نشریه علوم باغبانی ایران
دوره ۴۴، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۲ (ص۳۸۷-۳۷۹)

ارزیابی جمعیت‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ (*Lilium ledebourii* (Baker) Boiss.) با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی و روش های آماری چندمتغیره

ملیحه صیادعالیان[۱]، روح‌انگیز نادری[۲*]، محمدرضا فتاحی مقدم[۳] و محمدنقی پاداشت دهکایی[۴]
۱، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۲ و۳، دانشیاران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
۴، استادیار، سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان
(تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۱۷ - تاریخ دریافت: ۹۱/۸/۲۲)

چکیده

گیاه سوسن (*Lilium* spp.) متعلق به خانوادهٔ لاله (Liliaceae) است و به دلیل دارابودن گل‌های درشت و جذاب در ردیف یکی از سه گیاه پیازی عمدهٔ صنعت گلکاری قرار دارد. گونهٔ سوسن چلچراغ (*L. ledebourii* (Baker) Boiss.) که تنها در منطقهٔ لنکران جمهوری آذربایجان و نواحی بسیار محدودی از ایران مثل داماش، کلاردشت، اسالم، کجور، درفک و اردبیل پراکنش دارد، نادرترین گونهٔ گیاه سوسن به‌شمار می‌رود. منطقه کجور برای اولین توسط این پژوهش شناسایی گردید و پیش‌ازاین گزارشی مبنی بر حضور این گیاه در این منطقه اعلام نشده بود. متأسفانه این گیاه با پتانسیل بالای زینتی در معرض انقراض قرار گرفته است. ارزیابی اگرومورفولوژیکی و میزان و پراکنش تنوع ژنتیکی خویشاوندان گیاهان زراعی به عنوان ذخائر ژنتیکی ارزشمند نه‌تنها موقعیتی را برای حفاظت و نگهداری آن‌ها فراهم می‌کند، بلکه می‌تواند در استفادهٔ آن‌ها در برنامه‌های آتی اصلاح این گیاهان مفید واقع شود. بنابراین مطالعهٔ حاضر با هدف ارزیابی جمعیت‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ با استفاده از ویژگی‌های مورفولوژیکی و آنالیزهای آماری چندمتغیره صورت گرفت. مطابق نتایج حاصل، تنوع درخور ملاحظه‌ای میان صفات مطالعه‌شده شامل ارتفاع گیاه، طول غنچه، طول خامه و غیره در بین ژنوتیپ‌های بررسی‌شده وجود داشت که امکان گزینش گیاهانی با صفات مطلوب را فراهم می‌کند. از سوی دیگر، نتایج تجزیهٔ همبستگی ساده صفات در اکثر موارد همبستگی‌های معنادار و زیادی را میان صفات بررسی‌شده نشان داد که بیشترین آن (r =۰/۹۳۰) مربوط به ارتفاع گیاه و قطر ساقه بود. به منظور تشخیص مهم‌ترین صفات تأثیرگذار در تفکیک ژنوتیپ‌ها، در این مطالعه از تجزیهٔ عامل‌ها استفاده شد و مطابق آن پنج عامل اصلی توانستند در مجموع ۸۱/۱۳درصد واریانس کل را توجیه کنند. مطابق نتایج تجزیهٔ تری‌پلات، ژنوتیپ‌های آزمایش‌شده در قالب دو گروه تقریباً مجزا قرار گرفتند که در اکثر موارد به‌خوبی با نتایج حاصل از تجزیهٔ کلاستر مطابقت داشت. درنهایت، تجزیهٔ کلاستر جمعیت‌ها منجر به گروه‌بندی آن‌ها در قالب دو گروه اصلی شد به‌طوری‌که، گروه اول شامل گیاهان کشت‌شدهٔ درفک، کشت‌شدهٔ اردبیل و کشت‌شدهٔ داماش در کنار گیاهان جمعیت کجور و گروه دوم شامل جمعیت‌های اردبیل، داماش، کلاردشت و اسالم بود.

واژه های کلیدی: تجزیهٔ چندمتغیره، تنوع ژنتیکی، ژرم پلاسم، سوسن چلچراغ، ویژگی‌های مورفولوژیکی.

* نویسنده مسئول: روح انگیز نادری تلفن: ۰۹۱۲۱۶۱۴۱۵۹ E-mail: rnaderi@ut.ac.ir

مقدمه

سوسن (*Lilium* spp.) گیاهی متعلق به خانوادهٔ لاله (*Liliaceae*) بوده و حدود ۱۰۰ گونه دارد که اغلب در عرض‌های جغرافیایی ۱۰ تا ۶۰ درجهٔ شمالی در آسیا، شمال امریکا و اروپا پراکنش دارند (Padasht *et al.*, 2009). اگرچه گونه‌های مختلف این گیاه، که گیاهانی چندساله به‌شمار می‌روند، از نظر دارویی و خوراکی نیز حائز اهمیت‌اند، اهمیت این گیاهان بیشتر به دلیل زینتی بودن آن‌هاست؛ به‌طوری‌که، گل‌های درشت و جذاب این گونه‌ها گیاه سوسن را در ردیف یکی از سه گیاه پیازی عمدهٔ صنعت گلکاری قرار داده است (Dole & Wilkins, 1999). از هیبریدها و ارقام مختلف این گیاه عمدتاً به عنوان گیاهان فصلی چندساله، گل‌های شاخه‌بریده و گیاهان گلدانی گلدار استفاده می‌شود. تاکنون حدود ۸۰۰۰ رقم گیاه سوسن در سطح دنیا به ثبت رسیده است که در سه گروه عمدهٔ هیبریدهای لانگیفلوروم، آسیایی و شرقی قرار می‌گیرند (Robinson & Firoozababy, 1993).

سوسن چلچراغ (*L. ledebourii* (Baker) Boiss.) گیاهی است با سوخ‌های بدون پوشش به ارتفاع ۵۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متر، برگ‌های خطی-کاردی به طول حدود ۱۰ تا ۱۴ و عرض یک تا دو سانتی‌متر و گل‌های سفید با دمگل‌های بلند به طول تا ۱۳ سانتی‌متر که در هر گیاه ۲ تا ۱۵ عدد هستند (Zhou *et al.*, 2008). این گیاه که نادرترین گونهٔ گیاه سوسن به‌شمار می‌رود، در نواحی بسیار محدودی از استان‌های اردبیل، مازندران و گیلان می‌روید و علاوه بر ایران تنها از منطقهٔ لنکران جمهوری آذربایجان جمع‌آوری شده است (Rechinger, 1989; Zhou *et al.*, 2008). متأسفانه، این گیاه با پتانسیل بالای کاربرد زینتی که به‌منزلهٔ یک اثر طبیعی ملی ایران نیز به ثبت رسیده است، اکنون در معرض انقراض قرار دارد (Jalili & Jamzad, 1999) و مشخص است که اگر اقدامات اساسی در جهت محافظت از آن صورت نپذیرد، امکان از بین رفتن این گیاه یا حداقل برخی از جمعیت‌های آن وجود خواهد داشت.

محافظت گونه‌های در معرض انقراض به دلایل ارزش‌های زیباشناختی، اکولوژیکی، آموزشی، تاریخی، تفریحی و علمی، از نگرانی‌های مهم بیولوژیست‌ها و قانونگذاران است (Bakhshaie *et al.*, 2010). این نگرانی‌ها طی سال‌های اخیر ورود علم ژنتیک جمعیت را به حوزهٔ شمار زیادی از مطالعات و اقداماتی که دربارهٔ حفظ گونه‌های گیاهی در معرض انقراض صورت می‌گیرد، به دنبال داشته است. در این زمینه، ارزیابی ساختار ژنتیکی و میزان و نحوهٔ پراکنش تنوع درون و میان جمعیت‌ها علاوه بر اینکه اغلب به منظور یک شاخص غیرمستقیم خطر انقراض این گیاهان مورد استفاده قرار می‌گیرد، به منظور مدیریت صحیح این گونه‌ها و طراحی راهکارهای مؤثر حفاظتی امری ضروری به شمار می‌رود (Zhou *et al.*, 2010; Luo *et al.*, 2011). مشخص است که طراحی راهکارهای مؤثر بر حفاظت گونه‌های در حال انقراض مبتنی بر درک صحیح عوامل تهدیدکننده‌ای است که این گیاهان با آن‌ها مواجه‌اند. به‌طور معمول، درحالی‌که تنوع ژنتیکی زیاد به عنوان یک عامل اساسی توانایی گونه‌ها در جهت سازگاری آن‌ها با شرایط متغیر محیطی به‌شمار می‌رود، سطوح اندک تنوع ژنتیکی می‌تواند سازگاری و پتانسیل تکاملی گیاهان را کاهش داده و درنهایت منجر به انقراض آن‌ها شود (Gong *et al.*, 2010). برخی بر آن‌اند که اندازهٔ کوچک و تعداد اندک جمعیت‌های گیاهی، جدایی جغرافیایی و تخریب زیستگاه آن‌ها گونه‌های گیاهی در معرض انقراض را مستعد تنوع ژنتیکی اندک می‌کند و تمایز و رانش ژنتیکی (Genetic drift) را در آن‌ها افزایش می‌دهد (Gong *et al.*, 2010; Zhou *et al.*, 2010). بدین دلیل، هدف اولیهٔ راهکارهای حفاظتی افزایش اندازهٔ جمعیت و به حداکثر رساندن سطح تنوع ژنتیکی در گونه‌های در معرض انقراض است. از سوی دیگر، اطلاعات حاصل از آنالیزهای ژنتیکی می‌تواند به منظور محافظت خارج از محل این گیاهان نیز با نمونه‌برداری صحیح از آن‌ها استفاده شود.

به‌رغم پتانسیل بالای گیاه سوسن چلچراغ به منظور استفاده به‌منزلهٔ گیاه زینتی و با توجه به خطر انقراض این گونهٔ گیاهی ارزشمند، متأسفانه اطلاعات چندانی در رابطه با ویژگی‌های مورفولوژیکی و وضعیت ژنتیکی جمعیت‌های باقی‌ماندهٔ آن وجود ندارد. بنابراین، مطالعهٔ

حاضر با هدف ارزیابی جمعیت‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ با استفاده از صفات اگرومورفولوژیکی و تعیین روابط ژنتیکی درون و میان آن‌ها صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و صفات ارزیابی‌شده

مطالعهٔ حاضر در سال ۱۳۹۰ و روی گیاهان خودرو و کشت‌شدهٔ سوسن چلچراغ در مرحلهٔ گلدهی صورت گرفت. بدین منظور، تمامی جمعیت‌های شناخته‌شدهٔ این گیاه بر اساس اطلاعات موجود در فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1989) و سابقهٔ تحقیقی مؤلفان در مناطق کجور و کلاردشت (استان مازندران)، اسالم، داماش و درفک (استان گیلان) و اردبیل (استان اردبیل) ارزیابی شدند. علاوه بر این، گیاهان سه جمعیت اردبیل، داماش و درفک که در محل ایستگاه تحقیقاتی گل و گیاهان زینتی لاهیجان نیز کشت شده بودند بررسی شدند. این گیاهان در زمان این مطالعه با علائم اختصاری A، D، K، KJ و S به ترتیب برای گیاهان خودروی مناطق اردبیل، داماش، کلاردشت،کجور و اسالم و AL، DL و DRL برای گیاهان کشت‌شدهٔ مناطق اردبیل، داماش و درفک در منطقهٔ لاهیجان نشان داده شده‌اند. مشخصات مناطق دارای گیاهان خودرو و گیاهان کشت‌شده در جدول ۱ ارائه شده است. گیاهان این جمعیت‌ها از لحاظ ۱۸ صفت کمی و کیفی که در میان آن‌ها تنوع نشان می‌دادند، با یکدیگر مقایسه شدند (UPOV, 1991). صفات کمی و کیفی در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۱. مشخصات جغرافیایی رویشگاه‌های طبیعی و منطقهٔ کشت‌شدهٔ گیاه سوسن چلچراغ

گیاه	اختصار	استان مبدأ	شهرستان مبدأ	ارتفاع از سطح دریا	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
اردبیل *	AL	گیلان	لاهیجان	۳۴ متر	E 50° 00' 00"	N 37° 11' 00"
داماش*	DL	گیلان	لاهیجان	۳۴ متر	E 50° 00' 00"	N 37° 11' 00"
درفک*	DR	گیلان	لاهیجان	۳۴ متر	E 50° 00' 00"	N 37° 11' 00"
اسالم **	S	گیلان	تالش - اسالم	۱۸۸۶ متر	E 48° 44' 23"	N 37° 36' 43"
داماش **	D	گیلان	رودبار	۱۷۵۰ متر	E 49° 48' 12"	N 36° 45' 51"
اردبیل **	A	اردبیل	نمین	۱۵۹۰ متر	E 48° 34' 21"	N 38° 27' 53"
کلاردشت **	K	مازندران	کلاردشت	۲۲۹۰ متر	E 51° 53' 51"	N 36° 31' 41"
کجور **	KJ	مازندران	نوشهر- کجور	بالاتر از ۱۵۰۰متر	E 52° 56' 22"	N 36° 24' 48"

* گیاهان مستقر در ایستگاه تحقیقات گل و گیاهان زینتی لاهیجان، **رویشگاه طبیعی

تجزیهٔ داده‌ها

داده‌های به‌دست‌آمده ابتدا در نرم‌افزار Excel ثبت شد و سپس برای تجزیه‌های آماری شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار، ضریب تنوع و همبستگی صفات از نرم‌افزار آماری SPSS نسخهٔ ۱۹ استفاده شد. همچنین، تجزیهٔ عامل‌ها با استفاده از تکنیک چرخش عامل‌ها و به روش واریمکس انجام شد و آنالیز کلاستر به روش Ward و برحسب فواصل اقلیدسی صورت گرفت. قبل از محاسبهٔ ماتریس فواصل اقلیدسی و ترسیم دندروگرام، داده‌های حاصل از ارزیابی‌های مورفولوژیکی استانداردسازی شدند.

به منظور انجام‌دادن این آنالیزها و نیز ترسیم دندروگرام و تری‌پلات از نرم‌افزار Statgraphics استفاده شد.

نتایج و بحث

توصیف صفات

نتایج تجزیهٔ آماری مربوط به توصیف صفات ژنوتیپ‌های مختلف سوسن چلچراغ شامل حداقل، حداکثر، میانگین، انحراف معیار و ضریب تغییرات در جدول ۲ نشان داده شده است. در هر صفت، ضریب تغییرات بالاتر بیانگر دامنهٔ وسیع‌تر آن است و بنابراین امکان گزینش را افزایش می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در بین ژنوتیپ‌های بررسی‌شده تنوع قابل ملاحظه‌ای میان صفات مطالعه‌شده وجود داشت. مطابق نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه، تفاوت مشاهده‌شده میان صفات ارزیابی‌شده در جمعیت‌های مختلف تقریباً در تمامی موارد به جز تعداد غنچه معنادار بود (جدول ۲). به

عنوان مثال، ارتفاع این گیاهان از ۴۶ تا ۱۳۰ سانتی‌متر متغیر بود و گیاهان بررسی‌شده به‌طور متوسط از ارتفاع ۸۱/۹۹ سانتی‌متر برخوردار بودند. در این رابطه، گیاهان جمعیت کلاردشت (۱۰۶/۸ سانتی‌متر) و کجور (۵۵/۸ سانتی‌متر) به‌طور متوسط به ترتیب بیشترین و کمترین ارتفاع را داشتند. همچنین، گیاهان مطالعه‌شده از نظر تعداد برگ تفاوت بسیار زیادی با یکدیگر داشتند؛ به‌طوری‌که، در هر بوته از ۳۶ تا ۲۱۸ برگ مشاهده شد (جدول ۲). بیشترین تعداد برگ (۱۴۴/۵ عدد) مربوط به گیاهان منطقهٔ داماش بود، درحالی‌که گیاهان منطقهٔ درفک که در لاهیجان کشت شده بودند به‌طور متوسط از کمترین تعداد برگ (۴۳/۵ عدد) برخوردار بودند. تفاوت‌های مشاهده‌شده در آزمایش امکان گزینش گیاهانی با صفات مطلوب را به عنوان گیاهان مادری طی برنامه‌های اصلاحی فراهم می‌سازد. به عنوان مثال، گیاهان منطقهٔ کجور که اندازهٔ کوچکی دارند می‌توانند در آینده به‌منزلهٔ گیاهان گلدانی گلدار زیبا توسعه یابند. توصیف صفات مورفولوژیکی روشی پذیرفته‌شده برای ثبت ارقام گیاهی است (Badenes *et al.*, 1998). بدین‌منظور، ویژگی‌های مورفولوژیکی گیاهان مورد نظر توصیف و اختلاف آن‌ها با سایر ارقام موجود شرح داده می‌شود. علاوه بر این، اطلاعات حاصل از توصیف صفات مورفولوژیکی خویشاوندان وحشی گیاهان در مراحل بعدی، به متخصصان اصلاح نبات در گزینش صفات مورد نظر از میان این گیاهان کمک می‌کند.

جدول ۲. صفات مطالعه‌شده در آزمایش و دامنهٔ تنوع و ضریب تغییرات آن‌ها

ردیف	نوع صفت	علامت اختصاری	واحد اندازه‌گیری	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
۱	ارتفاع گیاه	PH	سانتی‌متر	۴۶	۱۳۰	۸۱/۹۹	۲۲/۲۵	۲۷/۱۳
۲	تعداد برگ	LN	-	۳۶	۲۱۸	۹۰/۳۷	۴۵/۱۳	۴۹/۹۴
۳	طول برگ	LL	سانتی‌متر	۶/۵	۱۸/۵	۱۱/۵۲	۲/۶۸	۲۳/۲۷
۴	عرض برگ	LW	سانتی‌متر	۰/۸	۲/۱	۱/۴۲	۰/۳۷	۲۶/۱۶
۵	تعداد گل	FN	-	۱	۷	۲/۴۱	۱/۵۲	۶۲/۹۰
۶	طول گل	FL	میلی‌متر	۵۵	۸۷	۷۱/۸۴	۸/۴۸	۱۱/۸۰
۷	میانگین پهنای گل بازشده	FW	میلی‌متر	۳۰	۶۷/۲۰	۵۱/۹۵	۷/۶۶	۱۴/۷۵
۸	طول خامه	SL	میلی‌متر	۳۱	۴۸/۶۶	۴۰/۵۷	۳/۵۱	۸/۶۴
۹	طول بساک	AL	میلی‌متر	۵	۱۲/۶	۷/۹۵	۱/۶۸	۲۱/۱۳
۱۰	طول میله	FL 2	میلی‌متر	۳۱	۵۰	۴۲/۳۵	۴/۸۲	۱۱/۳۷
۱۱	طول کلاله	STL	میلی‌متر	۱/۲۶	۳/۱۴	۲/۱۳	۰/۴۷	۲۲/۰۰
۱۲	طول بلندترین گلپوش خارجی	OTL	میلی‌متر	۵۵	۸۹	۷۲/۶۷	۸/۶۷	۱۱/۹۳
۱۳	تعداد گل بازشده	OFN	-	۰	۶	۱/۷۳	۱/۲۱	۶۹/۶۵
۱۴	تعداد غنچه	BN	-	۰	۳	۰/۳۲	۰/۶۵	۲۰۳/۱۳
۱۵	تعداد گل پیر	SFN	-	۰	۴	۰/۴۹	۱/۰۳	۲۰۹/۸۰
۱۶	قطر ساقه	SD	میلی‌متر	۴۵	۱۳/۳۲	۸/۶۴	۲/۷۴	۳۱/۷۴
۱۷	رنگ انتهای رأس گلپوش‌ها	OTC	-	۱	۵	۱/۲۹	۰/۹۶	۷۴/۰۳
۱۸	رنگ حاشیه برگ	LC	-	۱	۳	۱/۴۴	۰/۸۴	۵۸/۱۹

همبستگی صفات

در این مطالعه، امکان و چگونگی همبستگی میان صفات مختلف با محاسبهٔ ضرایب همبستگی ساده ارزیابی شد. بدین‌منظور، دربارهٔ صفات کمی و کیفی به‌ترتیب از ضرایب همبستگی پیرسون و اسپیرمن استفاده شد. وجود همبستگی معنادار میان صفات نشان‌دهندهٔ ارتباط معنادار میان آن‌هاست و اطلاع از این روابط طی برنامه‌های اصلاحی می‌تواند مفید واقع شود. در بسیاری موارد همبستگی معنادار و زیادی میان صفات مطالعه‌شده مشاهده شد.

بیشترین همبستگی (r=±۰/۹۳۰) مربوط به صفات ارتفاع گیاه و قطر ساقه بود.

به‌طور مشابه، همبستگی زیادی میان صفات ارتفاع گیاه و تعداد برگ در هر بوته (r=۰/۸۸۱)، طول برگ (r=۰/۷۵۶)، تعداد گل (r=۰/۷۰۱) و عرض گل (r=۰/۶۸۰)، تعداد برگ با قطر ساقه (r=۰/۸۶۴)، تعداد گل (r=۰/۷۵۶)، طول میلهٔ پرچم (r=۰/۷۱۸) و عرض گل (r=۰/۶۲۸)، عرض گل با طول آن (r=۰/۶۷۶) و قطر ساقه (r=۰/۶۹۰) و قطر ساقه با طول گلپوش (r=۰/۷۹۷) و طول برگ (r=۰/۷۴۱) وجود داشت.

تجزیه به عامل‌ها

تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های آماری چندمتغیرهٔ کارا در رابطه با مطالعاتی مانند ارزیابی‌های مورفولوژیکی است و یکی از اهداف آن تشخیص صفات پراهمیت‌تر در زمینهٔ تفکیک ژنوتیپ‌های بررسی‌شده است. از سوی دیگر، امکان لینکاژ ژنتیکی یا آثار پلیوتریوپیکی میان مجموعه صفاتی که در این روش تأکید می‌شوند، وجود دارد (Rakonjac *et al.*, 2010). در این روش، تغییرات موجود در متغیرهای اولیه پس از تجزیه با استفاده از تعداد کمتری متغیر که عامل نامیده می‌شوند، توجیه می‌شود و محقق را با تعداد مولفهٔ کمتری نسبت به حجم زیادی از صفات مواجه می‌سازد. بدین ترتیب، میزان واریانس نسبی که به‌وسیلهٔ هر عامل توجیه و به صورت درصد بیان می‌شود، بیانگر اهمیت عامل مذکور در واریانس کل صفات بررسی‌شده است. در این مطالعه، در مجموع ۸۱/۱۳ درصد واریانس کل توسط پنج عامل اصلی که دارای مقادیر ویژهٔ بزرگ‌تر از یک بودند، توجیه شد (جدول ۴). در عامل اول که ۴۰/۰۴ درصد واریانس کل به آن اختصاص داشت، صفات ارتفاع گیاه، تعداد برگ، طول برگ، تعداد گل در بوته، طول بساک، تعداد گل‌های بازشده و قطر ساقه قرار گرفتند. در مقابل، صفات طول غنچه، طول بیرونی‌ترین گلپوش، عرض گل، طول خامه، طول کلاله در عامل دوم قرار گرفتند که ۱۸/۵۸ درصد واریانس کل به آن اختصاص داشت (جدول ۴).

جدول ۳. مقادیر ویژه، درصد واریانس توجیه‌شده و درصد واریانس تجمعی پنج عامل اصلی مطابق نتایج تجزیه به عامل‌ها

فاکتور	مقدار ویژه	درصد واریانس توجیه‌شده	درصد واریانس تجمعی
عامل ۱	۷/۲۱	۴۰/۰۴	۴۰/۰۴
عامل ۲	۳/۳۴	۱۸/۵۸	۵۸/۶۲
عامل ۳	۱/۵۷	۸/۷۳	۶۷/۳۵
عامل ۴	۱/۳۷	۷/۶۲	۷۴/۹۷
عامل ۵	۱/۱۱	۶/۱۶	۸۱/۱۳

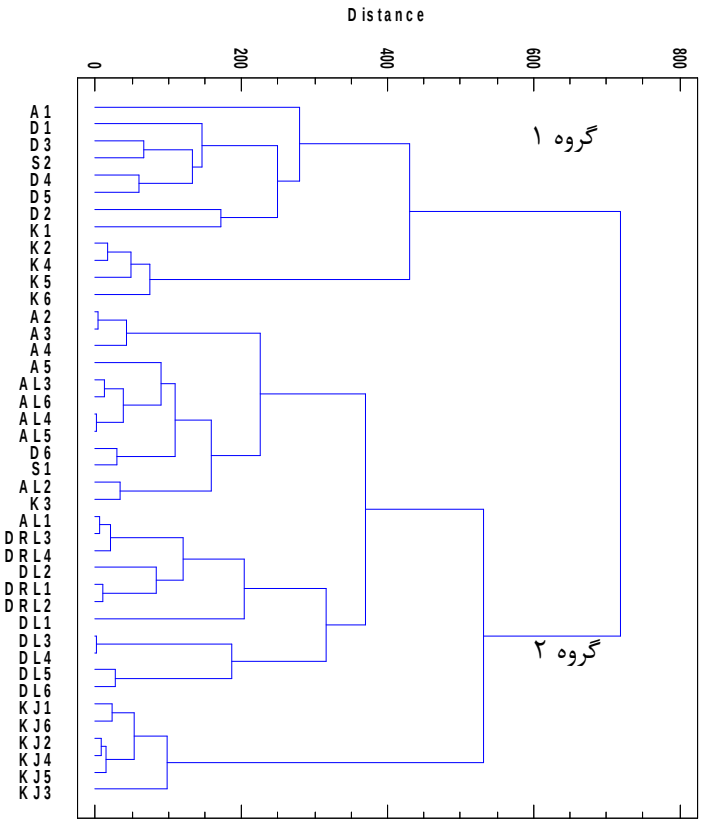
جدول ۴. ضرایب عاملی صفات مطالعه‌شده برای سه عامل اصلی به‌دست‌آمده

نوع صفت	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
ارتفاع گیاه	۰/۷۲۰*	۰/۳۳۸	-۰/۴۳۰
تعداد برگ	۰/۸۱۹	۰/۳۲۹	-۰/۲۱۷
طول برگ	۰/۵۲۱	۰/۱۶۱	-۰/۳۴۶
عرض برگ	۰/۰۴۷	۰/۲۳۷	۰/۱۹۸
تعداد گل	۰/۹۳۴	-۰/۰۲۶	۰/۰۲۸
طول گل	۰/۱۳۳	۰/۹۲۰	-۰/۰۲۳
میانگین پهنای گل بازشده	۰/۴۵۷	۰/۷۰۰	-۰/۳۳۷
طول خامه	۰/۲۲۰	۰/۷۱۵	-۰/۰۷۸
طول بساک	۰/۵۸۶	۰/۴۹۷	-۰/۰۵۵
طول میله	۰/۰۹۹	۰/۸۵۳	۰/۱۸۷
طول کلاله	-۰/۲۵۹	۰/۷۳۳	۰/۲۰۲
طول بلندترین گلپوش بیرونی	۰/۳۲۱	۰/۸۷۵	۰/۰۸۲
تعداد گل بازشده	۰/۷۰۹	۰/۱۶۶	۰/۳۵۲
تعداد غنچه	۰/۱۸۴	۰/۱۵۵	-۰/۰۵۰
تعداد گل‌های پیر	۰/۵۸۱	-۰/۲۸۱	-۰/۲۱۸
قطر ساقه	۰/۷۹۳	۰/۳۴۷	-۰/۲۸۴
رنگ انتهای رأس گلپوش‌ها	-۰/۰۴۰	-۰/۰۰۹	۰/۷۴۵
رنگ حاشیهٔ برگ	-۰/۳۱۵	۰/۲۱۱	۰/۷۲۰

تجزیهٔ کلاستر ژنوتیپ‌ها

از آنجا که گروه‌بندی ارقام یا ژنوتیپ‌ها براساس تعداد زیادی صفت روشی مؤثر در تعیین قرابت‌ها و فواصل ژنتیکی محسوب می‌شود، در این مطالعه به منظور بررسی روابط ژنتیکی و تشخیص گروه‌های موجود میان ژنوتیپ‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ روش تجزیه کلاستر استفاده شد. بدین‌ترتیب، تجزیه کلاستر موجب تشخیص گروه‌های ژنتیکی مختلف شد. در بیشتر موارد،

گیاهان مربوط به جمعیت‌های مختلف در کنار یکدیگر قرار گرفتند به‌طوری‌که می‌توان تا حد زیادی گروه‌های تشکیل‌شده در دندروگرام را منطبق بر منشأ جغرافیایی گیاهان مطالعه‌شده دانست. به‌هرحال، به‌طورکلی تجزیهٔ کلاستر این ژنوتیپ‌ها را به دو گروه عمده تقسیم‌بندی کرد (شکل ۱). اگرچه گروه اول عمدتاً متشکل از گیاهان جمعیت کلاردشت و داماش بود، یکی از گیاهان منطقهٔ اسالم و اردبیل نیز در کنار این گیاهان قرار گرفتند. در میان سایر تفاوت‌ها، این گیاهان به‌طور متوسط از ارتفاع، تعداد و طول برگ، تعداد گل و قطر ساقهٔ بیشتری برخوردار بودند. اعضای این گروه متعاقباً خود به دو زیرگروه تقسیم شدند به‌طوری‌که چهار گیاه منطقهٔ کلاردشت در یک زیرگروه و سایر گیاهان در زیرگروه بعدی قرار گرفتند. گیاهان جمعیت کلاردشت که با یکدیگر طبقه‌بندی شدند به‌طور متوسط نسبت به سایر گیاهان این گروه اصلی تعداد گل پیرشده بیشتر و طول و تعداد گل بازشدهٔ کمتری داشتند. در مقابل، گیاهان سایر جمعیت‌ها به همراه یکی از اعضای منطقهٔ داماش و کلاردشت در قالب گروه دوم طبقه‌بندی شدند. در این گروه که متشکل از ۲۹ ژنوتیپ بود سه زیرگروه تشخیص داده شد که یکی از آن‌ها فقط متشکل از ژنوتیپ‌های منطقهٔ کجور بود (شکل ۱). این گیاهان به‌طور متوسط در اکثر صفات ارزیابی‌شده اغلب در وضعیت پایین‌تری قرار داشتند.

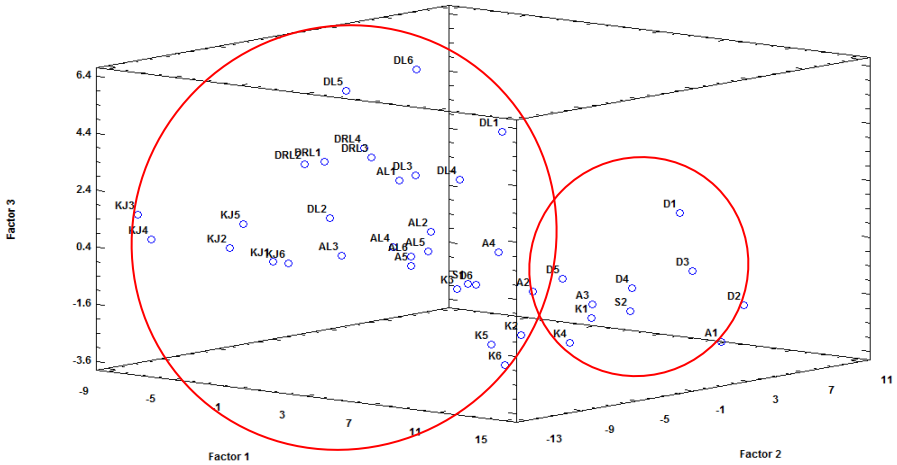


شکل ۱. نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای ژنوتیپ‌های مختلف سوسن چلچراغ براساس ویژگی‌های مورفولوژیکی بر مبنای فواصل اقلیدسی و به روش وارد

تجزیهٔ پلات

تجزیهٔ پلات برمبنای دو یا سه فاکتور اول تصاویر دو یا سه‌بعدی را ایجاد می‌کند؛ به‌طوری‌که ژنوتیپ‌های مطالعه‌شده در سطح آن‌ها پراکنده‌اند. بدین ترتیب، این نوع آنالیز روش دیگری از گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها را بر مبنای دو یا سه فاکتور اصلی که نقش عمده‌ای در تفکیک آن‌ها دارند فراهم می‌کند. در این مطالعه، تجزیهٔ تری‌پلات بر مبنای سه فاکتور اول که ۶۷/۳۵ درصد

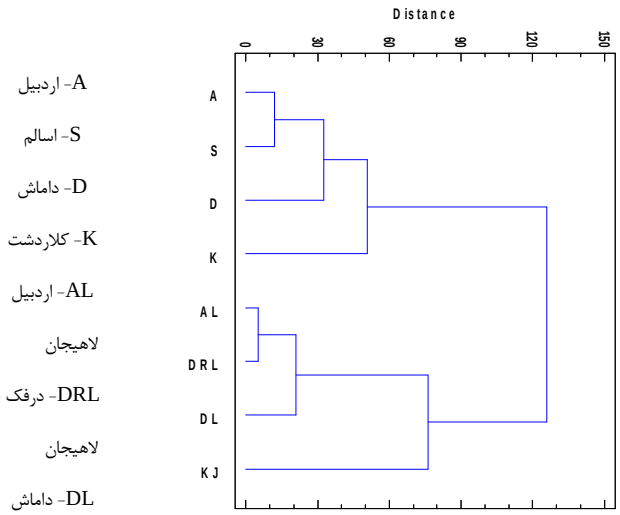
واریانس کل را توجیه کرده بودند، صورت گرفت. بدین‌ترتیب، ژنوتیپ‌های آزمون‌شده در قالب دو گروه و پنج زیرگروه تقریباً مجزا قرار گرفتند که به‌خوبی در اکثر موارد با نتایج حاصل از تجزیهٔ کلاستر مطابقت دارد (شکل ۲).



شکل ۲. نتایج تری‌پلات ژنوتیپ‌های مختلف سوسن چلچراغ براساس سه عامل اصلی

تجزیهٔ کلاستر جمعیت‌های مختلف

به منظور تخمین قرابت‌ها و فواصل ژنتیکی جمعیت‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ، داده‌های حاصل از ارزیابی‌های مورفولوژیک آن‌ها وارد آنالیز کلاستر شد. مطابق نتایج، این گیاهان دو گروه عمده را تشکیل دادند؛ به‌طوری‌که گروه اول شامل گیاهان کشت‌شده درفک، اردبیل و داماش در کنار گیاهان جمعیت کجور و گروه دوم شامل سایر جمعیت‌ها بود (شکل ۳).



شکل ۳. نتایج تجزیهٔ خوشه‌ای جمعیت‌های مختلف سوسن چلچراغ براساس ویژگی‌های مورفولوژیکی بر مبنای فواصل اقلیدسی و به روش وارد

در کنار سایر صفات متمایزکننده اعضای این دو گروه می‌توان به ارتفاع، تعداد برگ، طول برگ، تعداد گل و عرض گل کمتر گیاهان گروه اول اشاره داشت. در گروه دوم دو زیر گروه تشخیص داده شد که یکی از

آن‌ها فقط شامل جمعیت کلاردشت بود. بررسی صفات گیاهان این جمعیت‌ها نشان داد که گیاهان جمعیت کلاردشت به‌طور متوسط از ارتفاع، طول برگ، عرض برگ، تعداد گل‌های پیر و قطر ساقهٔ بیشتر، طول غنچه، طول بیرونی‌ترین تپال، عرض گل، طول کلالهٔ کمتری برخوردار بودند. نکته درخور ملاحظه در این رابطه قرارگیری گیاهان کشت‌شده و خودرو با منشأ یکسان در گروه‌های مختلف است که می‌توان آن را به عواملی چون تأثیر عوامل محیطی بر بروز ویژگی‌های ژنتیکی نسبت داد.

نتیجه‌گیری

سوسن چلچراغ نادرترین گونهٔ گیاه سوسن به‌شمار می‌رود و این گیاه با پتانسیل بالای کاربرد زینتی متأسفانه اکنون در معرض انقراض قرار دارد. مطالعات تنوع ژنتیکی در این گیاه نه تنها اطلاعات مفیدی را دربارهٔ حفظ جمعیت‌های مختلف این گیاه فراهم می‌کند، بلکه همچنین می‌تواند به منظور ارزیابی، جمع‌آوری و کاربرد ژرم پلاسم این گیاه طی برنامه‌های اصلاحی آتی گیاه سوسن مفید واقع شود. بدین‌منظور، در این مطالعه ویژگی‌های اگرومورفولوژیکی گیاهان جمعیت‌های مختلف این گیاه ارزیابی شد و با استفاده از روش‌های آماری چندمتغیرهٔ روابط ژنتیکی درون و بین جمعیت‌های این گیاه تخمین زده شد. علاوه بر تعیین قرابت‌های ژنتیکی، ارزیابی ویژگی‌های اگرومورفولوژیکی این گیاه می‌تواند امکان گزینش گیاهانی با صفات مورد نظر را فراهم سازد. در این مطالعه، ژنوتیپ‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ از نظر صفات مختلف با یکدیگر تفاوت بارزی داشتند که برخی از آن‌ها مانند ارتفاع، تعداد و اندازهٔ گل و یکنواختی زمان گلدهی (که با تعداد غنچه و گل‌های بازشدهٔ یک بوته مشخص می‌شود) از نظر صنعت گلکاری مهم‌اند. بنابراین، گیاهان مذکور می‌توانند به‌منزلهٔ بخشی از خزانهٔ ژنی گیاه سوسن در نظر گرفته شوند. مدت‌های مدیدی است که ویژگی‌های گیاهی مانند نوع سیستم گرده‌افشانی و تکثیر، فرم زندگی، میزان تحمل اکولوژیکی، اندازهٔ جمعیت، جهش، جریان ژنی، مکانیسم انتشار بذر و شرایط محیطی به عنوان عوامل مؤثر بر انتقال مادهٔ وراثتی میان نسل‌ها و تنوع و ساختار ژنتیکی گونه‌های گیاهی شناخته شده‌اند (Chang *et al*., 2007; Gong *et al*., 2010).

بدین‌ترتیب، خودگرده‌افشانی، آمیزش با خویشاوندان نزدیک و تکثیر به روش‌های غیرجنسی نقش مهمی در از دست رفتن تنوع ژنتیکی جمعیت‌ها و کاهش بنیهٔ کلی آن‌ها از طریق فرایند پس‌روی خویش‌آمیزی خواهد داشت (Chang *et al*., 2003; Gong *et al*., 2010). با توجه به اینکه ژنوتیپ‌های جمعیت‌های مختلف گیاه سوسن چلچراغ گروه‌های ژنتیکی یکسانی را تشکیل می‌دهند (شکل ۱ و ۲)، می‌توان نتیجه گرفت که این گیاه از میزان تنوع درون جمعیتی کمتری نسبت به تنوع بین جمعیتی برخوردار است. تنوع درون‌جمعیتی کمتر گیاه سوسن چلچراغ را می‌توان نتیجهٔ عواملی چون تکثیر غیرجنسی و اندازهٔ کوچک و جدایی جغرافیایی جمعیت‌های این گیاه دانست. از آنجا که تنوع ژنتیکی اندک با کاهش قابلیت سازگاری جمعیت‌ها سرعت انقراض آن‌ها را افزایش می‌دهد، راهکارهایی به منظور جلوگیری از این فرایند نیاز است که از جمله می‌توان به حفظ زیستگاه و تقویت جمعیت‌های موجود از طریق واردسازی ژنوتیپ‌های با فاصله ژنتیکی بیشتر اشاره داشت. علاوه بر این، اطلاعات حاصل از این مطالعه می‌تواند همچنین به منظور حفاظت خارج از محل این گیاه نیز از طریق فعالیت‌هایی چون تشکیل بانک بذر و تشکیل کلکسیون با انجام‌دادن فرایند نمونه‌گیری صحیح مفید واقع شود. به‌هرحال، از آنجا که نشانگرهای مورفولوژیکی محدودند و فقط بخش کوچکی از ژنوم را تشکیل می‌دهند و نیز با توجه به تأثیرپذیری این دسته از نشانگرها از شرایط محیطی، استفاده از نشانگرهای در سطح DNA که از دقت و کارآیی بیشتری برخوردارند به منظور تکمیل اطلاعات حاصل از این مطالعه توصیه می‌شود. در این زمینه، اعتقاد بر این است که تخمین فواصل ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای مولکولی همگام با ارزیابی‌های مورفولوژیکی می‌تواند ابزاری قابل اعتماد را در جهت تعیین روابط ژنتیکی فراهم کند (Singh *et al*., 2011).

REFERENCES

1. Badenes, M. L., Martinez-Calvo, J. & Llacer, G. (1998). Analysis of apricot germplasm from the European ecogeographical group. *Euphytica*, 102, 93-99.

2. Bakhshaie, M., Babalar, M., Mirmasoumi, M. & Khalighi, A. (2010). Somatic embryogenesis and plant regeneration of *Lilium ledebourii* (Baker) Boiss., an endangered species. *Journal of Plant Cell, Tissue & Organ Culture*, 102, 229-235.
3. Chang, C. S., Choi, D.Y., Kim, H., Kim, Y.S. & Park, T.Y. (2007). Genetic diversity and mating system of the threatened plant *Kirengeshoma palmata* (Saxifragaceae) in Korea. *Journal of Plant Research*, 120, 149-156.
4. Chang, C. S., Kimi, H. & Park, T. Y. (2003). Patterns of allozyme diversity in several selected rare species in Korea and implications for conservation. *Biodiversity and conservation*, 12, 529-544.
5. Dole, M. & Wilkins, H. F. (1999). *Floriculture*: Principles and Species. Prentice Hall, New Jersey.
6. Gong, W., Gu, L. & Zhang, D. (2010). Low genetic diversity and high genetic divergence caused by inbreeding and geographical isolation in the populations of endangered species *Loropetalum subcordatum* (Hamamelidaceae) endemic to China. *Conservation Genetics*, 11, 2281-2288.
7. Jalii, A. & Jamzad, Z. (1999). Red Data Book of Iran. Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran.
8. Padasht dahkaii, M. N, Khalighi, A, Naderi, R. & Mousavi, A. (2009). Effect of Different Concentrations of Benzyladenine (BA) and Naphthalene Acetic Acid (NAA) in Regeneration of *Lilium ledebourii* (Chelcheragh Lily) with Use of Bulblets Microscales. *Seedling and Seed*, 24, 321-332. (In Farsi)
9. Rabbani, M. A., Iwabuchi, A., Murakami, Y., Suzuki, T. & Takayanagi, K. (1998). Phenotypic variation and the relationships among mustard (*Brassica juncea* L.) germplasm from Pakistan. *Euphytica*, 101, 357-366.
10. Rakonjac, V., Aksic, M. F., Nikolic, D., Milatovica, D. & Colic, S. (2010). Morphological characterization of 'Oblacinska' sour cherry by multivariate analysis. *Scientia Horticulturae*, 125, 679-684.
11. Rechinger, K. H. (1989). *Flora Iranica, Liliaceae* (No. 165). Akademische Druck-u, Verlgsantalt, Graz, Austria, pp. 58-59.
12. Robinson, K. & Firoozababy, E. (1993). Transformation of floriculture crops. *Scientia Horticulturae*, 55, 83-99.
13. Singh, V. K., Upadhyay, P., Sinha, P., Mall, A. K., Jaiswal, S. K., Singh, A., Ellur, R. K., Biradar, S., Sundaram, R. M., Singh, S., Ahmed, I., Mishra, B., Singh, A. K. & Kole, C. (2011). Determination of genetic relationships among elite thermosensitive genic male sterile lines (TGMS) of rice (*Oryza sativa* L.) employing morphological and simple sequence repeat (SSR) markers. *Journal of Genetics*, 90, 11-19.
14. UPOV. (1991). International convention for the protection of new varieties of plants Publication No. 221, E). Geneva, Switzerland.
15. Zhou, S., Ramanna, M. S., Visser, R. G. F. & van Tuyl, J. M. (2008). Analysis of the meiosis in the F1 hybrids of Longiflorum × Asiatic (LA) of lilies (*Lilium*) using genomic *in situ* hybridization. *Journal of Genetics and Genomics*, 35, 687-695.
16. Zhou, T. H., Qian, Z. Q., Li, S., Guo, Z. G., Huang, Z. H., Liu, Z. L. & Zhao, G. F. (2010). Genetic diversity of the endangered Chinese endemic herb *Saruma henryi* Oliv. (Aristolochiaceae) and its implications for conservation. *Population Ecology*, 52, 223-231.