضی از حالت‌های توارث رنگیزه‌ها و الگوهای روی برگ نیز در این گیاه مشخص شده است، به‌طور مثال Bragt (1962) گزارش داد هفت ژن مسئول تولید آنتوسیانسن‌ها در گلبرگ‌های سیکلامن هستند که رابطهٔ بین آنها ترکیب نهایی رنگ گلبرگ را مشخص خواهد کرد، Song & Oh (2010) بیان کردند رنگ گل توسط یک ژن با غالبیت ناقص کنترل می‌شود و الگوی روی برگ را ژنی با غالبیت کامل تعیین می‌کند.

در برنامه‌های اصلاحی سیکلامن برای تولید بذر، به گرده‌افشانی مصنوعی نیاز است، بهترین زمان برای این عمل در سیکلامن یک روز قبل از شکوفایی تا چند روز پس از آن است، زیرا خشک‌شدن نوک کلاله ۳ تا ۵ روز پس از شکوفایی آغاز می‌شود (Reinhardt *et al*., 2007). افزایش رطوبت نسبی در اطراف مادگی می‌تواند خشکی کلاله را به تأخیر اندازد و به دنبال آن جذب رطوبت توسط گرده نیز بهتر صورت پذیرد (Ferrari *et al*., 1981)، از طرفی دمای زیاد اثر منفی بر جوانه‌زنی دانهٔ گردهٔ این گیاه دارد و بهترین دما برای آن ۱۵ تا ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد است (Takamura *et al*., 1996). Anderson (2007) بیان کرد برای انجام تلاقی موفق، بهتر است گیاه سیکلامن در مرحلهٔ غنچهٔ اخته‌شده و چند روز بعد از آن گرده‌افشانی مصنوعی انجام پذیرد. اگر لقاح صورت گیرد به‌طور معمول گلبرگ‌ها پس از مدتی به‌صورت یک‌پارچه و بدون خشک‌شدن، از دمگل جدا می‌شوند (Halvey *et al*., 1984)، در این حالت تخمدان به رشد خود ادامه می‌دهد و کپسولی متشکل از بذرها را به وجود می‌آورد. معمولاً سه ماه پس از گرده‌افشانی، بذرها می‌رسند. در این زمان سر کپسول شکاف می‌خورد و حالت کاسه پیدا می‌کند. گل‌هایی که گرده‌افشانی در آنها صورت نپذیرد، عمر بیشتری دارند (Halvey *et al*., 1984) و درنهایت به همراه دمگل خشک می‌شوند.

در ایران بیشتر تولیدکنندگان از بذور وارداتی برای تولید گل سیکلامن استفاده می‌کنند و دلیل آن وجود تنوع رنگ و شکل در گیاهان حاصل از آنها بسته به تقاضای تولیدکننده است. تا کنون تلاش چندانی برای تولید بذر دورگ و ایجاد تنوع در این گیاه در کشور صورت نپذیرفته است، از طرفی پتانسیل و تنوع سیکلامن‌های موجود در ایران برای برنامه‌های اصلاحی مناسب دیده شده است (Naderi *et al*., 2009). به‌طور قطع تولید گیاهانی متنوع، دارای کیفیت و قدرت رشد مناسب که حاصل بذور تولیدشده در داخل باشند، کاهش قیمت تمام‌شدهٔ تولید گل سیکلامن را به دنبال دارد و در بازارهای جهانی و منطقه توان رقابت کشورمان با کشورهای تولیدکننده و صادرکنندهٔ این گیاه را افزایش خواهد داد. بدین‌منظور آزمایشی برای بررسی نتاج حاصل از دورگ‌گیری به‌صورت خودگرده‌افشانی و دگرگرده‌افشانی در سیکلامن صورت پذیرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

## مواد و روش‌ها

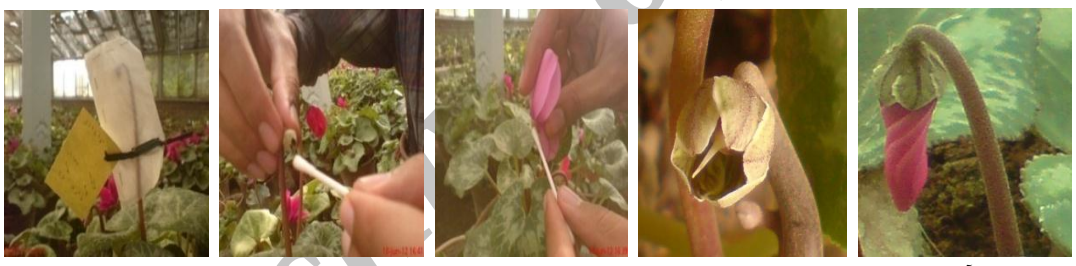
از ژنوتیپ‌های گوناگون گل سیکلامن با رنگ‌های مختلف مانند سفید، صورتی کم‌رنگ، صورتی پررنگ، قرمز و صورتی پررنگ- سفید (دورنگ) که درمجموع حدود ۱۴۰ گیاه را تشکیل می‌دادند در مرحلهٔ گلدهی و از پاییز ۱۳۹۰ تا اواخر بهار ۱۳۹۱، استفاده شد. این گیاهان حاصل یک تا سه نسل درون‌آمیزی بودند. عملیات خودگرده‌افشانی و دورگ‌گیری در بین این ژنوتیپ‌ها به شرح زیر انجام شد.

### خودگشنی

در این روش گل‌ها با گردهٔ خودی به‌صورت دستی گرده‌افشانی شدند، بدین‌صورت که در مرحلهٔ غنچه یک پرچم از گل مد نظر جدا شد و گرده‌های آن در تماس با کلالهٔ همان گل قرار گرفت و یا اینکه با زدن چند ضربه به گل، گرده‌ها آزاد شدند و بر روی کلالهٔ همان گل قرار گرفتند.

### دورگ‌گیری

عمل دورگ‌گیری ۵۹۰ مرتبه در بین ژنوتیپ‌های مختلف مطابق شکل ۱ انجام شد. بدین‌منظور ابتدا پرچم‌های گیاهان مادری در مرحلهٔ غنچه همراه گلبرگ حذف شدند و به دنبال آن پاکت (از جنس کاغذ روغنی نازک با ابعاد ۲۰×۱۰ سانتی‌متر) روی دمگل قرار گرفت. ۳ تا ۴ روز بعد پاکت برداشته شد و در این زمان دانه‌های گردهٔ والد پدری مد نظر از گل‌های شکوفای آن جمع‌آوری شد و بر روی کلاله انتقال یافت و مجدداً پاکت روی دمگل قرار داده شد. در این مدت دمای گلخانه حدود ۱۵ تا ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی بین ۵۰ تا ۶۰ درصد حفظ شد. مادگی‌های لقاح‌یافته به رشد خود ادامه دادند و درنهایت کپسول‌های متشکل از بذرها را به وجود آوردند. کلیهٔ بذور حاصل از خودگشنی و دگرگشنی جمع‌آوری شدند و در پاکت‌های جداگانه قرار گرفتند.



(آ) (ب) (ج) (د) (ه)

شکل ۱. مراحل مختلف اخته‌سازی و گرده‌افشانی کنترل‌شده در سیکلامن

آ) زمان مناسب برای حذف پرچم‌ها (مرحلهٔ غنچه)؛ ب) حذف پرچم‌ها همراه گلبرگ در والد مادری (پرچم‌ها به گلبرگ متصل‌اند)؛ ج) انتقال دانه‌های گردهٔ والد پدری بر روی گوش پاک‌کن یا ناخن توسط ضربه به گل؛ د) قراردادن گرده‌ها روی کلالهٔ گل از قبل اخته‌شده؛ ه) پاکت‌گذاری به‌منظور جلوگیری از آلودگی گردهٔ ناخواسته

پس از گذشت یک ماه از آخرین برداشت کپسول‌ها، بذور حاصل از دورگ‌گیری (۸۳۰ عدد) و خودگشنی (۱۶۵۰ عدد) کشت شدند. بدین‌منظور از خاکبرگ پوسیدهٔ الک‌شده استفاده شد. این بستر کشت درگلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانهٔ ۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و هر یک از بذور به‌طور جداگانه در مرکز یک گلدان کشت شد. پس از آن در دمای ۱۸ تا ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و عمل آبیاری آنها به‌صورت مرتب انجام پذیرفت. مراقبت از بذور جوانه‌زده طی دوران نونهالی و رشد صورت پذیرفت و در مرحلهٔ ۶ برگی دانهال‌ها به گلدان‌های سفالی با قطر دهانهٔ ۲۵ سانتی‌متر انتقال یافتند. گیاهان به‌تدریج پس از هفت تا چهارده ماه به مرحلهٔ گلدهی رسیدند و طی این مدت بسته به فصل در دمای ۱۵ تا ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از گلدهی، نتاج حاصل از تلاقی از نظر صفاتی مانند رنگ و شکل گل، تعداد گل، طرح‌های روی برگ و میزان رشد با والدین خود و از نظر زمان شکوفایی اولین گل، با نتاج حاصل از خودگشنی والدین مقایسه شدند.

Archive of SID

www.SID.ir

**چگونگی اندازه‌گیری صفات**

مقایسهٔ رنگ گل هم به‌صورت چشمی و هم توسط رنگ‌سنجی انجام شد. برای کمّی‌سازی رنگ گلبرگ‌ها و مقایسهٔ آنها، این صفت در یک‌سری از نتاج و والدین با استفاده از دستگاه رنگ‌سنج مدل Minolta CR-400 سنجش شد، بدین‌صورت که سه گلبرگ از هر گل مد نظر، دو روز پس از شکوفایی آزمایش شد. دستگاه سه عدد a، b و L را به ما نشان خواهد داد، مقدار L بیانگر روشنی یا تیرگی رنگ است (۰= سیاه و ۱۰۰= سفید)، با بیشترشدن میزان L درخشندگی رنگ بیشتر می‌شود. مقدار a بیانگر محوری است که یک طرف آن نشان‌دهندهٔ رنگ سبز (-) و طرف دیگر نشان‌دهندهٔ رنگ قرمز (+) است. بیشتربودن مقدار a نشانهٔ قرمزبودن رنگ است. مقدار b بیانگر محوری است که یک طرف آن نشان‌دهندهٔ رنگ آبی (-) و طرف دیگر محور نشان‌دهندهٔ رنگ زرد (+) است. با استفاده از مقادیر a و b می‌توان زاویهٔ هیو (Hue angle) و کروما (Chroma) را محاسبه کرد که به‌ترتیب بیانگر نوع رنگ و خلوص آن هستند [$H° = \tan^{-1}(b/a)$ و $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$] (Boase *et al*., 2010).

مقایسهٔ شکل گل و طرح‌های روی برگ به‌صورت چشمی صورت پذیرفت. لبهٔ گلبرگ در گیاهان به دو شکل صاف و چین‌دار (شکل ۲، آ و ب) دیده شد و از نظر طرح‌های سفید روی برگ نیز گیاهان یا با حلقهٔ سفید روی برگ و یا با سفیدی کم در برگ دیده می‌شدند (شکل ۲ ج و د).

(د) (ج) (ب) (آ)

شکل ۲. آ) گلبرگ صاف؛ ب) گلبرگ چین‌دار؛ ج) حلقهٔ سفید روی برگ و د) سفیدی کم در برگ

زمان شکوفایی اولین گل از زمان کشت بذر محاسبه شد، تعداد گل با شمارش گل‌های شکوفاشده در اوج گلدهی به دست آمد و میزان رشد با شمارش تعداد برگ‌ها در زمان اوج گلدهی سنجیده شد. گیاهان از نظر میزان رشد در اوج گلدهی به سه دسته تقسیم شدند (شکل ۳): ۱. کم‌رشد: تعداد برگ‌ها زیر ۱۲ عدد (در این حالت به‌طور معمول یک‌سوم تا نصف سطح گلدان توسط برگ‌ها پوشانده می‌شد)؛ ۲. رشد متوسط: تعداد برگ بین ۱۲ تا ۱۸ عدد (پرکردن دوسوم تا تمام سطح گلدان توسط برگ‌ها)؛ ۳. پررشد: بیشتر از ۱۸ برگ (رشد بیشتر از تمام سطح گلدان). هتروزیس نتاج نسبت به میانگین والدین برای صفات میزان رشد، زمان شکوفایی اولین گل و تعداد گل با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{هتروزیس نسبی} = \frac{\text{متوسط صفت در نتاج} - \text{متوسط صفت در والدین}}{\text{متوسط صفت در والدین}}$$

(ج) (ب) (آ)

شکل ۳. تقسیم‌بندی میزان رشد در والدین و نتاج
آ) گیاه کم‌رشد؛ ب) گیاه با رشد متوسط و ج) گیاه پررشد

Archive of SID

www.SID.ir

داده‌های مربوط به سنجش رنگ نتاج نسبت به والدین و زمان شکوفایی اولین گل در نتاج حاصل از خودگشنی و دگرگشنی توسط نرم‌افزار SPSS (نسخهٔ ۱۹) در قالب طرح کاملاً تصادفی آنالیز شدند و مقایسهٔ میانگین آنها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن صورت پذیرفت.

## نتایج و بحث

### طرح‌های سفید روی برگ

حلقهٔ سفید روی برگ در تمامی نتاج به‌دست‌آمده (۳۲۸ عدد) از ۲۰ تلاقی قابل مشاهده بود و این ویژگی در والدین آنها نیز دیده می‌شد. همین ویژگی در تمامی نتاج به‌دست‌آمده (۱۵۶ عدد) از ۱۱ تلاقی دیگر که یکی از والدین این نتاج حلقهٔ سفید روی برگ داشت و دیگری سفیدی کمی در برگ داشت نیز قابل مشاهده بود. در تلاقی‌هایی نیز که هر دو والد سفیدی کمی در برگ داشتند، نتاج با همین ویژگی ظاهر شدند (۲۶ گیاه حاصل از ۳ تلاقی). به نظر می‌رسد که ویژگی حلقهٔ سفید روی برگ بر سفیدی بسیار کم غالب باشد، زیرا مقایسهٔ طرح‌های سفید روی برگ در نتاج حاصل از تلاقی با والدین نشان داد که در تلاقی‌هایی که حداقل یک والد آن (صرف نظر از اینکه والد پدری یا مادری باشد) حلقهٔ سفید روی برگ دارد، تمامی نتاج به‌دست‌آمده از آنها نیز همین ویژگی را نشان خواهند داد. از نظر ایجاد تنوع در طرح‌های روی برگ، نتاج چندان شکل جدیدی را از خود به نمایش نگذاشتند و بیشتر ویژگی برگ یکی از والدین خود را بروز دادند، این را می‌توان همخوان با نتایج Song & Oh (2010) دانست که تک‌ژن با غالبیت کامل را مسئول کنترل این صفت دانسته‌اند و همهٔ نتاج نسل اول در آزمایش‌های آنها نیز طرح‌های سفید روی برگ یکی از والدین خود را نشان دادند.

### میزان رشد

مقایسهٔ میزان رشد والدین و نتاج در زمان اوج گلدهی نشان داد تلاقی می‌تواند عاملی برای افزایش این ویژگی در این گیاه باشد. همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، هتروزیس برای میزان رشد در نتاج تلاقی‌های ۱، ۲، ۴، ۵، ۷ و ۸ نسبت به والدین مشاهده می‌شود. مشابه این نتایج بر روی سایر گونه‌ها نیز دیده شده است، افزایش میزان رشد در نتاج حاصل از تلاقی در گل‌های لیزیانتوس (Ecker & Barzilay, 1993)، مینای یک‌ساله (Raghava *et al*., 1988) و اطلسی (Bayat *et al*., 2012) مشاهده شده است که علت آن را پدیدهٔ هتروزیس دانسته‌اند. میزان رشد در نتاج تلاقی‌های ۳ و ۶ هتروزیس منفی نسبت به والدین نشان داد. پس افزایش رشد در نتاج حاصل از تلاقی همیشه مشاهده نمی‌شود و انتخاب والدین پررشد برای نتاجی با رشد مناسب اهمیت دارد. میزان هتروزیس نتاج برای صفات مختلف در شقایق نیز بسته به ژنوتیپ والدین متفاوت گزارش شده است (Yadaw *et al*., 2007).

جدول ۱. میزان رشد تعدادی از والدین و نتاج حاصل از تلاقی آنها

| شمارهٔ تلاقی | میزان رشد والد پدری | میزان رشد والد مادری | درصد نتاج با رشد کم | درصد نتاج با رشد متوسط | درصد نتاج با رشد زیاد | هتروزیس نسبی (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| ۱ | متوسط* | کم | ۲۲ | ۱۳ | ۶۵ | ۳۱/۷ |
| ۲ | کم | زیاد | ۲۴ | ۳۵ | ۴۱ | ۱۱/۳ |
| ۳ | متوسط | زیاد | - | ۱۰۰ | - | -۲۰ |
| ۴ | متوسط | متوسط | - | ۵۰ | ۵۰ | ۱۷/۶ |
| ۵ | متوسط | کم | ۲۰ | ۴۰ | ۴۰ | ۳۳/۳ |
| ۶ | کم | کم | ۱۰۰ | - | - | -۴۸ |
| ۷ | کم | زیاد | ۱۸ | ۵۳ | ۲۹ | ۸/۱ |
| ۸ | متوسط | زیاد | ۲۷ | ۲۷ | ۴۶ | ۲/۲ |

* ر.ک. شکل ۳

Archive of SID

www.SID.ir

گیاهان پررشد حاصل از تلاقی شرایط گرما (افزایش دما تا ۳۵ درجهٔ سانتی‌گراد طی روزهای گرم تابستان که دمایی بالا برای گلدهی سیکلامن است) را تحمل کردند و خللی در روند گلدهی آنها ایجاد نشد. این گیاهان در تلاقی‌های ۱، ۲، ۷ و ۸ بدون وقفه (هفت ماه) حتی در طول تابستان هم تداوم گلدهی در آنها قابل مشاهده بود، این درحالی است Karlsson (1997) بیان کرد دمای پرورش سیکلامن نباید از ۲۵ درجهٔ سانتی‌گراد فراتر رود. طی فصل تابستان تداوم گلدهی فقط در تعداد انگشت‌شماری از نتاج حاصل از خودگشنی دیده شد. علت ادامهٔ روند گلدهی در نتاج حاصل از تلاقی طی دورهٔ گرما را می‌توان به عملکرد متنوع آلل‌ها در هتروزیگوت‌ها نسبت داد، که آنها را قادر می‌سازد در گسترهٔ وسیع‌تری از تغییرات محیطی عمل کنند (Oliver *et al*., 1995). در آزمایشی هیبریدهایی از آزالیا تولید شدند که شرایط گرما را بهتر تحمل می‌کردند که علت این ویژگی را پدیدهٔ هتروزیس دانستند (Arisumi *et al*., 1979). افزایش دورهٔ گلدهی ناشی از هتروزیس در تلاقی‌های درون‌گونه‌ای مینای یک‌ساله (Raghava *et al*., 1988) و گیاه زینتی *Barleria cristata* (Menon & Krishnaswami, 1973) نیز مشاهده شده است.

**زمان شکوفایی اولین گل**

پس از گلدهی نتاج حاصل از دگرگشنی و خودگشنی مشخص شد نتاج حاصل از تلاقی زودتر به مرحلهٔ گلدهی می‌رسند و آنها به‌طور متوسط دو ماه سریع‌تر گل دادند (جدول۲). از نظر زودگلدهی نتاج تلاقی‌های ۱ و ۸ عملکرد بسیار مناسبی داشتند به‌طوری‌که تعدادی از آنها پس از گذشت کمتر از هفت ماه به مرحلهٔ گلدهی رسیدند، این زمانی بسیار کوتاه در گیاهی کند رشد مانند سیکلامن است و نتاج این تلاقی‌ها می‌توانند پتانسیل بالایی در کوتاه‌کردن مدت زمان لازم برای رسیدن به گلدهی در کارهای اصلاحی آینده در این گیاه داشته باشند. در بعضی از تلاقی‌ها (مانند تلاقی ۶) به‌خلاف سایرین، نتاج حاصل از دورگ‌گیری از نظر زمان گلدهی برتری خاصی نسبت به نتاج حاصل از خودگشنی والدین نشان ندادند و با اختلاف معناداری دیرتر به مرحلهٔ گلدهی رسیدند.

علت زود گلدهی در نتاج حاصل از دورگ‌گیری را می‌توان با رشد سریع‌تر آنها مرتبط دانست، به‌طوری‌که این هیبریدها به‌طور متوسط پس از گذشت چهار ماه نسبت به نتاج حاصل از خودگشنی، از نظر تعداد، دو برابر برگ تولید کردند (اطلاعات نمایش داده نشده‌اند)، ازآنجاکه سیکلامن به‌طور معمول هنگامی گل‌انگیزی دارد که ۱۲ تا ۱۳ عدد برگ تولید کند (Dole & Wilkins, 1999) بنابراین، زودگلدهی نتاج حاصل از تلاقی با تولید سریع‌تر برگ در ارتباط است. عملکرد بهتر نتاج حاصل از تلاقی از نظر زمان گلدهی در اطلسی (Hussein & Misiha, 1979) و جعفری (Singh & Misra, 2009) نیز گزارش شده است. ازجمله دلایل بالابودن سرعت و میزان رشد در نتاج دارای هتروزیس، می‌تواند عملکرد بهتر آنها در جذب دی‌اکسید کربن و بالاتربودن سطح هورمون‌های رشد نظیر ژیبرلین در آنها باشد (Tsaftaris & Kafka, 1998).

جدول ۲. متوسط تعداد روز از کشت بذر تا ظهور اولین گل در تعدادی از نتاج حاصل از تلاقی و خودگشنی در گیاه سیکلامن

| شمارهٔ تلاقی | نتاج حاصل از خودگشنی والد پدری | نتاج حاصل از خودگشنی والد مادری | نتاج حاصل از تلاقی | هتروزیس نسبی (٪) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۲۸۲ ef | ۳۱۰ def | ۲۳۳ gh | ۲۱ |
| ۲ | ۳۵۶ bc | ۳۷۶ b | ۲۶۹ fg | ۲۶ |
| ۳ | ۳۵۶ bc | ۳۰۶ def | ۲۶۸ fg | ۱۹ |
| ۴ | ۳۱۹ cde | ۴۲۲ a | ۲۸۰ ef | ۲۴ |
| ۵ | ۳۶۵ b | ۳۱۰ def | ۲۷۴ f | ۱۹ |
| ۶ | ۳۶۰ bc | ۳۱۰ def | ۳۵۹ bc | -۷ |
| ۷ | ۳۴۷ bcd | ۳۳۹ bcd | ۳۴۶ bcd | -۰/۸ |
| ۸ | ۳۶۵ b | ۲۸۲ ef | ۲۱۴ h | ۲۱ |

حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد هستند.

Archive of SID

www.SID.ir

**تعداد گل**

پس از مقایسهٔ نتاج و والدین، مشخص شد متوسط تعداد گل در اوج گلدهی نتاج بیشتر تلاقی‌ها بیشتر از والدین آنها است و به‌طور میانگین نتاج حاصل از تلاقی در این زمان ۱/۷ برابر بیشتر گل داشتند (جدول ۳). نتاج تلاقی‌های ۱ و ۴ از نظر تعداد گل عملکرد بسیار مناسبی نسبت به والدین داشتند و نتاج تلاقی‌های ۶ و ۷ برتری کمتری نسبت به والدین نشان دادند.

شاخص مطلوب افزایش تعداد گل به‌وسیلهٔ تلاقی در سیکلامن را می‌توان به پدیدهٔ هتروزیس برای تعداد گل در این گیاه نسبت داد که Wellensiek (1965) آن را بیان کرده است و نتاج حاصل از دورگ‌گیری در تلاقی‌هایی که وی انجام داد تعداد گل بیشتری نسبت به والدین داشتند، اما میزان آن همانند تلاقی‌های این آزمایش بسته به ژنوتیپ متفاوت بود. افزایش تعداد گل نتاج حاصل از تلاقی در مینای چینی (Patil & Rane, 1994) و جعفری (Singh & Misra, 2009) نیز مشاهده شده است که آن را مرتبط با پدیدهٔ هتروزیس دانسته‌اند.

**رنگ و شکل گل**

پس از اینکه نتاج حاصل از تلاقی به مرحلهٔ گلدهی رسیدند، مقایسهٔ آنها با والدین از نظر رنگ و شکل گل، مشخص کرد که دورگ‌گیری عاملی برای ایجاد تنوع در این صفات است. در شکل‌های زیر تعدادی از تلاقی‌هایی که تفاوت در رنگ و شکل گل در نتاج آنها نسبت به والدین دیده شد، نشان داده شده است:

**تلاقی ۱:** ۳۵ درصد از نتاج این تلاقی با رنگ سفید (شبیه والد پدری)، ۱۳ درصد سفید با هالهٔ صورتی، ۲۲ درصد گل‌بهی و ۳۰ درصد صورتی (شبیه والد مادری) ظاهر شدند (شکل ۴). ازجمله اتفاقاتی که در چند گلدان با رنگ گلبرگ سفید نمایان شد این بود که در تعدادی از گل‌های آنها، گلبرگ به‌صورت ابلق ظاهر شد، طوری که رنگ صورتی بخش کوچکی از گلبرگ سفید و گاهی تا نصف آن را تشکیل می‌داد (شکل ۴، د)، این حالت نوعی جهش نقطه‌ای ناپایدار، که در ژنوتیپ سفید رخ می‌دهد تشخیص داده شده است (Pesteil, 2013).

**تلاقی ۲:** پس از آنالیز داده‌های حاصل از رنگ‌سنجی در این تلاقی، نتاج و والدین از نظر مقدار هیو که بیانگر نوع رنگ است در ۳ دسته قرار گرفتند (جدول ۴). رنگ گل در گلدان‌های ۱، ۳، ۵ و ۱۵ از این نظر تفاوت معناداری با والد مادری نداشت، اما روشنایی رنگ (L) در این نتاج از والد مادری کمتر بود و سبب می‌شد این نتاج صورتی به نظر آیند (شکل ۵، آ)، درحالی‌که والد مادری صورتی کم‌رنگ مشاهده می‌شد. نتاج ۷، ۱۰، ۱۱ و ۱۲ نیز از نظر مقدار هیو با والد پدری تفاوت معناداری نداشتند، اما صورتی پررنگ و با شدت کمتر نسبت به والد پدری به نظر می‌آمدند و علت آن را می‌توان در مقدار عدد L جست‌وجو کرد، که در این نتاج نسبت به والد پدری با اختلاف معناداری بیشتر به دست آمد که این علت روشن‌تر دیده‌شدن رنگ آنهاست (شکل ۵، ب). نتاج ۶، ۸، ۹ و ۱۴ نیز از نظر هر سه ویژگی رنگ با والدین اختلاف معناداری داشتند و گل‌بهی رنگ به نظر می‌آمدند (شکل ۵، ج). در کل ۴۱ درصد نتاج صورتی، ۳۵ درصد صورتی تقریباً پررنگ و ۲۴ درصد گل‌بهی پدیدار شدند.

جدول ۳. تعداد گل در والدین و نتاج حاصل از تلاقی آنها

| شمارهٔ تلاقی | تعداد گل والد پدری | تعداد گل والد مادری | متوسط تعداد گل نتاج | هتروزیس نسبی (٪) |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱۲ | ۱۵ | ۲۶ | ۹۲ |
| ۲ | ۱۵ | ۱۲ | ۱۹ | ۴۰ |
| ۳ | ۹ | ۱۲ | ۱۶ | ۵۲ |
| ۴ | ۱۰ | ۹ | ۱۸ | ۸۹ |
| ۵ | ۱۲ | ۱۳ | ۱۷ | ۳۶ |
| ۶ | ۹ | ۱۳ | ۱۳ | ۱۸ |
| ۷ | ۱۵ | ۲۳ | ۲۰ | ۵ |
| ۸ | ۱۱ | ۲۲ | ۲۱ | ۲۷ |

Archive of SID

www.SID.ir

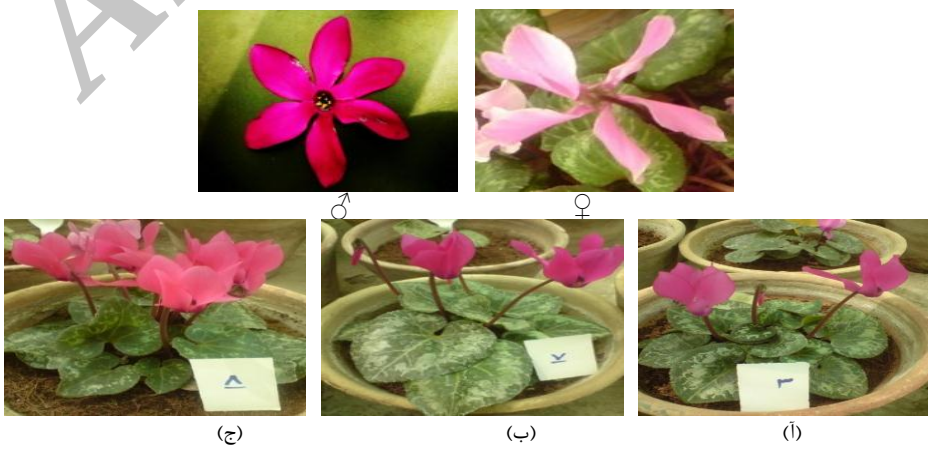
شکل ۴. والدین و نتاج تلاقی ۱

♂) والد پدری با رنگ گل سفید؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی؛ آ) رنگ گل در نتاج گل‌بهی؛ ب و ج) رنگ گل در نتاج سفید با هالهٔ صورتی و د) حالت ابلقی در بعضی از گل‌های سفید.

جدول ۴. ویژگی‌های رنگ گلبرگ والدین و بیشتر نتاج تلاقی ۲

| شمارهٔ گلدان نتاج | L | C | H° |
|---|---|---|---|
| والد پدری | ۳۷/۳۶ ± ۰/۶۰ d | ۵۸/۷۰ ± ۰/۶۶ a | ۱۰/۸۴ ± ۰/۴۳ b |
| والد مادری | ۵۱/۹۸ ± ۰/۲۸ a | ۴۷/۹۹ ± ۰/۳۷ c | ۲/۹۴ ± ۰/۵۰ c |
| ۱۴ | ۴۶/۹۳ ± ۰/۱۳ b | ۵۴/۶۴ ± ۰/۶۹ b | ۱۹/۹۰ ± ۰/۸۹ a |
| ۶ | ۴۷/۸۹ ± ۰/۵۱ b | ۵۴/۸۰ ± ۰/۷۰ b | ۲۰/۵۲ ± ۰/۵۳ a |
| ۹ | ۴۸/۹۰ ± ۰/۲۷ b | ۵۳/۶۵ ± ۰/۹۸ b | ۱۸/۱۲ ± ۰/۵۴ a |
| ۸ | ۴۸/۶۹ ± ۰/۱۷ b | ۵۳/۷۶ ± ۰/۷۹ b | ۱۸/۴۹ ± ۰/۵۳ a |
| ۱۲ | ۴۲/۴۶ ± ۰/۷۵ c | ۵۵/۴۰ ± ۰/۸۲ b | ۱۰/۳۱ ± ۰/۶۵ b |
| ۱۱ | ۴۲/۳۲ ± ۰/۸۲ c | ۵۵/۲۹ ± ۰/۸۳ b | ۸/۳۹ ± ۰/۸۰ b |
| ۷ | ۴۳/۵۷ ± ۰/۲۲ c | ۵۳/۷۸ ± ۰/۷۱ b | ۷/۷۴ ± ۱/۱ b |
| ۱۰ | ۴۴/۰۸ ± ۰/۹۴ c | ۵۳/۶۸ ± ۰/۸۳ b | ۱۰/۱۱ ± ۰/۷۳ b |
| ۱ | ۴۸/۰۰ ± ۰/۳۱ b | ۵۰/۴۰ ± ۰/۸۷ c | ۲/۱۵ ± ۰/۷۰ c |
| ۵ | ۴۸/۲۶ ± ۰/۱۸ b | ۴۹/۷۲ ± ۰/۹۲ c | ۲/۷۰ ± ۰/۶۳ c |
| ۳ | ۴۸/۳۲ ± ۰/۴۰ b | ۵۰/۴۷ ± ۰/۳۳ c | ۰/۵۷ ± ۰/۵۲ c |
| ۱۵ | ۴۸/۸۱ ± ۰/۴۲ b | ۵۰/۲۳ ± ۰/۲۵ c | ۰/۴۶ ± ۰/۷۴ c |

L، C و H° به‌ترتیب بیانگر روشنایی رنگ، نوع رنگ و خلوص آن هستند. حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد هستند.




شکل ۵. والدین و نتاج تلاقی ۲

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی کم‌رنگ؛ آ) رنگ گل در نتاج صورتی؛ ب) رنگ گل در نتاج صورتی تقریباً پررنگ و ج) رنگ گل در نتاج گل‌بهی

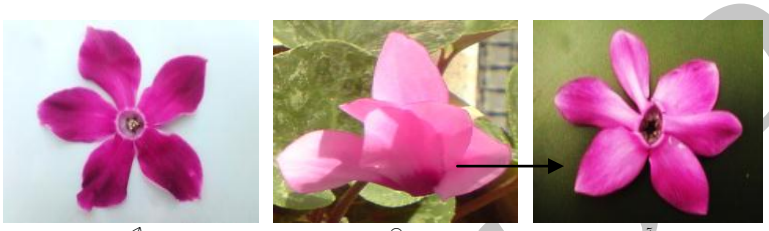
Archive of SID

www.SID.ir

**تلاقی ۳:** رنگ گل در همهٔ نتاج این تلاقی بنفش کم‌رنگ به نظر می‌آمد که تقریباً بینابین دو والد است. شدت رنگ در حاشیه‌های گلبرگ نتاج مانند والد پدری بیشتر از مرکز آن بود (شکل ۶).

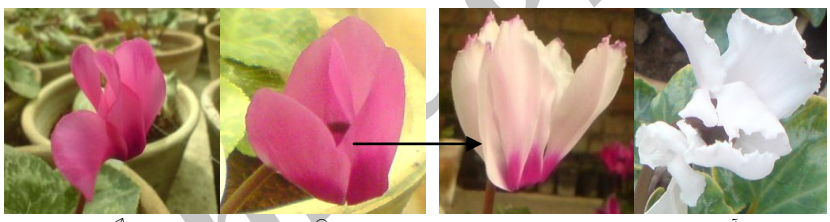
**تلاقی ۴:** همهٔ نتاج این تلاقی به رنگ ارغوانی ظاهر شدند. رنگ گل در یکی از نتاج حاصل از این تلاقی به شکلی متفاوت نسبت به سایر گیاهان به‌دست‌آمده در دیگر تلاقی‌ها ظاهر شد. بدین‌صورت که در حاشیهٔ گلبرگ‌های ارغوانی آن هالهٔ پهن صورتی پررنگ به سمت پایین گلبرگ کشیده شده و زیبایی خاصی به آن بخشیده بود (شکل ۷، ب). به نظر می‌رسد این ویژگی از والد پدری به ارث رسیده باشد، با این تفاوت که رنگ صورتی پررنگ در آن والد در لبهٔ چین‌دار گلبرگ متمرکز بود.

**تلاقی ۵:** رنگ گل در همهٔ نتاج صورتی‌ـ سفید و شبیه والد پدری نمایان شد، اما شدت رنگ بخش صورتی آن در نتاج نسبت به والد پدری کمتر بود (شکل ۸).



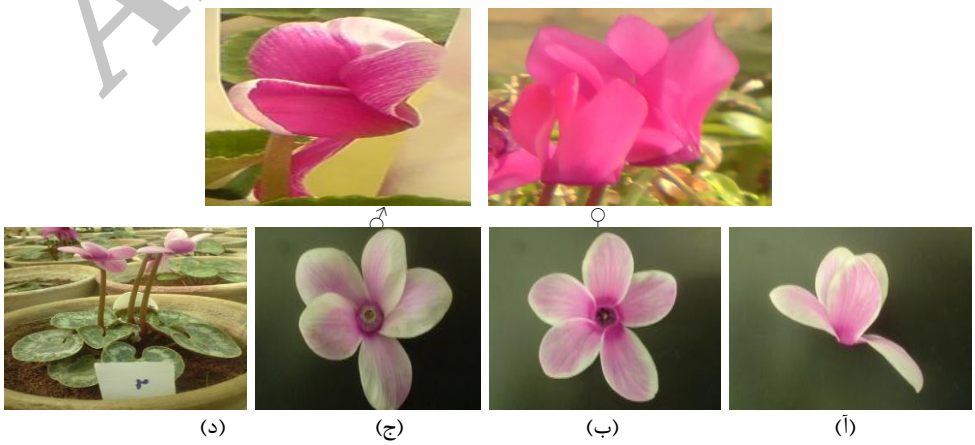

شکل ۶. والدین و نتاج تلاقی ۳

♂) والد پدری با رنگ گل بنفش؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی و آ) نتاج با رنگ گل بنفش کم‌رنگ




شکل ۷. والدین و نتاج تلاقی ۴

♂) والد پدری با رنگ گل سفید دارای هالهٔ کمی از صورتی و لبهٔ گلبرگ چین‌دار و صورتی؛ ♀) والد مادری با رنگ گل سفید و لبهٔ گلبرگ چین‌دار و آ و ب) رنگ گل ارغوانی در نتاج




شکل ۸. والدین و نتاج تلاقی ۵

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ‌ـ سفید (دو رنگ)؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی و آ- د) نتاج با رنگ گل صورتی کم‌رنگ‌ـ سفید (دو رنگ)

Archive of SID

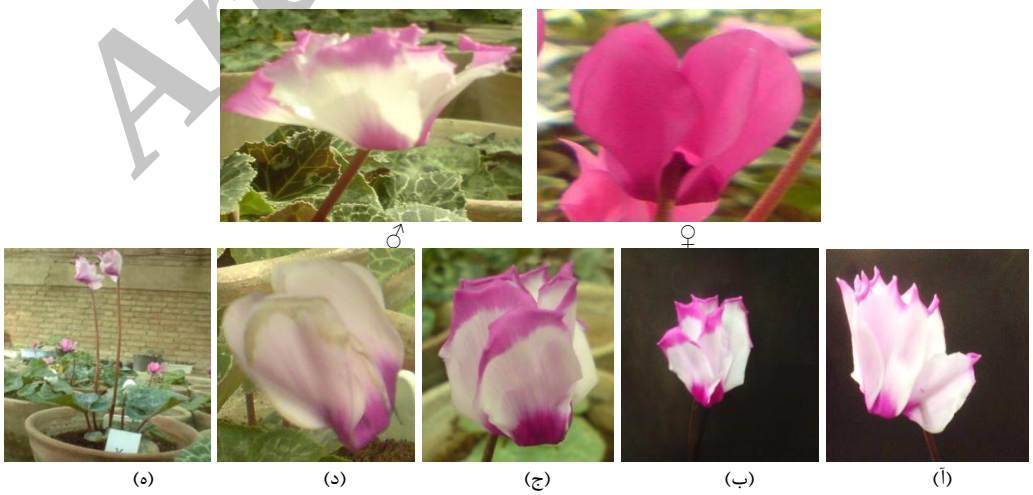
www.SID.ir

**تلاقی ۶:** رنگ گل در همهٔ گیاهان به‌گل‌نشسته از این تلاقی صورتی بسیار کم‌رنگ مشاهده شد، با این تفاوت که در چند گلدان حاشیهٔ گلبرگ همانند والد پدری چین‌دار و صورتی ظاهر شد، این نتاج دمگل بسیار بلندی داشتند (۲±۳۰ سانتی‌متر) طوری‌که طول آنها از میانگین آن در هر دو والد بیشتر بود (والد پدری ۲±۲۲ و والد مادری۳±۲۴ سانتی‌متر)، بنابراین می‌توانند پتانسیل مناسبی برای اصلاح به‌منظور شاخهٔ بریده در آینده داشته باشند (شکل ۹).

**تلاقی ۷:** همان‌طورکه در جدول ۵ مشاهده می‌شود، پس از آنالیز داده‌های حاصل از رنگ‌سنجی نتاج و والدین این تلاقی از نظر نوع رنگ (هیو) در ۴ دسته گروه‌بندی شدند: والد مادری و نتاج ۱، ۱۰ و ۱۵ در یک دسته قرار گرفتند و صورتی‌کم‌رنگ به نظر می‌آمدند؛ نتاج ۵ و ۱۷ در دستهٔ دوم قرار گرفتند و به رنگ گل‌بهی دیده می‌شدند؛ نتاج ۳، ۷، ۹، ۱۲ و ۱۶ دستهٔ سوم را تشکیل داده و به رنگ بنفش ظاهر شدند و آخرین دسته را والد پدری و نتاج ۸ و ۱۱ تشکیل دادند. والد پدری صورتی پررنگ و نتاج ۸ و ۱۱ زرشکی کم‌رنگ مشاهده شدند. علت آن را می‌توان در مقادیر L و C جست‌وجو کرد که در والد پدری و این نتاج با اختلاف معنادار به دست آمد. بنفش و زرشکی کم‌رنگ، رنگ‌هایی اختصاصی در تعدادی از نتاج این تلاقی نسبت به سایر تلاقی‌ها بود. در کل ۴۱ درصد نتاج صورتی کم‌رنگ، ۱۸درصد گل‌بهی، ۲۹درصد بنفش و ۱۲درصد زرشکی کم‌رنگ ظاهر شدند. تعدادی از نتاج با گلبرگی شبیه گلبرگ والد مادری یعنی با نوک تیز انتهای آن و تعدادی از آنها با حاشیهٔ مدور شبیه والد پدری ظاهر شدند (شکل ۱۰، ه تا ح).

**تلاقی ۸:** نتاج این تلاقی جزء متنوع‌ترین گیاهان به‌دست‌آمده در کل تلاقی‌ها بودند. آنها از نظر رنگ و شکل گل در ۸ دستهٔ مجزا قرار گرفتند. شدت رنگ از سفید خالص تا گل‌بهی پررنگ متغیر بود و حالت‌های بینابین این دو نیز به چشم می‌خورد. ۳۴ درصد نتاج سفید، ۳۴ درصد سفید با هالهٔ صورتی، ۱۳ درصد صورتی- سفید، ۱۳ درصد گل‌بهی کم‌رنگ و ۶ درصد گل‌بهی پررنگ ظاهر شدند. نتاج از نظر شکل لبهٔ گلبرگ در دو فرم ساده (۶۰ درصد) و چین‌دار (۴۰ درصد) ظاهر شدند (شکل ۱۱).

**تلاقی ۹:** یک گیاه از این تلاقی به مرحلهٔ گلدهی رسید. گل‌های گیاه به‌دست‌آمده شبیه والد پدری بودند، اما گیاه از نظر شکل برگ و ضخامت دمگل به گیاه مادری شباهت داشت. بدین‌صورت‌که تمام گیاهان ژنوتیپ صورتی پررنگ- سفید در والدین دارای برگ‌هایی با اندازهٔ متوسط و نوک‌گرد بودند (شکل ۲، ج) و دمگلی با ضخامت متوسط داشتند، اما گیاه صورتی- سفید به‌دست‌آمده مانند والد مادری برگ‌هایی بزرگ با نوک تیز داشت و دمگل آن نیز ضخیم ظاهر شد (شکل ۱۲).




شکل ۹. والدین و نتاج تلاقی ۶

♂) والد پدری با رنگ گل سفید و حاشیهٔ چین‌دار صورتی؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی؛ آ، ب و ج) نتاج با رنگ گل صورتی بسیار کم‌رنگ و حاشیهٔ چین‌دار صورتی؛ د) نتاج با رنگ گل صورتی بسیار کم‌رنگ و بدون حاشیهٔ چین‌دار رنگی و ه) دمگل بلند در نتاج

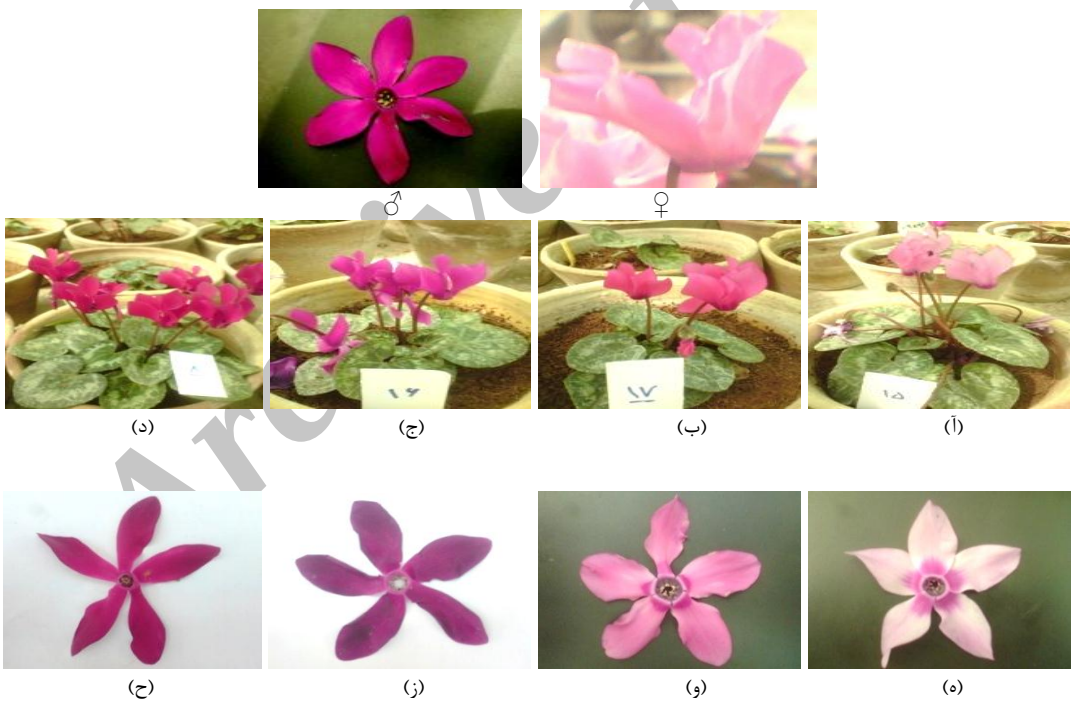
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. ویژگی‌های رنگ گلبرگ والدین و بیشتر نتاج تلاقی ۷

| شمارهٔ گلدان نتاج | L | C | H° |
|---|---|---|---|
| والد پدری | ۳۷/۳۶ ± ۰/۶۰ c | ۵۸/۷۰ ± ۰/۶۶ a | ۱۰/۸۴ ± ۰/۴۳ b |
| والد مادری | ۵۱/۴۲ ± ۰/۴۲ a | ۴۸/۹۹ ± ۰/۴۲ c | ۷/۶۷ ± ۰/۲۴ c |
| ۱ | ۵۰/۴۳ ± ۰/۶۸ a | ۴۷/۱۲ ± ۰/۷۱ c | ۷/۴۹ ± ۰/۳۷ c |
| ۱۰ | ۴۹/۶۲ ± ۰/۸۳ a | ۴۷/۸۰ ± ۰/۸۱ c | ۸/۷۷ ± ۰/۴۸ c |
| ۱۵ | ۵۰/۹۴ ± ۰/۶۹ a | ۴۷/۳۹ ± ۰/۶۷ c | ۸/۴۰ ± ۰/۵۹ c |
| ۳ | ۳۲/۳۹ ± ۰/۶۸ d | ۵۳/۴۹ ± ۰/۵۱ b | ۴/۲۵ ± ۰/۵۷ d |
| ۷ | ۳۲/۲۹ ± ۰/۶۵ d | ۵۴/۲۵ ± ۰/۶۸ b | ۳/۴۳ ± ۰/۳۷ d |
| ۹ | ۳۲/۴۹ ± ۰/۴۸ d | ۵۳/۸۷ ± ۰/۶۸ b | ۴/۱۸ ± ۰/۴۳ d |
| ۱۲ | ۳۴/۰۸ ± ۰/۶۰ d | ۴۳/۵۵ ± ۰/۳۶ b | ۳/۳۵ ± ۰/۶۷ d |
| ۱۶ | ۳۴/۴۶ ± ۰/۴۳ d | ۵۵/۶۸ ± ۰/۷۵ b | ۳/۱۴ ± ۰/۵۸ d |
| ۸ | ۳۳/۹۸ ± ۰/۶۵ d | ۵۲/۸۹ ± ۰/۷۰ b | ۱۱/۳۴ ±۰/۶۵ b |
| ۱۱ | ۳۴/۵۰ ± ۰/۶۷ d | ۵۳/۶۶ ± ۰/۷۲ b | ۱۲/۶۸ ± ۰/۸۳ b |
| ۵ | ۴۶/۲۷ ± ۰/۶۳ b | ۴۹/۹۵ ± ۰/۶۹ c | ۱۹/۶۳ ± ۰/۷۳ a |
| ۱۷ | ۴۶/۵۳ ± ۰/۵۳ b | ۴۹/۸۸ ± ۰/۱۶ c | ۱۹/۲۹ ± ۰/۴۷ a |

L، C و H° به‌ترتیب بیانگر روشنایی رنگ، نوع رنگ و خلوص آن هستند. حروف مشابه بیانگر نبود اختلاف معنادار در سطح ۱ درصد هستند.



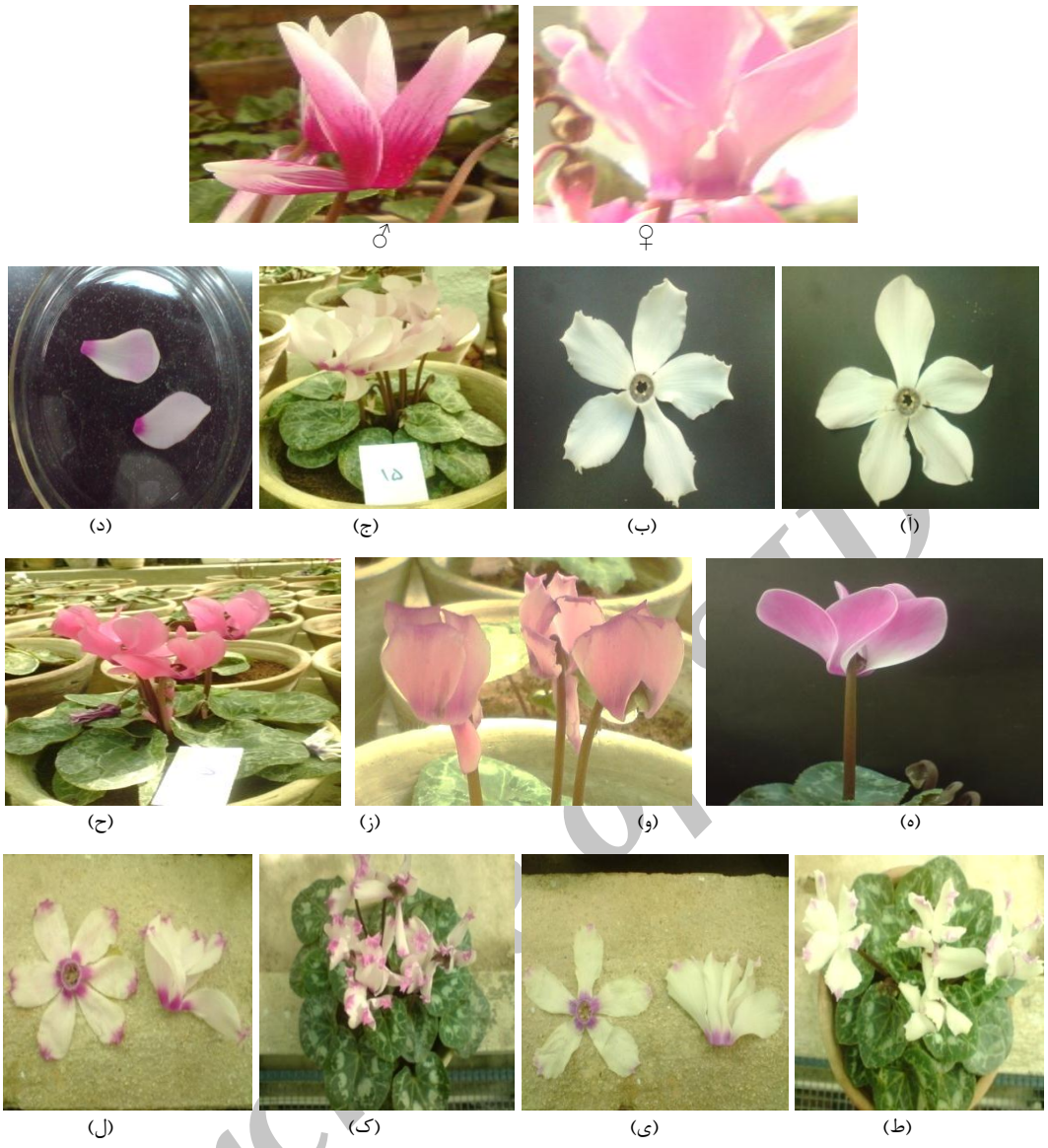

شکل ۱۰. والدین و نتاج تلاقی ۷

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی کم‌رنگ؛ آ و ه) نتاج با رنگ گل صورتی کم‌رنگ؛ ب و و) نتاج با رنگ گل گل‌بهی، ج و ز) نتاج با رنگ گل بنفش؛ د و ح) نتاج با رنگ گل زرشکی کم‌رنگ

**تلاقی ۱۰:** از این تلاقی نیز مانند تلاقی قبل یک گیاه به مرحلهٔ گلدهی رسید. رنگ گل در والد پدری صورتی پررنگ- سفید بود، اما در گیاه به‌دست‌آمده گل‌بهی- سفید نمایان شد، لبهٔ گلبرگ آن همانند والد مادری خود چین‌دار ظاهر شد (شکل۱۳).

Archive of SID

www.SID.ir




شکل ۱۱. والدین و نتاج تلاقی ۸

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ- سفید (دو رنگ)؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی کم‌رنگ؛ آ) نتاج با رنگ گل سفید؛ ب) نتاج با رنگ گل سفید و حاشیهٔ چین‌دار؛ ج و د) نتاج با رنگ گلبرگ سفید با هالهٔ صورتی؛ ه) نتاج با رنگ گل صورتی- سفید (دو رنگ)؛ و) نتاج با رنگ گل گل‌بهی کم‌رنگ و حاشیهٔ چین‌دار صورتی؛ ز) نتاج با رنگ گل گل‌بهی و ح-ک) نتاج با رنگ گل سفید و حاشیهٔ چین‌دار به رنگ صورتی و صورتی پررنگ

شکل ۱۲. والدین و گیاه به‌دست‌آمده از تلاقی ۹

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ- سفید؛ ♀) والد مادری با رنگ گل صورتی و آ) تک‌گیاه به‌دست‌آمده از این تلاقی با رنگ گل صورتی پررنگ- سفید

www.SID.ir

شکل ۱۳. والدین و گیاه به‌دست‌آمده از تلاقی ۱۰

♂) والد پدری با رنگ گل صورتی پررنگ- سفید؛ ♀) والد مادری با رنگ گل سفید با هالهٔ کمی از صورتی و لبهٔ گلبرگ چین‌دار و صورتی و آ) تک‌گیاه به‌دست‌آمده از این تلاقی با رنگ گل گل‌بهی- سفید و حاشیهٔ چین‌دار

نتاج در تلاقی‌های ۳ و ۵ با رنگ گل شبیه هم ظاهر شدند، به نظر می‌رسد والدین آنها از نظر این صفت خالص بوده‌اند. چگونگی توارث رنگ در نتاج چندان با نتایج Song & Oh (2010) که یک ژن را مسئول توارث رنگ گل در سیکلامن دانستند، هم‌خوانی ندارد و به نظر می‌رسد مطابق گزارش Bragt (1962) چند ژن در بروز رنگ نهایی گلبرگ دخالت دارند، زیرا نتاج بیشتر تلاقی‌ها از نظر رنگ تنوع زیادی از خود نشان دادند. Yamagishi & Akagi (2013) گفتند که بیان متفاوت ژن‌های مربوط به تولید آنتوسیانین‌ها در اپیدرم گلبرگ علت ایجاد نقطه‌هایی با رنگ متفاوت نسبت به رنگ زمینهٔ اصلی گل در لیلیوم است، مشابه چنین پدیده‌ای در تعدادی از نتاج، مانند نتاج تلاقی‌های ۱ (شکل ۴، ج) و ۸ (شکل ۱۱، د و ه) و همچنین در نتاج و والدینی که لبهٔ گلبرگ با رنگ متفاوت نسبت به رنگ اصلی گل داشتند دیده می‌شد. این مسئله در سیکلامن نیز می‌تواند به بیان متفاوت ژن‌های مربوط به تولید آنتوسیانین در قسمت‌های مختلف گلبرگ‌ها ربط داشته باشد، زیرا اصلی‌ترین رنگیزهٔ مسئول تولید رنگ گلبرگ در سیکلامن آنتوسیانین‌ها هستند (Anderson, 2007). شدت ظهور رنگ در گلبرگ‌ها به‌ویژه در گلبرگ‌های دورنگ یا گلبرگ‌هایی که هاله‌ای از رنگ دیگر داشتند، همچنین آنهایی که حاشیهٔ گلبرگ رنگی داشتند در طول مدت چندماههٔ گلدهی کمی متغیر بود، این مسئله در گیاهان اطلسی (Van-Houwelingen *et al*., 1999)، میخک (Itoh *et al*., 2002)، نیلوفر (Iida *et al*., 2004) و گل میمون (Fujino *et al*., 2011) نیز دیده شده است و تأثیر شرایط محیطی را علت آن دانسته‌اند (Yamagishi & Akagi, 2013). چین‌داری لبهٔ گلبرگ در والدین و نتاج با شدت‌های مختلف دیده می‌شد و به نظر می‌رسد این صفت همانند رنگ گل در سیکلامن به‌صورت کمی کنترل می‌شود و نیاز است که در پژوهش‌های آینده بررسی ژنتیکی دقیق‌تر شود.

تک گیاهان به‌دست‌آمده از تلاقی‌های ۹ و ۱۰ تا زمان گلدهی نگه داشته شدند. باید به این نکته توجه داشت که حفظ اندک گیاهان حاصل از بعضی ترکیب‌ها و مراقبت از آنها تا زمان گلدهی می‌تواند نتیجه‌بخش باشد، به‌خصوص اگر گیاه مانند سیکلامن تکثیر رویشی (تقسیم غده و کشت بافت) نیز داشته باشد.

**نتیجه‌گیری کلی**

دورگ‌گیری در سیکلامن به ایجاد گیاهانی متفاوت از نظر شکل و رنگ گل و برگ منجر خواهد شد، تا کنون ارقام زیادی از آن توسط انجام این‌گونه تلاقی‌ها اصلاح شده‌اند و ادامهٔ این روند نیازمند انتخاب هوشمندانهٔ والدین است (هتروزیس منفی نیز مشاهده می‌شود). متوسط تعداد گل، سرعت و میزان رشد در نتاج بیشتر تلاقی‌ها بیشتر از هر دو والد بود، همچنین مشخص شد که بذور هیبرید در سیکلامن دارای درصد بالاتر جوانه‌زنی (۸۵ درصد بذور حاصل از دورگ‌گیری و در مقابل ۴۲ درصد بذور حاصل از خودگرده‌افشانی جوانه زدند) با سرعت جوانه‌زنی بیشتر است و گیاهچه‌هایی نیرومندتر ایجاد می‌کنند (اطلاعات نمایش داده نشده‌اند). وجود این ویژگی‌های

Archive of SID

www.SID.ir

مطلوب در بذور و نتاج، می‌تواند به‌نوعی بر نقش مهم دورگ‌گیری در سیکلامن برای ایجاد این عوامل، اشاره کند. پس صرف انجام تلاقی در جایی که یکنواختی صفات نتاج اهمیت زیادی ندارد، برای بهبود شاخص‌های یادشده که درنهایت به کوتاهی دورهٔ رشد سیکلامن نیز منجر می‌شود، قابل توصیه است.

درنهایت بین نتاج تعدادی گیاه به دست آمد که تنوع رنگ و شکل گل در آنها دیده شد و خصوصیاتی دیگر نیز نظیر پرگلی، هم‌زمانی گلدهی، رشد سریع و مناسب و تحمل به گرما در آنها قابل مشاهده بود. امید است در آینده نیز بتوان از پتانسیل این جمعیت به‌دست‌آمده در برنامه‌های اصلاحی بهره برد.

## REFERENCES


1. Anderson, N. O. (2007). *Flower Breeding and Genetics*. Springer. 824 p.
2. Arisumi, K. I., Matsuo, E., Sakata, Y., Sasaki, N. & Tsukiashi, K. (1988). Breeding for the Heat Resistant Rhododendrons III. The Feature of Seedling Growth of R. pseudochrysanthum, R. simiarum and Some of Their Hybrids. *Memoirs of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University*, 24(19880315), 111-122.
3. Boase, M. R.., Lewis, D. H., Davies, K. M., Marshall, G. B., Patel, D., Schwinn, K. E. & Deroles, S. C. (2010). Isolation and antisense suppression of flavonoid 3', 5'-hydroxylase modifies flower pigments and colour in cyclamen. *BMC plant biology*, 10(1), 107.
4. Bsharat, M. (2013). *In vitro cytotoxic and cytostatic activities of plants used in traditional arabic herbal medicine to treat cancer in Palestine*. M. Sc. thesis. Faculty of Graduate Studies, An-Najah National University, Nablus, Palestine.
5. Bragt, J. V. (1962). *Chemogenetical investigations of flower colours in Cyclamen.* Ph.D. Thesis. Wageningen, Veenman.
6. Chis, M. L., Cantor, M. & Harsan, E. (2011). Realizations and New Trends in Breeding of *Gladiolus hybridus* at Fruit Research Station Cluj. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. Horticulture*, 67(1), 324-329.
7. Dillen, W., Dijkstra, I. & Oud, J. (1996). Shoot regeneration in long-term callus cultures derived from mature flowering plants of *Cyclamen persicum* Mill. *Plant cell reports*, 15(7), 545-548.
8. Dole, J. M. & Wilkins, H. F. (1999). *Floriculture: Principles and Spicies*. Prentice-Hall, New Jersey.
9. Ecker, R. & Barzilay, A. (1993). Quantitative genetic analysis of growth rate in lisianthus. *Plant breeding*, 111(3), 253-256.
10. Ferrari, T. E., Lee, S. S. & Wallace, D. H. (1981). Biochemistry and physiology of recognition in pollen-stigma interactions. *Phytopathology*, 71, 752-755.
11. Fujino, K., Hashida, S. N., Ogawa, T., Natsume, T., Uchiyama, T., Mikami, T. & Kishima, Y. (2011). Temperature controls nuclear import of Tam3 transposase in Antirrhinum. *The Plant Journal*, *65*(1), 146-155.
12. Halevy, A.H., Whitehead, C.S. & Kofranek, A.M. (1984). Does pollination induce corolla abscission of cyclamen flowers by promoting ethylene production?. *Plant physiology*, 75(4), 1090-1093.
13. Hussein, H. A. S. & Misiha, A. (1979). Diallel analysis for some quantitative characters in *Petunia hybrida* Hort. *Theoretical and Applied Genetics*, 54(1), 17-25.
14. Iida, S., Morita, Y., Choi, J. D., Park, K. I. & Hoshino, A. (2004). Genetics and epigenetics in flower pigmentation associated with transposable elements in morning glories. *Advances in biophysics*, 38, 141-159.
15. Itoh, Y., Higeta, D., Suzuki, A., Yoshida, H. & Ozeki, Y. (2002). Excision of transposable elements from the chalcone isomerase and dihydroflavonol 4-reductase genes may contribute to the variegation of the yellow-flowered carnation (*Dianthus caryophyllus*). *Plant and cell physiology*, 43(5), 578-585.
16. Karlsson, M. G. (1997). Cyclamen. *Tips on Growing Specialty Potted Crops*. Ohio Florists' Association, Columbus, 59-63.
17. Krishnaswami, S. & Menon, P. M. (1973). Cytomorphological study on some garden forms and intraspecific hybrids of *Barleria cristata* L. *South Indian Horticulture*, 21 (2), 43-49.
18. Naderi, R., Alaey, M., Khalighi, A., Hassani, M. E. & Salami, S. A. (2009). Inter-and intra-specific genetic diversity among cyclamen accessions investigated by RAPD markers. *Scientia Horticulturae*, 122(4), 658-661.
19. Naderi, R., Jalali,N., Babalar, M. & Mirmasoumi, M. (2011). Estimate of Callus induction and somatic embryogenesis in cyclamen. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences*, 4 (11), 699-702.


Archive of SID

www.SID.ir

20. Oliver, M. J., Ferguson, D. L. & Burke, J. J. (1995). Interspecific Gene Transfer (Implications for Broadening Temperature Characteristics of Plant Metabolic Processes). *Plant physiology*, 107(2), 429-434.
21. Patil, S.S.D. & Rane, D.A. (1994). Heterosis studies in China aster. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities*, 19, 418-420.
22. Pesteil, C. (2013). Personal Communication. Morel cyclamen company from www. cyclamen. com.
23. Raghava, S.P.S., Negi, S.S. & Ramachander, P.R. (1988). HeteroBeltiosis in *China Aster* [Callistephus Chinensis (L.) Nees]. *Indian Journal of Horticulture*, 45(3 and 4), 336-3.
24. Reinhardt, S., Ewalda, A. & Hellwig, F. (2007). The Anatomy of the stigma and style from *Cyclamen persicum* (Mill.) cv."pure white" and its relation to pollination success. *Plant Biology*, 9(1), 158-162.
25. Singh, D. & Misra, K.K. (2009). Heterosis based selection among different diallelic crosses of marigold (*Tagetes* spp.) under Uttarakhand conditions. *Journal of Hill Research*, 22(2), 95-99.
26. Song, C. Y. & Oh, D. (2010). Inheritance of several qualitative characters in *Cyclamen persicum*. *Korean Journal of Breeding Science*, 42(2), 188-194.
27. Takamura, T. (2006). Cyclamen. In: Anderson, N. O. (Ed), *Flower Breeding and Genetics*. (pp. 459-478.) Springer, Netherlands.
28. Takamura, T., Nakao, T. & Tanaka, M. (1996). Effects of light and temperature on the in vitro germination of cyclamen [*Cyclamen persicum*] pollen grains. *Technical Bulletin of Faculty of Agriculture-Kagawa University*, 48.
29. Tsaftaris, A. S. & Kafka, M. (1997). Mechanisms of heterosis in crop plants. *Journal of crop production*, 1(1), 95-111.
30. Terakawa, T., Yamamura, T. & Murayama, T. (2008). Improvement of regeneration and transformation systems for *Cyclamen persicum* using somatic embryo culture. *Plant Biotechnology*, 25, 77-80.
31. Van-Houwelingen, A., Souer, E., Mol, J. & Koes, R. (1999). Epigenetic Interactions among Three dTph1 Transposons in Two Homologous Chromosomes Activate a New Excision–Repair Mechanism in Petunia. *The Plant Cell Online*, 11(7), 1319-1336.
32. Wellensiek, S. J. (1965). Note on hybrid vigour in cyclamen. *Euphytica*, 14(3), 237-237.
33. Widmer, R. E. (1992). Cyclamen. In: Larson, R. A. (Ed), *Introduction to Floriculture*. (pp. 385-407.) Academic Press, New York, Boston.
34. Yadav, H. K., Shukla, S. & Singh, S. P. (2007). Genetic divergence in parental genotypes and its relation with heterosis, F1 performance and general combining ability (GCA) in opium poppy (*Papaver somniferum* L.). *Euphytica*, 157(1-2), 123-130.
35. Yamagishi, M. & Akagi, K. (2013). Morphology and heredity of tepal spots in Asiatic and Oriental hybrid lilies (*Lilium* spp.). *Euphytica*, 194, 325-334.
36. Young-Soon, L. (2011). Development of new varieties flowering cyclamen. *Korean Horticultural Research*, 11, 312-325.

Archive of SID

www.SID.ir

Iranian Journal of Horticultural Science, Vol. 46, No. 4, Winter 2016

# Evaluating features of cyclamen (*Cyclamen persicum* Mill.) progenies resulted from cross pollination

**Rouhangiz Naderi[1], Mohammad Kermanshahani[2*], Mohammadreza Fattahi[3] and Ahmad Khalighi[4]**

1, 2, 3, 4. Professors, Former M.Sc. Student, Associate Professor and Professor, Department of Horticultural Sciences, University College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran

(Received: Nov. 27, 2013 - Accepted: Aug. 30, 2014)

## ABSTRACT

Variety creation in ornamental plants is always considered by the breeders. To achieve this goal, controlled crosses were performed among various cyclamen genotypes with different flower color, shape and leaf pattern. The results showed that crossing is effective for creating varieties with new flower characteristics in cyclamen. 15 genotypes with different flower color and shape were obtained, but white leaf patterns in more progenies were similar to the feature of their parents. In comparison to self-pollination, cross-pollination had a great influence in increasing growth rate and also in reducing required time for flowering. In general, progenies resulted from crossing compared to those from self-pollination, flowered two months earlier. Mean flower number in these progenies was averagely 1.7 times higher than that of their parents. In terms of growth rate, the progenies from cross-pollination had either more or less growth rather than parents. In conclusion, it is of worth to consider cross pollination as an effective way to create varieties with high growth rate and proper floral view in cyclamen.

**Keywords:** flower color and shape, flower number, growth rate, leaf patterns, pair cross.

Archive of SID

* Corresponding author E-mail: rnaderi@ut.ac.ir Tel: +98 9121614159

www.SID.ir