

مطالعه ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریحی جنس *Geranium L.* در ایران

فاطمه حاج‌مرادی^{۱*}، معصومه حاج‌مرادی^۱، مسعود رنجبر^۲، زهرا حاج‌مرادی^۱ و زهرا بقایی فر^۱

^۱ ایران، تهران، دانشگاه پیام نور، گروه زیست‌شناسی

^۲ ایران، همدان، دانشگاه بوعلی سینا، بخش هرباریوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۱/۱۵

چکیده

سرده شمعدانی (*Geranium L.*) با حدود ۴۲۳ گونه از سرده‌های مهم تیره Geraniaceae در جهان محسوب می‌شود. در این مطالعه ۶۸ جمعیت از ۱۰ گونه از سرده *Geranium* در ایران از نظر ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریحی مورد مطالعه قرار گرفتند. داده‌های حاصل از مطالعه‌ی ریخت‌شناسی و گرده‌شناسی توسط نرم افزار MVSP 3.1 مورد آنالیز قرار گرفتند. به منظور مطالعه ریخت‌شناسی در مجموع ۵۸ ویژگی کمی و کیفی در جمعیت‌های مختلف هر گونه مورد بررسی قرار گرفتند. دانه گرده از هر گونه توسط میکروسکوپ نوری بررسی شدند. برای مطالعه تشریحی، ۸ ویژگی در دمگل آذین گونه‌های مختلف سرده *Geranium* بررسی شد. گونه‌های مورد مطالعه بر اساس آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی در هفت گروه و بر اساس آنالیز داده‌های گرده‌شناسی در سه گروه قرار گرفتند. نتایج حاصل از سه نوع داده ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریحی نشان داد در گونه‌های مختلف سرده *Geranium* ارزش داده‌ها در تفکیک گونه‌ها متفاوت است، به طوری که در تفکیک برخی گونه‌ها داده‌های ریخت‌شناسی و در برخی دیگر داده‌های گرده‌شناسی یا تشریحی موثر بودند.

واژه های کلیدی: استولیز، دانه گرده، دمگل آذین، میکروسکوپ نوری، نرم افزار MVSP

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۸۳۱۸۴۴۳۹، پست الکترونیکی: f.hajmoradi@pnu.ac.ir

مقدمه

به دانه) فاقد کرک هستند که از پایین به بالا به صورت دم عقربی به بیرون می‌پیچند (۱۳ و ۲۲). شمال آمریکا با بیش از ۱۵۰ گونه از سرده *Geranium*، مرکز تنوع این سرده محسوب می‌شود (۳). گونه‌های مختلف سرده *Geranium* تقریباً در تمام مناطق ایران رویش دارند. ۱۹ گونه از ۲۵ گونه‌ی گزارش شده در ایران در شمال و ۶ گونه دیگر در مرکز، شمال غرب، شمال شرق و جنوب ایران پراکنش دارند (۱۳). غالب گونه‌های این سرده به زیرسرده *Geranium* تعلق دارند (۴). این سرده در ایران دارای ۲۳ تا ۲۵ گونه یک‌ساله و چندساله در دو زیرسرده و ۸ بخش است (۲۰، ۱۳ و ۲۲). در فلورا ایرانیکا به ۲۲ گونه از سرده *Geranium* اشاره شده است (۲۱). در فلور ایران ۲۵ گونه

سرده *Geranium L.* با حدود ۴۳۰ گونه در جهان یکی از جنس‌های بزرگ تیره شمعدانیان (Geraniaceae) است. گونه‌های سرده *Geranium*، اغلب یک‌ساله، دوساله یا چندساله (در انواع دارای ریشه ضخیم، غده یا ریزوم) هستند. ساقه‌ها به صورت منشعب و در محل گره‌ها دارای تورم هستند. برگ‌ها پنجه‌ای-کنگره‌ای و یا پنجه‌ای شکافته، به ندرت بدون بریدگی، اغلب به صورت متقابل یا متناوب، واجد دم‌برگ، گوشوارک و برگه هستند. گل آذین گزن، کاسبرگ‌ها به تعداد ۵ عدد، گلبرگ‌ها ۵ عدد، پرچم‌ها ۱۰ عدد، تخمدان ۵ خانه‌ای و خامه ۵ قسمتی است. میوه شیزوکارپ، پاربرها از انتها شکوفا و دارای یک دانه، دارای تار یا منقار می‌باشند. سیخک‌ها (زائده متصل

مواد و روشها

مطالعه ریخت‌شناسی: در این مطالعه ۶۸ نمونه هرباریومی متعلق به ده گونه از جنس *Geranium*، به عنوان واحد آرایه‌شناختی عددی یا OTU بررسی شدند. تمام این ده گونه متعلق به دو زیر جنس *Geranium* (بخش‌های *Dissecta*، *Geranium*، *Tuberosa*) و *Robertium* (بخش‌های *Lucida*، *Roberta*) هستند (شکل ۱). این نمونه‌ها با توجه به جمع‌آوری‌های انجام شده و نمونه‌های موجود در هرباریوم دانشگاه بوعلی‌سینا (BASU) انتخاب شدند (جدول ۱). این نمونه‌ها با توجه به جمع‌آوری‌های انجام شده و نمونه‌های موجود در هرباریوم دانشگاه بوعلی‌سینا (BASU) انتخاب شدند (جدول ۱). در زیر به ویژگی‌های ریخت‌شناسی متمایز کننده‌ی این بخش‌ها اشاره شده است (۲۵):

بخش *Lucida*: گیاهانی یکساله، گوشتی و ترد هستند. دارای پوشش کرکی غده‌ای می‌باشند. برگ‌ها در بالا منقسم است. کاسبرگ‌ها در طول ناودار و در مقطع نواری‌اند. گلبرگ‌ها بدون کرک، ناخنک‌دار و در انتها گرد هستند. قاعده گلبرگ‌ها تشکیل نوشجای داده است. میله‌های پرچم بدون کرک بوده و دانه‌گرده زردرنگ است. مریکارپ‌ها نوک‌کند با نوارهای طولی در انتها دارند. نوارها و حاشیه‌ی منفذ دارای ردیف‌هایی از کرک غده‌ای.

بخش *Ruberta*: یکساله، دوساله یا چندساله، گوشتی، و ترد هستند. دارای پوشش کرکی غده‌ای می‌باشند. برگ‌ها در قاعده منقسم هستند. کاسبرگ‌ها راست یا خمیده و گلبرگ‌ها بدون کرک، ناخنک‌دار و در انتها گرد یا صاف می‌باشند. قاعده گلبرگ‌ها تشکیل نوشجای داده است. دارا یا بدون پرچم هستند. میله‌های پرچم بدون کرک است و دانه‌گرده‌ی زرد رنگ دارند. مریکارپ‌ها نواردار، ناوکم و بیش در راس رشد یافته و در انتها نوک‌کند می‌باشند.

از این سرده معرفی شده است (۱۳). Yeo (۲۳) اولین کسی بود که سرده *Geranium* را بر اساس مکانیسم تخلیه بذر به سه زیر جنس شامل *Geranium*، *Erodicidaeae* و *Robertium* (Picard) rovy و (Picard) Yeo ۱۸ بخش طبقه‌بندی کرد (۳، ۱۱ و ۱۷). در نوع دانه پرتابی که مشخصه زیرجنس *Geranium* است یک دانه با حالت انفجاری در اثر خم شدن سیخک به عقب، فعالانه پرتاب می‌شود. در این حالت مریکارپ به ستونک متصل باقی می‌ماند. در نوع برچه پرتابی که مربوط به زیرجنس *Robertium* می‌باشد، خمیدگی سیخک به عنوان نیروی پیش‌راننده عمل می‌نماید اما کل مریکارپ همراه با دانه پراکنده می‌شود درحالی‌که سیخک متصل به ستونک باقی می‌ماند. در نوع *Erodium* که مشخصه‌ی زیرجنس *Erodicidaeae* است، مریکارپ همراه با سیخک ماریچی تا فواصلی کوتاه پراکنده می‌شود. اخیراً تیپ غیرفعال نیز گزارش شده است که در این تیپ دانه به بیرون پرتاب نمی‌شود و در میوه متصل باقی می‌ماند. این تیپ در بخش *Divaricata* گزارش شده است (۱۸). مطالعات پیشین بیانگر اهمیت میوه در طبقه‌بندی سرده *Geranium* است (۷ و ۱۴). داده‌های تشریحی در شناسایی گونه‌های سرده *Geranium* کارآمد هستند (۲۱). برخی مطالعات نیز به ویژگی دانه‌گرده در گونه‌های سرده *Geranium* پرداخته‌اند (۱۴، ۱۵، ۲۰ و ۲۴).

با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در مورد تنوع ریخت‌شناسی در بین گونه‌های سرده *Geranium* و مطالعات محدود پیرامون ویژگی‌های دانه‌گرده و تشریحی در این سرده، در پژوهش حاضر سعی شده تا با استفاده از صفات ریخت‌شناسی، ریزریخت‌شناسی، تشریحی و آنالیزهای آماری داده‌های بدست آمده، روابط بین‌گونه‌ای تاکسون‌های مورد مطالعه‌ی سرده *Geranium* مشخص شود. همچنین میزان کارآمدی داده‌های حاصل از مطالعات ریخت‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی و تشریحی در تفکیک گونه‌ها تعیین گردد.

بخش *Dissecta*: مریکارپ دارای حاشیه‌ای در قاعده که به سمت زائده‌ای کشیده شده است، بعد از شکوفایی قابل دیدن بوده و فاقد سیخک است. مریکارپ‌های خالی معمولا متصل به ستونک می‌مانند. سیخک به یک‌طرف خم می‌شود.

بخش *Tuberosa*: مریکارپ با حاشیه‌ای که به بیرون آویزان است. منافذ آن در زمان قبل از شکوفایی تقریبا افقی می‌شوند. مریکارپ خالی با سیخک متصل به آن، معمولا از ستونک در مرحله ی دوم شکوفایی با سیخک پیچ خورده جدا می‌شود. سیخک قبل از شکوفایی، گاهی فقط در قاعده یا راس پیچ می‌خورد.

بخش *Batrachiodes*: گیاهانی یکساله یا چندساله هستند. دارای کرک‌های غیر غده‌ای نرم (اگرچه کاملا بدون کرک غده‌ای نیست) می‌باشند. کاسبرگ‌ها تقریبا پهن بوده و نوک گلبرگ‌ها چالدار بوده و کاملا ناخنک‌دار نیستند. دانه گرده آبی رنگ است. مریکارپ‌ها در راس نوک تیز یا نوک کند بوده و نواردار هستند (نوارها گاهی ناپدید شده و محدود به ناحیه ی دور از رگه‌ی میانی می‌شوند).

بخش *Geranium*: مریکارپ دارای یک سیخک شاخی شکل در قاعده که بعد از شکوفایی قابل دیدن است. مریکارپ‌های خالی معمولا متصل به ستونک می‌مانند. سیخک به یک‌طرف خم می‌شود.



شکل ۱- نمونه‌های هرباریومی از گونه‌های مورد مطالعه: **A** *G. persicum* **D** *G. dissectum* **C** *G. collinum* **B** *G. pusillum* **E** *G. pyreniacum* **F** *G. lucidum* **J** *G. tuberosum* **I** *G. stepporum* **H** *G. rotundifolium* **G** *G. robertianum*

جدول ۱- آرایه‌های مطالعه شده از سرده *Geranium* در ایران

Species	Locality	Collector and voucher no.	Altitude (m)	Date
subgenus Geranium				
sect. Geranium				
<i>G. rotundifolium</i>	Hamedan province, Tuyserkhan, Khangormoz protected area	Ghahremani, Khosravi & Torkashvand 8028	-	-
<i>G. rotundifolium</i>	Khuzestan province, Ahvaz, Zargan village	Nemati 2028	-	2007.05.11
<i>G. rotundifolium</i>	Zanjan province, Qeydar	Ranjbar & Khalvati 41735	-	2018
<i>G. rotundifolium</i>	Fars province, Noorabad	Ranjbar 31645	950	2012.04.25
<i>G. collinum</i>	West Azerbaijan Province, Urmia, 10 km to Oshnoyeh, after Sangar	Ranjbar 15951	1650	2007.07.04
<i>G. collinum</i>	Mazandaran province, Baladeh, Noor to Amol, 80 km to Amol	Ranjbar 42016	-	2018
sect. Dissecta				
<i>G. dissectum</i>	Lorestan province, Ashtar to Khammam village	Nazari 20067	-	2007.05.18
<i>G. dissectum</i>	Kermanshah province, Harsin	Kordi 16957	-	2007.05.05
<i>G. dissectum</i>	Hamedan province, Nahavand, Sarab Gamasiab	Karamali 20249	-	2007.05.28
<i>G. dissectum</i>	Kurdistan province, Sanandaj	Khademi 20893	-	-
sect. Tuberosa				
<i>G. persicum</i>	Esfahan Province, Golpayegan	Afzali 14137	-	2006.04.05
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Nahavand, Sarab Gyan	Karamali 20078	-	2007.04.28
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 32952	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 32951	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 17271	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Gol Tappeh village	Asadi, Sheikhi & Aravand 20384	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Bahar, Vanian village	Ranjbar 20501	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Bahar, Zagheh village	Ranjbar 20460	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 20350	-	-
<i>G. persicum</i>	West Azarbaijan province, Salmas to Khoy, Ali Bolagh village	Ranjbar 25895	2450	2011.05.20
<i>G. persicum</i>	Zanjan province	Asadi, Sheikhi & Aravand 20924	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Farokhpoor 16994	-	2007.05.10
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 28470	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Heydareh village	Fakhrayi 17079	-	14.04.2007
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 28442	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Hamekasi village	Mosayi & Yosefi 28360	-	2006.04.28
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Hamekasi village	Mosayi & Yosefi 17345	-	2006.05.20
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Imamzadeh Kooh	Ranjbar 28089	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Alvand mountain	Ranjbar 17165	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Razan, Karafs village	Ranjbar 28320	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Tuyserkhan, Khangormoz protected area	Ghahremani, Khosravi & Torkashvand 8202	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province, Kabudrahang	Ranjbar 28319	-	-
<i>G. persicum</i>	Hamedan province	Ranjbar 8351	-	-
<i>G. stepporum</i>	Zanjan province, Tashvir to Zanjan, 65 km to Zanjan, Aras Gangan	Ranjbar 18677	1287	2009.04.30
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province, Abbas Abad	Ranjbar 20374	-	2007.06.07
<i>G. stepporum</i>	Chaharmahal and Bakhtiari Province, Gandman to Yasuj, Cheshmeh Ali area	Ranjbar 23790	2144	2011.04.27
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province	Amirinia 20767	-	2007.05.11
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province, Nahavand, Sarab	Karamali 16927	-	2007.04.27

<i>G. stepporum</i>	Gyan Hamedan province	Ranjbar 17348	-	-
<i>G. stepporum</i>	West Azarbaijan province, Khoi to Chaldoran, Khezerloo village	Ranjbar 26117	1890	2011.05.21
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province, Asadabad, Dibaj village	Ranjbar 17320	-	-
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province, Nahavand, Shaban village	Ranjbar 20330	-	-
<i>G. stepporum</i>	Hamedan, Nahavand, Shaban village	Ranjbar 20027	-	-
<i>G. stepporum</i>	West Azarbaijan province, Mavana to Salmas	Ranjbar 25863	1670	2011.05.19
<i>G. stepporum</i>	Hamedan province, Ekbatan Dam	Ranjbar 32835	1800	-
<i>G. tuberosum</i>	Kurdistan Province, 20 km to Bijar, Takab road (Salavat Abad)	Ranjbar 18347	1872	2009.05.06
<i>G. tuberosum</i>	Kurdistan Province, Srishabad to Bijar, 30 km after Srishabad	Ranjbar 16022	1705	2008.05.01
<i>G. tuberosum</i>	Kamyaran to Sanandaj, 5 km after Kamyaran	Ranjbar 16204	1503	2008.05.01
<i>G. tuberosum</i>	Yasuj to Shiraz, beginning Shiraz road, 135 km to Shiraz	Ranjbar 22248	2000	2010.04.06
<i>G. tuberosum</i>	West Azerbaijan province, the mountains around Bazargan	Ranjbar 26740	1415	2011.05.22
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan to sanandaj, 50 km to Sanandaj	Ranjbar 18553	1730	2009.05.07
<i>G. tuberosum</i>	Qeydar to Zanjan, 55 km to Zakjan, 10 km to Soltanieh	Ranjbar 16881	2100	2007.05.25
<i>G. tuberosum</i>	Sanandaj province	Fatahi Javid 20263	-	-
<i>G. tuberosum</i>	First village after Srishabad to Sanandaj	Ranjbar 15992	-	2007.05.07
<i>G. tuberosum</i>	Sanandaj province	Fatahi Javid 20203	-	1989.05.11
<i>G. tuberosum</i>	Shahr e Kord province, West Mirabad	Ahmadi 20080	-	2007.05.31
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan Province, Hamekasi village	Ranjbar 16076	2035	2008.05.07
<i>G. tuberosum</i>	Kermanshah Province, After Tazehabad	Ranjbar 18186	1281	2009.04.16
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan, 18 km to Razan	Ranjbar 38974	-	2015
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan province, Mahnian to Avaj	Ranjbar 19045	2062	2009.12.05
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan province	Soltani 18170	-	2009
<i>G. tuberosum</i>	Hamedan province, Qahvand	Ranjbar 19840	-	-
<i>G. tuberosum</i>	Ahvaz province, Zargan village	Nemati 20825	-	2007.05.11
<i>G. tuberosum</i>	Kurdestan province, Dehghan	Ranjbar 20176	-	2008.04.09
subgenus <i>Robertium</i>				
sect. <i>Batrachioides</i>				
<i>G. pusillum</i>	Mazandaran province	Jahanian 10080	-	-
<i>G. pyreniacum</i>	Razavi Khorasan Province, Kalat to Mashhad, 65 km to Mashhad	Ranjbar 40745	1182	-
sect. <i>Lucida</i>				
<i>G. lucidum</i>	Hamedan province	Ranjbar 32744	-	2012.03.24
sect. <i>Ruberta</i>				
<i>G. robertianum</i>	Ardabil province, Khalkhal to Ardabil	Ranjbar 34582	-	2013.06.21

آنالیز عددی: برای انجام آنالیزهای آماری چندمتغیره ویژگی‌های کیفی به صورت ویژگی‌های دو یا چند حالتی کدگذاری شدند و برای ویژگی‌های کمی، میانگین اندازه‌گیری‌ها در جمعیت‌های مورد مطالعه استفاده شد (جدول ۲). برای تعیین قرابت گونه‌ها، از نمودار PCO با ضریب Average Distance در نرم افزار MVSP 3.1 استفاده شد.

به منظور مطالعه ریخت‌شناختی گونه‌های مختلف سرده *Geranium* در مجموع ۵۸ ویژگی کمی و کیفی انتخاب شدند (جدول ۲). برای مطالعه ریخت‌شناسی گل، سه تا چهار گل از هر جمعیت جدا و در آب به مدت ۳۰ ثانیه جوشانده شد و بخش‌های مختلف گل شامل مادگی، پرچم، کاسبرگ و گلبرگ از هم باز شدند. این بخش‌ها روی کارت چسبانده شد و برای اندازه‌گیری بعدی مورد استفاده قرار گرفت.

جدول ۲- ویژگی‌های بررسی شده در مطالعه ریخت‌شناسی سرده *Geranium*

No. characters	No. characters	No. characters	No. characters
1. Plant height	17. Cauline leaf segment shape	33. Stem hair length	49. Sepal hair shape
2. Type of root	18. Bract length	34. Stem hair type	50. Stamen hair length
3. Number of gland	19. Bract shape	35. Basal petiole hair density	51. Stamen hair type
4. Gland diameter	20. Pedicle length	36. Basal petiole hair length	52. Mericarp hair length
5. Stipule length	21. Lower peduncle length	37. Basal leaf hair density in adaxial surface	53. Rostrum hair length
6. Stipule width	22. Upper peduncle length	38. Basal leaf hair density in abaxial surface	54. Rostrum hair density
7. Stipule form	23. Calyx length	39. Basal leaf hair length	55. Mericarp hair density
8. Petiole length of basal leaf	24. Calyx width	40. Cauline leaf hair density in adaxial surface	56. Mericarp hair type
9. Number of basal leaf	25. Calyx shape	41. Cauline leaf hair density in abaxial surface	57. Mericarp ornamentation
10. Basal leaf width	26. Calyx apex length	42. Cauline leaf hair length	58. Style hair density
11. Basal leaf shape	27. Petal length	43. Bract hair density	
12. Number of basal leaf segment	28. Petal shape	44. Bract hair length	
13. Basal leaf segment shape	29. Mericarp length	45. Peduncle hair density	
14. Petiole length of cauline leaf	30. Rostrum length	46. Peduncle hair length	
15. Cauline leaf shape	31. Style length	47. Peduncle hair type	
16. Number of cauline leaf segment	32. Stem hair density	48. Pedicle hair shape	

شیار و ضخامت آگزين برای ۱۵ دانه گرده در هر گونه با اوکولر مدرج اندازه‌گیری شد.

مطالعه آناتومی دمگل‌آذین: برای مطالعه آناتومی، از دمگل‌آذین کاملاً رشد یافته از نمونه‌های هرباریومی استفاده شد. در ابتدا نمونه‌ها در محلولی تشکیل شده از آب: گلیسرین: الکل (۷۰ درصد) به نسبت ۱:۱:۱ به مدت چند هفته قرار داده شدند تا نرم شوند. سپس نمونه‌ها در محلول تثبیت کننده حاوی الکل اتیلیک (۷۰ درصد): گلیسرین به نسبت ۱:۱:۱ قرار گرفتند. این بافت‌ها در این تثبیت‌کننده برای مدت طولانی قابل نگهداری هستند. پس از تهیه برش‌ها از بافت‌های نرم گیاهی، به منظور تخلیه کردن محتویات سلولی برش‌ها در آب ژاول به مدت ۳ دقیقه قرار داده شدند، بعد از شستشوی کامل با آب مقطر برای خشتی کردن اثر آب ژاول، از اسید استیک ۱۰ درصد به مدت ۳۰ تا ۶۰ ثانیه استفاده شد. در مرحله سوم پس از شستشوی کامل با آب مقطر، برش‌ها به مدت چند ثانیه در آبی متیل قرار گرفتند، این رنگ باعث رنگ‌آمیزی بافت چوبی می‌شود. پس از شستشو در مرحله نهایی برای رنگ

گرده شناسی: گل‌های جدا شده از نمونه‌های هرباریومی به وسیله انتهای همزن شیشه‌ای مقداری خرد شدند و سپس حدود ۶ میلی‌لیتر محلول استولیز (اسید سولفوریک غلیظ و انیدریک استیک به نسبت حجمی ۱ : ۹) به آن اضافه گردید. نمونه‌ها پس از افزودن محلول استولیز به مدت ۵ دقیقه در بن ماری حرارت داده شدند. در زمان حرارت دادن، محلول مرتب به هم زده شد. سپس لوله‌های آزمایش محتوی محلول فوق با دستگاه سانتریفوژ Hettich مدل D-7200 با ۳۰۰۰ تا ۳۵۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه سانتریفوژ شدند. سپس محلول رویی را دور ریخته و به بقیه آن آب مقطر اضافه شد و مجدداً سانتریفوژ گردید. این کار سه بار تکرار شد. در انتها چند قطره از محلول حاوی گرده روی لام قرار داده شد و بعد از خشک شدن و قراردادن قطره‌ای محلول گلیسرین - ژل روی آن پس از ۲۴ ساعت در زیر میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی‌های مختلف بررسی شد. طول قطبی، قطر استوایی، فاصله دو شیار قطبی، فاصله دو شیار استوایی، طول شیار، عرض

گروه چهارم: جمعیت‌های مختلف سه گونه *G. tuberosum* (فتاحی جاوید 20203، رنجبر 18553، رنجبر 18347، احمدی 20080، رنجبر 20080، رنجبر 19045، نعمتی 20825، فتاحی جاوید 20263، رنجبر 18186، رنجبر 26740، رنجبر 16076، رنجبر 16204، رنجبر 19840، رنجبر 22248، رنجبر 16881، رنجبر 15992، رنجبر 38974، رنجبر 20176، رنجبر 16022 و سلطانی 18170)، *G. persicum* (رنجبر 32952، رنجبر 32951، افصلی 14137، کرمعلی 20078، 8196، رنجبر 28089، رنجبر 8351، موسایی و یوسفی 28360، فخرایی 17079، رنجبر 20501، رنجبر 20460، اسدی، شیخی و آراوند 20924، فرخ پور 16994، قهرمانی، خسروی و ترکاشوند 8202، رنجبر 17348، رنجبر 20350، موسایی و یوسفی 17345، اسدی، شیخی و آراوند 20384، رنجبر 17271، رنجبر 25895، رنجبر 28470، رنجبر 28320، رنجبر 17165، رنجبر 28442 و رنجبر 28319) و *G. stepporum* (رنجبر 20027، کرمعلی 16927، رنجبر 20374، رنجبر 26117، رنجبر 20330، امیری‌نیا 20767، رنجبر 18677، رنجبر 25863، رنجبر 23790، رنجبر 17320 و رنجبر 32835)

گروه پنجم: چهار جمعیت مورد مطالعه از گونه *G. dissectum* (نظری 20067، کرمعلی 20249، خادمی 20893، کردی 16957)

گروه ششم: گونه‌های *G. pyrenaicum* (رنجبر 40745) و *G. pusillum* (جهانیان 10080)

گروه هفتم: تک گونه *G. robertianum* (رنجبر 34582)

مطالعه ریز ریخت‌شناسی دانه گرده: با استفاده از میکروسکوپ نوری دانه‌های گرده گونه‌های مختلف سرده *Geranium* بررسی شدند. دانه‌های گرده گونه‌های مورد مطالعه، کروی و سه‌شیاری هستند. طول قطبی (P)، قطر استوایی (E)، فاصله دو شیار قطبی (A)، فاصله دو شیار استوایی (M)، طول شیار (L)، عرض شیار (D) و ضخامت

آمیزی سلول‌ها با دیواره سلولزی از کارمن زاجی استفاده شد و برش‌ها به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه در این رنگ قرار گرفتند. بعد از انجام مراحل فوق بر روی برش‌ها، بهترین برش انتخاب گردید و با گذاشتن یک قطره گلیسرین بر روی لام اسلاید موقت تهیه گردید. ویژگی‌های تشریحی هر گونه توسط میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی $\times 10$ ، $\times 40$ یا $\times 100$ بررسی شدند. لازم به ذکر است ویژگی‌های تشریحی هر گونه بعد از مطالعه ۱۰ برش از هر نمونه ثبت شده است.

نتایج

مطالعه ریخت‌شناسی: در مطالعه ریخت‌شناسی گونه‌های مختلف سرده *Geranium*، ۵۸ ویژگی کمی و کیفی مورد مطالعه گرفتند (جدول ۲). داده‌های به دست آمده از مطالعه ویژگی‌های مختلف ریخت‌شناختی توسط نرم‌افزار MVSP 3.1 مورد آنالیز قرار گرفتند. در بین آنالیزهای حاصل از نرم‌افزار مورد استفاده، باکس پلات حاصل از آنالیز به روش PCO و با ضریب Average Distance گروه‌بندی بهتری ارائه کردند. لازم به ذکر است که آنالیز PCO بر اساس جمعیت انجام شده است. در کنار اختصار نام گونه‌ها سه رقم انتهایی شماره هر باریومی نیز آورده شده است (شکل ۲).

همان‌طور که در شکل ۲ مشخص شده است، بر اساس نتایج حاصل از آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی گونه‌های سرده *Geranium* در هفت گروه اصلی به شرح زیر قرار گرفتند.

گروه اول: جمعیت‌های مختلف گونه *G. rotundifolium* (قهرمانی، خسروی و ترکاشوند 8028، رنجبر 31645، نعمتی 2028، رنجبر و خلوتی 41735)

گروه دوم: تک گونه *G. lucidum* (رنجبر 32744)

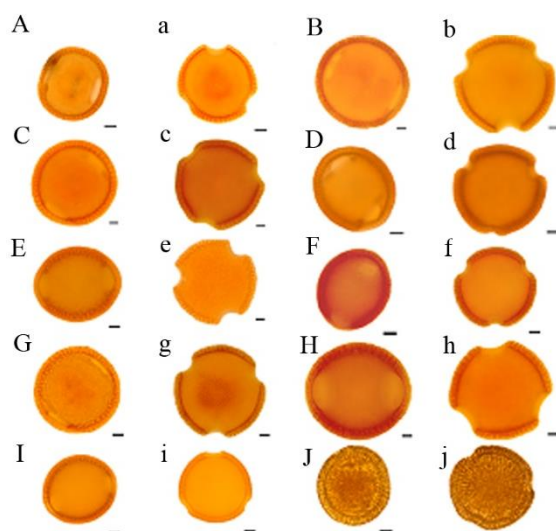
گروه سوم: دو جمعیت گونه *G. collinum* (رنجبر 15951، رنجبر 42016)

گروه ۱: طول قطبی در دانه‌های گرده این گروه بین ۷۹/۴ تا ۱۰۰ میکرون و قطر استوایی بین ۸۳ تا ۱۰۳ میکرون است.

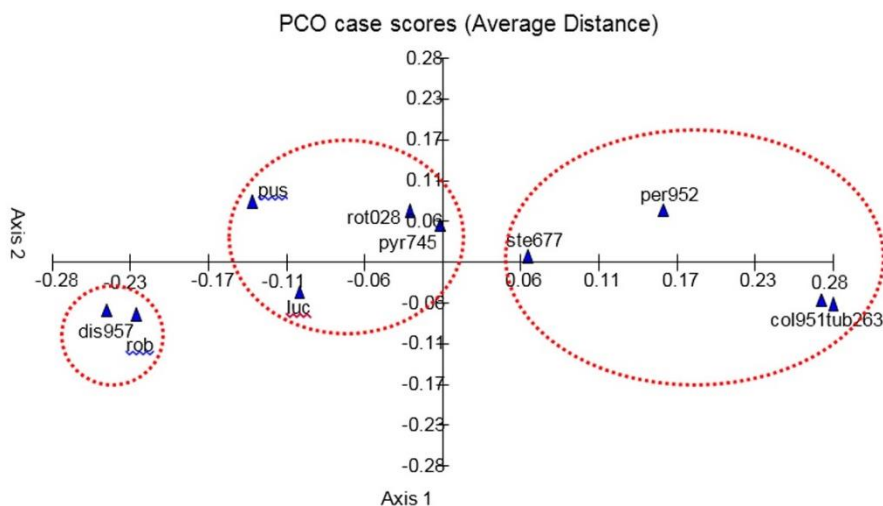
این گروه با طول قطبی و قطر استوایی بزرگ‌تر شامل گونه‌های *G. stepporum*، *G. collinum*، *G. pesicum* و *G. tuberosum* است.

گروه ۲: طول قطبی در دانه‌های گرده این گروه بین ۶۳/۶ تا ۷۵/۸ میکرون و قطر استوایی بین ۶۶/۱ تا ۸۳/۵ میکرون است. این گروه با طول قطبی و قطر استوایی متوسط شامل گونه‌های *G. pusillum*، *G. pyrenaicum* و *G. rotundifolium* است.

گروه ۳: طول قطبی در دانه‌های گرده این گروه بین ۶۱/۸ تا ۶۲/۵ میکرون و قطر استوایی بین ۶۲/۷ تا ۶۵/۵ میکرون است. این گروه با طول قطبی و قطر استوایی کوچک شامل گونه‌های *G. robertianum* و *G. dissectum* است.



شکل ۳- نمای قطبی (حروف بزرگ) و نمای استوایی (حروف کوچک) دانه گرده گونه‌های مختلف سرده *Geranium* با استفاده از میکروسکوپ نوری. A. *G. dissectum* (16957). B. *G. tuberosum* (20263). C. *G. pesicum* (32952). D. *G. pyrenaicum* (40745). E. *Lucidum* (32744). F. *G. rotundifolium* (8028). G. *G. stepporum* (18677). H. *G. collinum* (15951). I. *G. pusillum* (10080). J. *G. robertianum* (34582). (مقیاس = ۱۰ μm).



شکل ۴- گروه‌های فنتیکی حاصل از آنالیز دانه گرده در گونه‌های سرده *Geranium* با استفاده از نرم افزار MVSP

همچنین دانه گرده‌ها را می‌توان بر اساس مقدار میانگین P/E یا اندیس شکل در دو تیپ تقریباً کروی و بیضوی قرار داد (۷). در این تیپ بندی گونه‌های *G. pusillum*، *G. rotundifolium*، *G. stepporum*، *G. collinum* و *G. tuberosum* با داشتن میانگین ≥ 0.95 در P/E قرار گرفتند. میانگین < 0.95 در P/E در گروه دوم قرار گرفتند.

همچنین دانه گرده‌ها را می‌توان بر اساس مقدار میانگین P/E یا اندیس شکل در دو تیپ تقریباً کروی و بیضوی قرار داد (۷). در این تیپ بندی گونه‌های *G. pusillum*، *G. rotundifolium*، *G. stepporum*، *G. collinum* و *G. tuberosum* با داشتن میانگین ≥ 0.95 در P/E قرار گرفتند. میانگین < 0.95 در P/E در گروه دوم قرار گرفتند.

نتایج حاصل از مطالعه آناتومی در گونه‌های مختلف سرده *Geranium*: به منظور مطالعه تشریحی از برش دمگل‌آذین در ده گونه از سرده *Geranium* استفاده شد. در این بررسی حدود ۸ ویژگی تشریحی در هر گونه مطالعه شد (شکل ۵، جدول ۴).

سطح مقطع دمگل‌آذین در گونه *G. dissectum* کم و بیش گرد است. در زیر اپیدرم ۱-۲ لایه بافت استحکامی کلانشیم وجود دارد. بافت پارانشیم در ۳-۵ لایه مشاهده می‌شود و واجد کریستال است. بافت فیبراسکلرانشیم به تعداد ۲-۳ لایه وجود دارد. تعداد دستجات آوندی ۶-۷ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی مغز، کروی شکل هستند و تا حدودی تحلیل رفته‌اند. اپیدرم دارای کرک‌های ساده و ترش‌چی است (شکل A، جدول ۴).

مقطع عرضی دمگل‌آذین در گونه *G. tuberosum* بیضی است. پارانشیم پوست ۱-۶ لایه و واجد کریستال است. در زیر اپیدرم بافت استحکامی کلانشیم قرار دارد. این بافت در ۱-۲ لایه مشاهده می‌شود. بافت فیبراسکلرانشیم ۲-۵ لایه دارد تعداد دستجات آوندی ۷-۹ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی در ناحیه مغز، کروی شکل هستند. روی سطح اپیدرم کرک‌های ساده و ترش‌چی مشاهده می‌گردد (شکل B، جدول ۴).

شکل سطح مقطع دمگل‌آذین در گونه *G. persicum* چهار وجهی است. در زیر اپیدرم بافت استحکامی کلانشیم در ۱ لایه وجود دارد. یاخته‌های پارانشیمی پوست در ۲-۴ لایه مشاهده می‌شوند. این یاخته‌ها فاقد کریستال هستند. بافت فیبراسکلرانشیم در ۴-۵ لایه دیده می‌شود. تعداد دستجات چوب-آبکش ۵-۶ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی ناحیه مغز، کروی شکل هستند. روی اپیدرم کرک ساده مشاهده می‌گردد (شکل C، جدول ۴).

شکل سطح مقطع دمگل‌آذین در گونه *G. lucidum* چهار وجهی است. ۱-۲ لایه کلانشیم در زیر اپیدرم دیده می‌شود. سلول‌های پارانشیم پوست در ۲-۳ لایه و دارای

کریستال هستند. تعداد ۶-۵ دستجات آوندی وجود دارد. ۲-۴ لایه بافت استحکامی در بالای بافت آوند آبکش از نوع فیبراسکلرانشیمی مشاهده می‌شود. یاخته‌های پارانشیمی مغز دیده نمی‌شود. روی اپیدرم کرک‌های ساده مشاهده می‌گردد (شکل D، جدول ۴).

مقطع عرضی دمگل‌آذین در گونه *G. pyrenaicum* بیضی است. ۱-۲ لایه کلانشیم در زیر اپیدرم دیده می‌شود. یاخته‌های پارانشیمی پوست در ۲-۴ لایه مشاهده می‌شود. بافت فیبراسکلرانشیم روی دستجات آوندی دارای ۲-۴ لایه است. تعداد دستجات چوب-آبکش ۷-۸ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی در ناحیه مغز، کروی شکل هستند. روی اپیدرم کرک ساده مشاهده می‌گردد. در لایه‌های پارانشیم کریستال دیده می‌شود (شکل E، جدول ۴).

مقطع عرضی دمگل‌آذین در گونه *G. rotundifolium* سه قسمتی است. در زیر اپیدرم ۱-۲ لایه بافت استحکامی کلانشیم وجود دارد. یاخته‌های پارانشیمی پوست در ۲-۴ لایه مشاهده می‌شوند و واجد کریستال هستند. بافت فیبراسکلرانشیم در ۲-۴ لایه وجود دارد. تعداد دستجات چوب-آبکش ۵-۶ عدد است. یاخته‌های پارانشیم مغز، کروی هستند. سطح اپیدرم کرک‌های ترش‌چی مشاهده می‌شود (شکل F، جدول ۴).

سطح مقطع دمگل‌آذین در گونه *G. stepporum* گرد است. در زیر اپیدرم ۱-۲ لایه کلانشیم وجود دارد. بافت پارانشیم در ۴-۶ لایه مشاهده می‌شود و دارای کریستال هستند. بافت استحکامی فیبراسکلرانشیم در ۴-۶ لایه دیده می‌شود. تعداد دستجات چوب-آبکش ۵-۶ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی مغز کروی شکل هستند. اپیدرم دارای کرک ساده است (شکل G، جدول ۴).

مقطع عرضی دمگل‌آذین در گونه *G. collinum* تا حدودی چهارضلعی، به نظر می‌رسد. ۱-۳ لایه کلانشیم در زیر اپیدرم وجود دارد. بافت پارانشیم در ۴-۶ لایه دیده می‌شود و دارای کریستال هستند. بافت فیبراسکلرانشیم در

لایه است. تعداد دستجات آوندی ۶-۷ عدد است. یاخته‌های پارانشیم مغز، کروی شکل هستند. سطح اپیدرم دارای کرک‌های ترش‌چی است. (شکل J ۵، جدول ۴).

بحث و نتیجه‌گیری

آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی در گونه‌های مورد مطالعه از سرده *Geranium* نشان داد این گونه‌ها توسط ویژگی‌های ریختی کمی و کیفی به خوبی قابل تفکیک می‌باشند (شکل ۲). صفاتی مانند وجود یا عدم وجود غده و ریزوم، شکل برگ‌ها، وجود یا عدم وجود کرک، وضعیت پاربرها و اندازه گل‌ها در شناسایی گونه‌های مورد مطالعه از سرده *Geranium* حائز اهمیت است. Esfandani-Bozchaloyi و همکاران (۱۰)، ۱۳ گونه از سرده *Geranium* را بر مبنای صفات ریخت‌شناسی در دو گروه مختلف قرار دادند. براین اساس گونه‌های *G. persicum*، *G. tuberosum* و *G. stepporum* به علت شباهت‌های ریختی در یک گروه قرار گرفتند.

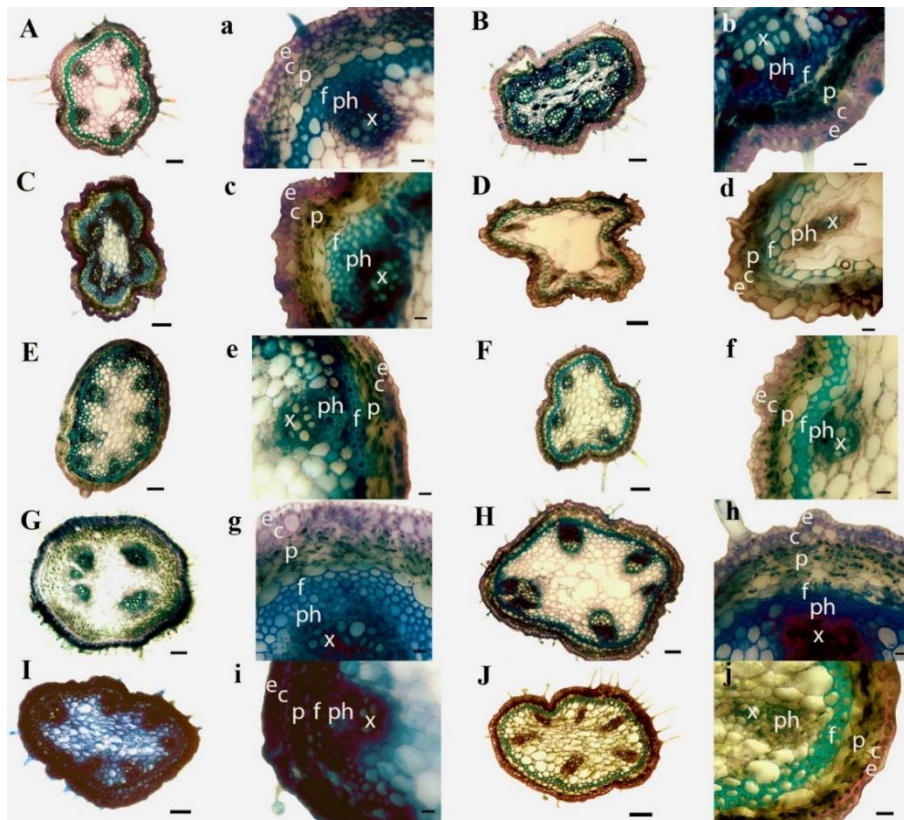
بالای دستجات آوندی دارای ۳-۶ لایه است. تعداد دستجات چوب-آبکش ۵-۶ عدد است. یاخته‌های پارانشیمی مغز کروی شکل بوده و تا حدودی تحلیل رفته‌اند. روی اپیدرم کرک‌های ساده و ترش‌چی دیده می‌شود (شکل H ۵، جدول ۴).

مقطع عرضی دمگل آذین در گونه *G. pusillum*، کم و بیش گرد است. یاخته‌های پارانشیم پوست ۲-۵ لایه و دارای کریستال هستند. در زیر اپیدرم ۱-۲ لایه کلانشیم وجود دارد. در زیر کلانشیم، ۲-۵ لایه فیبراسکرانشیم مشاهده می‌شود. تعداد دستجات آوندی در این گونه ۶-۷ عدد است. یاخته‌های پارانشیم مغز به صورت گرد حضور دارند. اپیدرم دارای کرک‌های ساده و ترش‌چی است (شکل I ۵، جدول ۴).

شکل سطح مقطع دمگل آذین در گونه *G. robertianum* نامنظم است. در زیر اپیدرم ۱-۲ لایه بافت استحکامی کلانشیم مشاهده می‌شود. بافت پارانشیم در ۱-۴ لایه و دارای کریستال دیده می‌شود. بافت فیبراسکلرانشیم ۱-۴

جدول ۴- ویژگی‌های تشریحی دمگل آذین در گونه‌های مورد مطالعه سرده *Geranium*

Taxa	Cross section	Pedicel characters					Trichome	Cavity in pith	Crystal
		No. of collenchyma layer	No. of parenchyma layer	No. of fibr layer	Number of vascular				
<i>G. pyrenaicum</i>	ovate	1-2	2-4	2-4	7-8	non-glandular	-	+	
<i>G. collinum</i>	foursquare	1-3	4-6	3-6	5-6	non-glandular and glandular	±	+	
<i>G. lucidum</i>	irregular	1-2	2-3	2-4	5-6	non-glandular	+	+	
<i>G. pusillum</i>	±circular	1-2	2-5	2-5	6-7	non-glandular and glandular	-	+	
<i>G. dissectum</i>	±circular	1-2	3-5	2-3	6-7	non-glandular	±	+	
<i>G. robertianum</i>	irregular	1-2	1-4	1-4	6-7	glandular	-	+	
<i>G. persicum</i>	pentagonal	1	2-4	4-5	5-6	non-glandular	-	-	
<i>G. rotundifolium</i>	trigular	1-2	2-4	2-4	5-6	glandular	-	+	
<i>G. stepporum</i>	circular	1-2	4-6	4-6	5-6	non-glandular non-glandular	-	+	
<i>G. tuberosum</i>	ovate	1-2	1-6	2-5	7-9	non-glandular and glandular	-	+	



شکل ۵- تصاویر آناتومی دمگل آذین در گونه‌های سرده *Geranium*: A. *G. tuberosum* (20263). B. *G. dissectum* (16957). C. *G. rotundifolium* (8028). D. *G. persicum* (32952). E. *G. lucidum* (32744). F. *G. pyrenaicum* (40745). G. *G. robertianum* (34582). H. *G. stepporum* (18677). I. *G. collinum* (15951). J. *G. pusillum* (10080). مقیاس در نمای کلی: ۱۰۰، در نمای نزدیک ۲۰ میکرومتر). (e. اپیدرم، c. کلانشیم، f. فیبر، ph. فلوم، x. گزیم).

زیرسرده *Geranium* بخش *Geranium* تعلق دارند ولی براساس آنالیز داده‌های ریخت‌شناسی در این مطالعه در دو گروه مجزا قرار گرفتند. *G. collinum* جز گیاهان چندساله و ریزوم دار و *G. rotundifolium* گیاهی یک یا دوساله است. هر یک از سه گونه *G. lucidum*، *G. dissectum* و *G. robertianum* در گروه‌های مجزایی قرار گرفتند. بر اساس طبقه‌بندی Yeo (۲۴)، *G. lucidum* به زیرسرده *Robertium* بخش *Lucida*، *G. dissectum* به زیر سرده *Geranium* بخش *Dissecta* و *G. robertianum* به زیرسرده *Robertium* بخش *Ruerta* تعلق دارند. هر سه این گونه‌ها فاقد ریشه‌های غده‌ای هستند و از لحاظ ریخت‌شناسی تفاوت‌های زیادی بین این گونه‌ها در شکل گلبرگ، تراکم و نوع کرک‌های گیاه و ویژگی‌های پاربرها

مطالعه ما نیز این گروه‌بندی را تایید می‌کند. این گونه‌ها گیاهانی با ریشه غده‌ای هستند و هر سه به زیرسرده *Geranium* بخش *Tuberosa* تعلق دارند. ولی سه گونه *G. collinum*، *rotundifolium* از زیر سرده *Geranium* بخش *Dissecta* در مطالعه Esfandani-Bozchaloyi و همکاران (۱۰) در یک گروه و در این تحقیق در سه گروه مجزا قرار گرفتند. گونه‌های *G. pyrenaicum* و *G. pusillum* به دلیل شباهت در برگ‌ها، گلبرگ‌ها، تراکم کرک‌ها، و ریشه غیرغده‌ای در یک گروه قرار گرفتند. هر دو این گونه‌ها براساس طبقه‌بندی Yeo (۲۵) در زیرسرده *Robertium* بخش *Batrachoides* قرار دارند. گونه‌های *G. collinum* و *G. rotundifolium* به

مطالعه حاضر با بررسی صفات تشریحی در دم‌گل‌آذین ده گونه از سرده *Geranium*، نوع کرک، تعداد دستجات آوندی، وجود یا عدم وجود پارانیشیم مغزی و شکل سطح مقطع را در تفکیک گونه‌ها موثر نشان داد. کرک در مطالعات سیستماتیک مقایسه‌ای و ریخت‌شناسی مقایسه‌ای اهمیت ویژه‌ای دارد (۱۹). داده‌های تشریحی این مطالعه نشان دهنده اهمیت نوع کرک (ساده، تشریحی یا هردو) در تشخیص گونه‌های نزدیک به هم مانند *G. pyrenaicum* و *G. rotundifolium* یا گونه‌های *G. persicum* و *G. tuberosum* مفید می‌باشد. سلیمی پور و همکاران (۲۱) نیز به نقش تراکم کرک در تشخیص این گونه‌ها اشاره کرده‌اند که بیانگر اهمیت این ویژگی در گونه‌های سرده *Geranium* است. پارانیشیم مغزی در اکثر گونه‌ها وجود دارد البته گونه *G. lucidum* فاقد پارانیشیم مغزی بوده و در گونه‌های *G. collinum* و *G. dissectum* پارانیشیم مغزی تا حدودی تحلیل رفته است. Fodorea و Tamas (۱۲) به اهمیت صفاتی مانند تعداد دستجات آوندی، حضور یا عدم حضور اسکلرانیشیم و کریستال‌های اکزالات کلسیم در شناسایی گونه‌های سرده *Geranium* پرداخته‌اند. Kumar (۱۹۷۷) به نقش صفات تشریحی ساقه و گره ساقه در شناسایی گونه‌ها در در راسته‌ی شمعدانی اشاره کرده است. Aedo (۶) به اهمیت وجود یا عدم وجود کریستال و تعداد دستجات آوندی ساقه اشاره کرده است و معتقد است این ویژگی‌ها از صفات مهم در تنوع ژنتیکی این سرده می‌باشند. سلیمی پور و همکاران (۲۰) نشان دادند ویژگی‌های تشریحی ساقه و برگ در ۱۰ گونه از سرده *Geranium* در تشخیص گونه‌های ریزوم‌دار و غده‌دار موثر بودند. نتایج این مطالعه نشان داد اگرچه شباهت‌هایی بین گونه‌های غده‌ای از نظر تشریحی وجود دارد ولی ویژگی‌های تشریحی در دم‌گل‌آذین این گیاهان چندان در جدا کردن گونه‌های غده‌ای از غیر غده‌ای موثر نمی‌باشد. مقایسه تشریح دم‌گل‌آذین با ساقه نشان می‌دهد تعداد لایه‌های کلانشیم در دم‌گل‌آذین کمتر از ساقه است. فیبر در

وجود دارد بنابراین در نتایج حاصل از آنالیز به صورت گروه‌های مجزایی دیده می‌شوند. اگرچه Yeo (۲۶) به وجود هیبریدهای بسیاری در بین گونه‌های این سرده اشاره کرده است ولی در ۶۸ جمعیت مورد بررسی در این مطالعه، گیاهی با ویژگی‌های بینایی دیده نشد.

مطالعه دانه‌گرده در تعدادی از گونه‌های سرده *Geranium* توسط Aedo و همکاران (۵) نشان داد دانه‌گرده گونه *G. dissectum* دارای قطر قطبی $63-79 \mu\text{m}$ و قطر استوایی $62-80 \mu\text{m}$ است. آنها بیان داشتند دانه‌گرده‌های چند ساله نیز مشابه همین گونه است. درحالی‌که مطالعه حاضر نشان داد جمعیت مورد بررسی از گونه *G. dissectum* با داشتن قطر قطبی $44-65 \mu\text{m}$ و قطر استوایی $45-66 \mu\text{m}$ دارای کوچکترین دانه‌گرده می‌باشد. Shehata (۲۳) با بررسی دانه‌گرده در ۱۶ گونه مختلف از تیره شمعدانی به اهمیت صفات گرده در تفکیک سرده‌های تیره شمعدانی پرداخت (۲). اگرچه Deniz و همکاران (۸) بیان داشتند تفاوت قابل ملاحظه‌ای در ویژگی دانه‌گرده در بین بخش‌های مختلف سرده *Geranium* وجود ندارد ولی مطالعه Onsoni و همکاران (۲۰) بیانگر وجود تنوع از نظر دانه‌گرده بین بخش‌های این سرده می‌باشد. تحقیق حاضر نیز با بررسی ریزریخت‌شناسی دانه‌گرده با استفاده از میکروسکوپ نوری وجود تنوع در بین گونه‌های مورد بررسی سرده *Geranium* به ویژه در صفاتی مانند طول قطبی و طول استوایی را نشان می‌دهد. بر همین اساس سه گروه با دانه‌های گرده کوچک، متوسط و بزرگ شناسایی شد. دانه‌گرده‌ها بر اساس نسبت P/E یا اندیس شکل در دو گروه تقریباً گرد و بیضوی قرار گرفتند. گونه‌هایی با دانه‌گرده تقریباً گرد همگی بجز گونه *G. pusillum* (از زیرسرده *Robertium*) به زیرسرده *Geranium* تعلق دارند. دانه‌گرده‌های کشیده‌تر همگی بجز *G. persicum* (از زیرسرده *Geranium*)، متعلق به زیر سرده *Robertium* است.

صفاتی مانند شکل سطح مقطع و تعداد دستجات آوندی در تفکیک این دو گونه مفید است. گونه‌های *G. rotundifolium*، *G. lucidum*، *G. robertianum* و *G. dissectum* بر اساس آنالیز ریخت‌شناسی در گروه‌های جدا قرار دارند اما بر اساس آنالیز دانه‌گرده، دو گونه *G. rotundifolium* و *G. lucidum* همراه با *G. pyrenaicum* و *G. pusillum* در یک گروه قرار گرفته‌اند. بر اساس داده‌های آناتومی دو گونه *G. rotundifolium* و *G. lucidum* تفاوت‌هایی از نظر شکل سطح مقطع، نوع کرک و وجود یا فقدان پارانشیم مغزی با هم دارند. بر اساس آنالیز ریخت‌شناسی نیز شباهتی که تاییدکننده نزدیکی این دو با *G. pyrenaicum* و *G. pusillum* باشد یافت نشد. گونه‌های *G. robertianum* و *G. dissectum* در آنالیز دانه‌گرده در یک گروه قرار گرفته‌اند ولی بر اساس آنالیز ریخت‌شناسی در گروه‌های جداگانه قرار دارند. از نظر صفات تشریحی دو گونه تفاوت‌هایی از نظر شکل سطح مقطع، نوع کرک و پارانشیم مغز نشان دادند. نتایج حاصل از سه نوع داده ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریح دمگل آذین در گونه‌های مختلف سرده *Geranium* نشان داد ارزش هر یک از داده‌ها در تفکیک گونه‌ها متفاوت است. در تفکیک و شناسایی برخی گونه‌ها داده‌های ریخت‌شناسی و در برخی دیگر داده‌های گرده‌شناسی یا تشریحی موثرتر بودند. ارائه این گزارش‌ها برای سایر گونه‌های سرده *Geranium* و در نهایت آنالیز فیلوژنتیک می‌تواند در تعیین روابط درون گونه‌ای و بین گونه‌ای در این سرده بسیار موثر باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان از کلیه حمایت‌های جناب آقای دکتر مسعود رنجبر به جهت ایجاد امکان استفاده از هرباریوم دانشگاه بوعلی سینا جهت انجام این تحقیق و همچنین از دانشگاه پیام نور به جهت حمایت‌های مالی سپاسگزاری می‌نمایند.

دمگل آذین تمام گونه‌های مورد بررسی در این مطالعه پیوسته است درحالی‌که در ساقه گونه‌هایی مانند *G. stepparum*، *G. persicum* و *G. tuberosum* غیر پیوسته است (۲۱). بر اساس گزارش سلیمی پور و همکاران (۲۱)، بلور در ساقه هیچ یک از گونه‌های مورد مطالعه *Geranium* وجود نداشت، درحالی‌که برگ این گونه‌ها به جز *G. persicum* و *G. rotundifolium* واجد بلور بودند. بررسی تشریح دمگل آذین در مطالعه‌ی حاضر بیانگر حضور بلور در تمام گونه‌های مورد بررسی به جز گونه *G. persicum* است.

انطباق داده‌های حاصل از مطالعات ریخت‌شناسی، گرده‌شناسی و تشریحی دمگل آذین در گونه‌های سرده *Geranium* نشان داد، داده‌های گرده‌شناسی نیز در تایید گروه‌بندی ریختی، قرارگیری گونه‌های *G. stepporum*، *G. tuberosum* و *G. persicum* در یک گروه را تایید می‌کند. بر اساس آناتومی نیز اگرچه شباهت‌هایی در این سه گونه یافت می‌شود ولی صفاتی مانند شکل سطح مقطع، وجود کرک ساده در دو گونه *G. persicum* و *G. stepporum* و کرک ساده و ترش‌حی در گونه *G. tuberosum* و عدم وجود کریستال در گونه *G. persicum* در تفکیک و تشخیص این گونه‌ها راه‌گشا است. در مورد *G. collinum*، اگرچه بر اساس آنالیز دانه‌گرده با گونه‌های فوق در یک گروه واقع شده اما بر اساس آنالیز ریخت‌شناسی در گروهی جدا قرار گرفته و از نظر آناتومی نیز تفاوت‌هایی با هم دارند که با توجه به سطح بررسی بیانگر ناتوانی داده‌های دانه‌گرده در جداسازی این گونه و در مقابل اهمیت داده‌های ریخت‌شناسی و آناتومی در شناسایی و تفکیک این گونه است. گونه‌های *G. pyrenaicum* و *G. pusillum* بر اساس آنالیز ریخت‌شناسی و همچنین دانه‌گرده در یک گروه واقع شده‌اند. گونه *G. pyrenaicum* دارای دانه‌های گرده بزرگ‌تری نسبت به گونه *G. pusillum* است. از نظر صفات تشریحی نیز اگرچه شباهت‌های زیادی بین دو گونه دیده می‌شود ولی

منابع

- ۱- بستوه فی‌آبادی، مرضیه، یوسفی، مهدی، میرجلیلی، سید عباس. (۱۳۹۹). بررسی فلوریستیک کوه چوبین در استان چهارمحال و بختیاری. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) (علمی) ۳۳-۳۶۳ (۲) ۳۳.
- ۲- کشاورزی، مریم، تقی پور، الهام، ناظم بکایی، زهرا. (۱۳۹۵). ریخت‌شناسی گرده در گونه‌های *Erodium* (L.) L'Hér (Geraniaceae) در ایران. مجله پژوهش‌های گیاهی (مجله زیست‌شناسی ایران) (علمی) ۸۷۴-۸۸۵ (۴) ۲۹.
- 3- Aedo, C. Muñoz Garmendia, F. and Pando, F. (1998). World Checklist of *Geranium* L. (Geraniaceae). Ann. Jard. Bot. Madrid. 56: 1-42.
- 4- Aedo, C. (2001). Taxonomic revision of *Geranium* sect. *Brasiliensia* (Geraniaceae). Syst. Bot. 26: 205-215.
- 5- Aedo, C. Fiz, O. Alarcon, M.L. Navarro, C. and Aldasoro J.J. (2001). Taxonomic Revision of *Geranium* sect. *Dissecta* (Geraniaceae). Systematic Botany, 30: 533-558.
- 6- Aedo, C. (2007). A new species of *Geranium* sect. *Neoandina* (Geraniaceae) from Colombia. Journal of the Terrey Botanical Society. 134: 534-539.
- 7- Ather, A. Abid, R. and Qaiser, M. (2012). The seed atlas of Pakistan-VII. Geraniaceae. Pakistan J. Bot. 44: 1059-1064.
- 8- Deniz, I., Cirpici, A. and Yildiz K. (2013). Palynological study of the *Geranium* (Geraniaceae) species from the Thrace region (Turkey-in-Europe). Phytologia Balcania 19: 347-355.
- 9- Erdtman, G. (1952). Pollen Morphology and Plant Taxonomy—Angiosperms. Almquist and Wiksell, Stockholm, 539 p.
- 10- Esfandani-Bozchaloyi, S. Sheidai, M. Keshavarzi, M. and Noormohammadi Z. (2018). Species identification and population structure analysis in *Geranium* ssp. *Geranium* (Geraniaceae). Hacquetia 17: 235-246.
- 11- Faghihnia, Gh. and Nasseh, Y. (2002). *Erodium litvinovii* Woron. (Geraniaceae), A new record from Iran, Iran. J. Bot., 9: 177-179.
- 12- Fodorea, C.S. and Tamas, M. (2005). Root, stem and leaf anatomy of *Geranium palustre* Torner Cent. (Geraniaceae). Revista Medico-Chirurgicala A Societatii de Medici si Naturalisti Din Iasi (Iasi) 109: 419-21.
- 13- Janighorban, M. (2009). In Assadi, M. et al. (eds.) Flora of Iran. Geraniaceae. vol. 62. R.I.F.R., Tehran, 136 pp. [In Persian].
- 14- Keshavarzi M. Behzadifar M. & Nazem Bokae Z. (2016). Pollen morphology of some *Geranium* subgenus *Robertium* species of Iran. Modern Phytomorphology 10: 39-45.
- 15- Keshavarzi, M. and Esfandani-Bozchaloyi, S. (2018). Macro- and micro-morphological study of fruits and seeds in the genus *Geranium* (Geraniaceae). Phytotaxa 371: 185-204.
- 16- Kumar A (1977). Studies in Geraniales: 10 the nodal organization, Proceedings of the Indian Academy of Sciences 86: 99-106.
- 17- Mabberley, D.J. (2008). Mabberley's Plant Book, a portable dictionary of plants, their classification and uses. Cambridge University Press, Cambridge, 1021 pp.
- 18- Marcussen, T. and Meseguer, A.S. (2017). Species-level phylogeny, fruit evolution and diversification history of *Geranium* (Geraniaceae). Mol. Phyl. Evol. 110: 134-149.
- 19- Metcalfe, C.R. and Chalk, L. (1988). Anatomy of the dicotyledones. 2 nd ed. Oxford: Clarendon Press.
- 20- Onsori, S. Salimpour, F. and Mazooji, A. (2010). The new record of *Geranium linearilobum* DC. based on anatomy and micromorphological study of pollen and seed, in Iran. J. Plant Sci. Res. 5: 21-30. [In Persian].
- 21- Salimpour, F. Mazooji, A. and Onsori, S. (2009). Stem and leaf anatomy of ten *Geranium* L. species in Iran. Afr. J. Plant Sci. 3: 238-244.
- 22- Schönbeck-Temesy, E. (1970). Geraniaceae. In Rechinger, K.H. (ed.). Flora Iranica 69: 30-58. Akademische Druck, Graz, Austria.
- 23- Shehata, A. (2008). Pollen morphology of Egyptian Geraniaceae: an assessment of taxonomic value. International Journal of Botany 4: 67-76.
- 24- Verhoeven, R. and Venter, H. (1992). Pollen morphology of *Geranium* (Geraniaceae) in southern Africa. S. Afr. J. Bot. 58: 440-447.
- 25- Yeo, P.F. (1984). Fruit discharge Type in *Geranium* (Geraniaceae): Its use in classification and its evolutionary implications. Bot. J. Linn. Soc. 89: 1-36.

26- Yeo, P.F. (2004). The morphology and affinities of *Geranium* sections *Lucida* and *Unguiculata*.

The Linnean Society of London, Botanical Journal of the Linnean Society 144: 409-429.

Morphological, palynological and anatomical study of *Geranium* L. genus (Geraniaceae) in Iran

Hajmoradi F.^{1*}, Hajmoradi M.¹, Ranjbar M.², Hajmoradi Z.¹ and Baghaeifar Z.¹

¹ Dept. of Biology, Payame-Noor University, Tehran, I.R. of Iran

² Dept. of Biology, Herbarium division, Bu-Ali Sina University, Hamedan, I.R. of Iran

Abstract

Geranium L., with about 423 species, is one of the most important genera of the Geraniaceae. In this study, about 67 populations of 10 species of *Geranium* in Iran were studied in terms of morphology, palynology and anatomy. Data from morphological and pollen studies were analyzed by MVSP 3.1 software. For morphological studies, a total of 58 quantitative and qualitative characteristics were studied in different populations of each species. Pollen samples from each species were examined by light microscopy. For anatomical study, 8 traits were studied in pedicel of different species of *Geranium*. The studied species were divided into seven groups based on morphological data analysis and three groups based on palynological data analysis. The results of the three types of morphological, palynological and anatomical data showed that in studied species of *Geranium*, the value of data was different in separating the species. In some species the morphological data and in some others, pollen or anatomical data were effective.

Key words: Acetolysis, MVSP analysis, optical microscope, pedicel, pollen grain