

مطالعه ساختار تشریحی برگ گونه‌های انتخابی از *Scrophularia* L. (تیره گل میمون) در ایران

نسترن بیات* و فریده عطار

دریافت: ۱۳۹۴/۱۱/۱۱ / پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۱۵

هرباریوم مرکزی، قطب تبارزایی موجودات زنده، دانشکده زیست شناسی، پردیس علوم، دانشگاه تهران، تهران

*مسئول مکاتبات: nastaran.bayat@alumni.ut.ac.ir

چکیده. ساختار تشریحی برگ ۳۵ جمعیت متعلق به ۱۸ آرایه از *Scrophularia* L. تحت بررسی قرار گرفت. از بین ۳۹ صفت کیفی و کمی تحت بررسی در برگ، صفاتی نظیر ضخامت پهنک، ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی رگبرگ میانی، طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و تحتانی، ضخامت دیواره اپیدرم تحتانی رگبرگ میانی، ضخامت اپیدرم تحتانی و فوقانی پهنک، تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی، نوع کلانشیم فوقانی رگبرگ میانی و وجود ایدیوبلاست، ارزش آرایه‌شناسی بالاتری در جدایی آرایه‌ها دارند. در نهایت، مقایسه نتایج این مطالعه با طبقه‌بندی (1981) Grau حاکی از آن است که از بین ۱۲ گروهی که او ارائه کرده است، ۴ گروه به واسطه صفات تشریحی تأیید شده و در بقیه موارد هم‌خوانی قابل توجهی بین دو مطالعه مشاهده نمی‌شود.

واژه‌های کلیدی. جنس *Scrophularia*، مطالعات تشریحی برگ، ایدیوبلاست، آرایه‌شناسی، کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی

Leaf anatomical studies on selected species of *Scrophularia* L. (Scrophulariaceae) in Iran

Nastaran Bayat* and Farideh Attar

Received 31.01.2016/ Accepted 05.03.2016

Central Herbarium, Center of Excellence in Phylogeny of Living Organisms, School of Biology, College of Science, University of Tehran, Tehran, Iran

*Correspondent author: nastaran.bayat@alumni.ut.ac.ir

Abstract. In this survey, anatomical characteristics of leaves in 35 populations belonging to 18 taxa of *Scrophularia* have been studied. Among 39 quantitative and qualitative anatomical characters, some have more suitable taxonomic value for differentiation of taxa, such as blade thickness, thickness of upper and lower cuticle of midrib, length of upper and lower palisade parenchyma of blade, thickness of lower epidermis wall of midrib, thickness of upper and lower epidermis of blade, rows of spongy parenchyma of blade, upper collenchyma type of midrib and the presence of idioblast. Finally, comparison of the results of the current study together with Grau's (1981) results confirm the validity of 4 groups out of the 12 groups which he had introduced. As for the remaining groups, no noticeable concordance was found.

Keywords. *Scrophularia*, leaf anatomy, idioblast, taxonomy, Bundle cap

مقدمه

برگی را، در تیره Scrophulariaceae از *Scrophularia* ارائه دادند و در سال 2001 نشان دادند که ایدیوبلاست‌های خالی تک‌سلولی زیراپیدرمی، در هنگام بلوغ، در تیره Scrophulariaceae فقط در *Scrophularia* و *Verbascum* وجود دارد. Makbul و همکارانش (2006) از روش‌های عددی برای توصیف، تشریح و ارزیابی اهمیت آرایه‌شناسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی برگ و ساقه شش‌گونه *Scrophularia* از شمال شرق ترکیه استفاده کردند. در این مطالعه برای تعیین محدوده گونه‌های جنس *Scrophularia* L. و رفع مشکلات آرایه‌شناسی از صفات تشریحی برگ استفاده شده است.

مواد و روش‌ها

مطالعه تشریحی برگ بر روی نمونه‌های شناسایی شده موجود در هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران (TUH) صورت گرفت. اطلاعات مربوط به ۳۵ جمعیت از ۱۸ آرایه تحت بررسی در جدول ۱ آمده است.

به‌منظور انجام مطالعات تشریحی، برگ‌های قاعده‌ای از نمونه‌های هرباریومی جدا شدند. نمونه‌های تحت مطالعه، مدت یک تا سه ماه، جهت نرم شدن بافت‌ها، در محلولی از الکل ۹۶ درصد و گلیسرین به نسبت ۱:۱ قرار داده شدند. سپس برش-گیری با دست از یک‌سوم میانی برگ، با استفاده از تیغ‌های تجاری صورت گرفت. نمونه‌ها برای رنگ‌بری در آب ژاول ۱۰ درصد قرار داده شدند و برش‌ها بعد از چندین بار شست‌شو با آب، برای از بین بردن خاصیت قلیایی آب ژاول، مدت ۳۰ ثانیه در محلول آب اسید (اسید استیک ۵ درصد) قرار داده شدند و سپس چندین بار با آب شسته شدند.

جنس *Scrophularia* L. را که به‌طور عام به آن Figwort گفته می‌شود، اولین بار Linnaeus (1753) شرح داده است. *Scrophularia* جنسی جهان‌گستر، به‌ویژه در نیمکره شمالی است (Hong, 1983) و شامل حدود ۲۰۰ (Fischer, 2004) تا بیش از ۳۰۰ گونه است (Willis, 1973). *Scrophularia* از جمله جنس‌های بزرگ در تیره Scrophulariaceae و متعلق به گروهی بسیار مشکل از نظر آرایه‌شناسی است. این جنس در ایران شامل ۶۰ آرایه چندساله، دوساله و یکساله است و ۲۸ گونه انحصاری در ایران دارد (Attar, 2006).

Attar و همکاران (2011) در مطالعه مقدماتی، رابطه تبارزایی میان گونه‌های اوراسیایی *Scrophularia* را از طریق تحلیل توالی DNA *trnS-trnG* کلروپلاست و قطعه هسته‌ای ITS بررسی کردند. تحلیل‌های تبارزایی حاصل از این اطلاعات (به‌طور جداگانه یا ترکیب‌شده) نشان داد که گونه *S. umbrosa* وسیع‌ترین پراکنش را در اوراسیا دارد. این گونه نخستین شاخه منشعب‌شده در جنس *Scrophularia* است و به‌منزله گروه خواهری برای تمام گونه‌های آسیایی دانسته می‌شود. نمایندگان ایران-تورانی به همراه نمایندگان صحرا-عربی از این جنس، با هم در یک گروه مشاهده می‌شوند.

در محدوده Flora Iranica (Grau, 1981)، از این جنس ۶۰ گونه برای ایران گزارش شده است. این گونه‌ها در ۲۳ گروه قرار داده شده‌اند که مبنای جدایی گونه‌ها آرایش برگ‌های پایینی، نوع گل‌آذین، شکل برگ‌ها و بریدگی‌های آن‌ها، کاسبرگ‌ها، اندازه‌های لب‌های بالایی و پایینی، شکل و اندازه ناپرچی است.

مطالعات تشریحی *Scrophularia* غالباً بر ویژگی‌های برگ آن متمرکز بوده است. اولین شرح مختصر ایدیوبلاست در *Scrophularia* به کوشش Volkens (1887) و سپس Curtis و Matcalfe و Chalk (1950) داده شد. اولین شرح مشخص از ایدیوبلاست‌های زیراپیدرمی

جدول ۱- اطلاعات مربوط به آرایه‌های مورد مطالعه.

Table 1. Information of studied taxa.

Speceis	Collection data
<i>S. kurdica</i> Eig subsp. <i>glabra</i> Grau	Azerbaijan: Orumieh Suluk waterfall; Zamani, Daemi & Fatemi; 11.6.2007; 37871- *TUH
<i>S. kurdica</i> Eig subsp. <i>glabra</i> Grau	Azerbaijan: Silvana, Chalil-Kuh; Zamani, Daemi & Fatemi; 12.6.2008; 38249- TUH
<i>S. nervosa</i> Benth. subsp. <i>nervosa</i>	Markazi: Ca, 40 Km E. OF Shahzand, Kuh-Soorakhe-Khonsar; Akhani; 10.6.1986; 1476-TUH
<i>S. nervosa</i> Benth. subsp. <i>nervosa</i>	Kurdestan: Baneh to Marivan; Zamani, Daemi & Fatemi; 9.5.2007; 37739- TUH
<i>S. amplexicaulis</i> Benth	Tehran: Damavand toward Tar; American-Iranian Botanical Delegation; 24.5.2004; 34086- TUH
<i>S. amplexicaulis</i> Benth	Azerbaijan: Arasbaran: Kalan mountain; Ghahreman, Attar & Hamzehee; 35831- TUH
<i>S. megalantha</i> Rech.f.	Mazandaran: Ramsar, Neydasht; Ghahreman; 4.1989; 8409- TUH
<i>S. megalantha</i> Rech.f.	Road of Ghazvin-Rasht Ghahreman, Aghustin; 15.2.1977; 10620- TUH
<i>S. umbrosa</i> Dumort.	Azerbaijan: Gardaneh Heyran: Haji amir; Attar, Khatamsaz & Sheikh; 21.6.1982; 10628- TUH
<i>S. umbrosa</i> Dumort.	Mazandaran: Kojur: before Chamestan; Ghahreman, Attar & Khatamsaz; 19.6.1997; 20475- TUH
<i>S. oxysepala</i> Boiss	Ardebil: Sardabeh; Ghahreman, Attar & Hamzehee; 10.05.2005; 35316- TUH
<i>S. oxysepala</i> Boiss	Azarbaiejan: Kaleybar, Qole; 'e- Babak; Zamani, Daemi & Fatemi; 10.6.2008; 38237- TUH
<i>S. rostrata</i> Boiss. & Buhse	Gilan: 32Km from Rudbar to Darredasht to Pare-Sar close to Chelk-asar, 7.5.1990; Ghahreman & Mozaffarian; 9577- TUH
<i>S. gaubae</i> Bornm	Mazandaran: pol-e. Zanguleh; Zamani, Daemi & Fatemi; 3.6.2008; 38265- TUH
<i>S. gaubae</i> Bornm	Mazandaran: Nowshahr, Kheyroud forest; Moradi & siadati; 5.5.2009; 40170- TUH
<i>S. elbursensis</i> Bornm.	Mazandaran: road of Chalus: bifurcation of Yoush and Baladeh; Ghahreman, Attar & Khatamsaz; 20.6.1997; 20450- TUH
<i>S. elbursensis</i> Bornm.	Mazandaran: On the road of Kraj to Chalus, 2Km to T unel Kandovan; Attar & Naqinezhad; 18.6.2002; 29126- TUH
<i>S. variegata</i> M.Bieb. subsp. <i>variegata</i>	Khorassan: Ghouchan: Gargaz road; Attar & Mahdigholi; 3.5.1999; 22288- TUH
<i>S. variegata</i> M.Bieb. subsp. <i>variegata</i>	Mazandaran: Deviation road of Baladeh. ca 10km to polezanguleh from Baladeh; Zamani, Daemi & Fatemi; 3.6.2008; 38264- TUH
<i>S. zuvandica</i> Grossh.	Azerbaijan: Kaleybar, Qale'e-Babak; Zamani, Daemi & Fatemi; 9.6.2007; 37870- TUH
<i>S. zuvandica</i> Grossh.	Azerbaijan: Ca. 15km to Marand from Tabriz, Payam village, Mishoo-Dagh Mts; Zamani, Daemi & Fatemi; 11.6.2008; 38242- TUH
<i>S. frigida</i> Boiss. subsp. <i>frigida</i>	Markazi: Emarat Altitudes; 10.7.1986- TUH
<i>S. frigida</i> Boiss. subsp. <i>frigida</i>	Chaharmahal-e Bakhtiari: Shahr-e Kord, Baba-Heidar, Mozaffarian; 1.6.1986; 54827- **TARI
<i>S. deserti</i> Del.	Lorestan: Khorramabad: Cham-Divan; Veiskarami; 20. 5.1999; 24148- TUH
<i>S. deserti</i> Del.	Hamadan: 15km Tuyserkan to; mozaffarian; 11. 5.1988; 64405- TARI
<i>S. pruinosa</i> Boiss	Kurdestan: Ghamishleh; Attar & Okhivat; 27. 3. 2000; 19533- TUH
<i>S. pruinosa</i> Boiss	Esfahan: Freyduh shahr, Vahdadabad village, Mt. Pish-kuh; Attar & Zamani; 24.6.2006; 36222- TUH
<i>S. leucoclada</i> Bunge	Kerman: Jiroft to Bam, Mts of Jebal-e Barez, Dehbakri; Ghahreman, Attar & Mehdiigholi; 29.5.2002; 28630- TUH
<i>S. leucoclada</i> Bunge	Kerman: Baft to Sirjan between Doulatabad and Siruieh; Mozaffarian; 70177- TARI
<i>S. syriaca</i> Benth.	Lorestan: Khorramabad: Veissian; Veisharami; 7.6.1999; 23975- TUH
<i>S. striata</i> Boiss	Yazd; Tarzjan; 15.5.1993; 28145- TUH
<i>S. striata</i> Boiss	Gachsaran: N slope of Khami Mt. Above tol-Tohegah; Mahsegan; 9.8.2009; 35164- TUH
<i>S. striata</i> Boiss	Zanjan: Abhar, Jendsin village; Zamani; 5.2006; 36499- TUH
<i>S. azerbaijania</i> Grau	Ardabil: 35 km to Germe, from Ardabil; Ghahreman, Attar & Hamzehee; 10.5.2005; 35323- TUH
<i>S. azerbaijania</i> Grau	Azarbaiejan: Kaleybar, Qole; 'e- Babak; Zamani, Daemi & Fatemi; 9.6.2007; 37869- TUH

*TUH, Central Herbarium of Tehran University. ** TARI, Research Institute of Forests and Rangelands.

نتایج

آرایه‌هایی که در این مطالعه بررسی شده اند شامل این موارد بودند: *S. kurdica* subsp. *glabra*, *S. amplexicaulis*, *S. nervosa* subsp. *nervosa*, *S. megalantha*, *S. gaubae*, *S. rostrata*, *S. oxysepala*, *S. umbrosa*, *S. variegata* subsp. *variegata*, *S. elbursensis*, *S. deserti*, *S. frigida* subsp. *frigida*, *S. zuvandica*, *S. striata*, *S. syriaca*, *S. leucoclada*, *S. pruinosa* و *S. azerbaijania* (شکل‌های ۱ و ۲).

برای رنگ‌آمیزی نمونه‌ها از روش رنگ‌آمیزی مضاعف و رنگ‌های سبز متیل و قهوه‌ای بیسمارک استفاده شد که بخش‌های چوبی با سبز متیل رنگ می‌گیرند و سبز می‌شوند و بخش‌های سلولزی با قهوه‌ای بیسمارک رنگ می‌گیرند و به رنگ قهوه‌ای درمی‌آیند.

لام‌های تهیه‌شده با استفاده از میکروسکوپ نوری Leitz مدل Wetzlar مجهز به دوربین دیجیتالی Nikon مدل Coolpix S10، عکس‌برداری شدند با استفاده از نرم‌افزار Microstructure Measurement اندازه‌گیری شدند و اطلاعات به دست آمده در جدول‌های ۲ و ۳ گردآوری شد.

پهنک

مزوفیل. در همه گونه‌ها دو نوع بافت پارانشیمی، نردبانی و اسفنجی در پهنک یافت می‌شود. سطح فوقانی همیشه دارای پارانشیم نردبانی و سطح تحتانی دارای پارانشیم نردبانی یا اسفنجی است. با توجه به وجود پارانشیم نردبانی و اسفنجی در سطح تحتانی سه تیپ کلی مزوفیل دیده شد (شکل ۴ - ۱):

الف. پستی-شکمی (Dorsiventral). نوع آرایش پارانشیم در این تیپ نامتقارن است. سطح فوقانی همیشه دارای پارانشیم نردبانی و سطح تحتانی دارای پارانشیم اسفنجی است؛ مانند *S. megalantha*، *S. umbrosa*، *S. oxyspala* و غیره.

ضخامت پهنک. بیشترین ضخامت پهنک در *S. syriaca* (۴۸۰ میکرومتر) و کمترین ضخامت پهنک در *S. megalantha* (۶۸ میکرومتر) اندازه‌گیری شد (شکل ۲ - ۱۶، ۴ و شکل ۳ - ۲).

ضخامت اپیدرم. کمترین ضخامت در اپیدرم فوقانی و تحتانی در *S. megalantha* (۱۵ میکرومتر و ۱۲ میکرومتر) دیده شد و بیشترین ضخامت در اپیدرم فوقانی و تحتانی در *S. gaubae* (۷۱ میکرومتر) و *S. syriaca* (۵۴ میکرومتر) اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- صفات کمی تشریحی برگ.

Table 2. Leaf anatomy quantitative characters.

Taxa	MTh: µm	ThUCuM: µm	ThLCuM: µm	ThLEWM: µm	ThUCM: µm	ThLCM: µm	RUCM	RLCM
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 37871	319.00	5.45	4.27	5.75	44.33	126.23	2.00	1L,4A
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 38249	436.39	3.35	3.28	10.32	36.83	146.16	2.00	1L,4A
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 1476	341.99	2.59	2.29	7.72	16.77	19.14	1.00	1.00
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 37739	214.62	1.37	2.25	6.10	20.85	21.45	1.00	1.00
<i>S. amplexicaulis</i> - 34086	266.78	4.32	3.48	9.06	-	24.20	0.00	1.00
<i>S. amplexicaulis</i> - 35831	235.58	2.02	2.41	6.07	-	21.24	0.00	1.00
<i>S. megalantha</i> - 8409	312.07	1.57	1.30	3.16	-	23.77	0.00	1.00
<i>S. megalantha</i> - 10620	371.79	1.61	1.27	3.91	30.03	19.12	1.00	1.00
<i>S. umbrosa</i> - 10628	436.39	2.21	2.62	6.27	-	22.89	0.00	1.00
<i>S. umbrosa</i> - 28715	409.60	2.85	2.83	7.62	-	28.05	0.00	1.00
<i>S. oxyspala</i> - 35316	297.03	2.01	1.74	5.04	-	14.33	-	1.00
<i>S. oxyspala</i> - 38237	332.13	1.90	1.87	5.57	-	-	-	-
<i>S. rosata</i> - 9577	1097.59	2.42	2.37	3.67	-	60.69	-	2L,2A
<i>S. gaubae</i> - 38265	490.54	2.78	2.57	7.54	-	17.18	-	1.00
<i>S. gaubae</i> - 40170	551.01	2.72	2.41	8.21	32.47	18.22	1.00	1.00
<i>S. elbursensis</i> - 20450	323.89	3.78	4.10	9.73	28.06	27.68	1.00	1.00
<i>S. elbursensis</i> - 29126	273.34	2.73	2.66	3.67	22.43	21.70	1.00	1.00
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 22288	225.73	3.23	3.56	7.28	16.80	14.47	1.00	1.00
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 38264	221.52	4.82	4.42	7.70	22.96	19.09	1.00	1.00
<i>S. zuvandica</i> - 37780	239.27	3.41	3.00	4.39	18.83	12.73	1.00	1.00
<i>S. zuvandica</i> - 38242	361.40	5.23	4.03	7.30	35.27	26.34	1_2	1.00
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 10633	289.10	2.78	2.55	10.60	-	18.90	-	1.00
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 54827	249.08	3.86	3.97	8.92	23.16	15.85	1.00	1.00
<i>S. deserti</i> - 24148	327.03	3.10	2.48	9.19	17.24	14.26	1.00	1.00
<i>S. deserti</i> - 64405	254.03	4.41	2.98	13.33	23.42	16.78	1.00	1.00
<i>S. pruinosa</i> - 19533	353.38	3.86	3.45	8.37	33.16	27.48	1.00	1.00
<i>S. pruinosa</i> - 36222	545.07	4.13	4.87	7.00	74.30	13.16	1.00	1.00
<i>S. leucoclada</i> - 28630	357.37	2.06	1.97	11.18	-	13.16	0.00	1.00
<i>S. leucoclada</i> - 70177	352.72	3.92	4.25	11.44	-	20.43	0.00	1.00
<i>S. syriaca</i> - 43749	407.63	7.83	4.15	11.82	32.65	30.18	1.00	1.00
<i>S. striata</i> - 28145	291.58	4.07	3.47	8.94	-	12.44	0.00	1.00
<i>S. striata</i> - 35164	283.22	3.96	3.85	7.48	28.39	25.27	1.00	1.00
<i>S. striata</i> - 36499	324.50	3.73	3.78	7.46	19.19	12.77	1.00	1.00
<i>S. azerbaijanica</i> - 35323	261.23	4.95	4.89	11.52	39.19	15.58	2.00	1.00
<i>S. azerbaijanica</i> - 37869	543.25	4.93	4.95	12.20	28.54	22.31	1.00	1.00

Abbreviations: MTh: µm, Midrib Thickness; Th(L)CuM: µm, Thickness of upper (lower) cuticle of midrib; ThLEWM: µm, Thickness of lower epidermis wall of midrib; ThU(L)CM: µm, Thickness of upper (lower) collenchyma of midrib; RU(L)CM, Rows of upper (lower) collenchyma of midrib.
L, Lamellar; A, Angular.

ادامه جدول ۲.

Table 2. (Continued)

Taxa	BTh: μm	ThUEB: μm	ThLEB: μm	ThSPB: μm	RSPB	LUPPB: μm	LLPPB: μm	ABH: °
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 37871	143.24	24.71	18.83	59.83	3_4	58.09	-	140-145
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 38249	126.43	25.22	15.80	51.36	3_5	51.29	-	115-120
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 1476	187.74	28.77	26.82	47.01	3_4	64.27	-	160.00
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 37739	164.28	23.42	17.80	54.61	3_4	60.17	-	70.00
<i>S. amplexicaulis</i> - 34086	167.84	20.05	16.64	-	-	45.89	43.60	95.00
<i>S. amplexicaulis</i> - 35831	166.02	26.53	19.63	50.22	3_4	53.03	-	73-80
<i>S. megalantha</i> - 8409	68.25	15.61	11.71	27.44	3.00	26.77	-	160-170
<i>S. megalantha</i> - 10620	94.17	14.96	16.41	36.35	3.00	49.61	-	150-153
<i>S. umbrosa</i> - 10628	168.64	29.70	27.20	54.60	3.00	74.58	-	75-95
<i>S. umbrosa</i> - 28715	216.26	28.58	20.78	83.94	3_4	73.44	-	115-135
<i>S. oxysepala</i> - 35316	111.03	28.75	17.31	26.43	3.00	49.78	-	85.00
<i>S. oxysepala</i> - 38237	137.89	23.78	18.86	34.66	3_4	66.16	-	80-95
<i>S. rostrata</i> - 9577	256.02	37.55	24.93	65.54	3_4	117.74	-	180.00
<i>S. gaubae</i> - 38265	366.60	70.67	32.80	106.95	4.00	140.79	-	120.00
<i>S. gaubae</i> - 40170	222.01	38.42	22.77	99.33	4_5	128.96	-	20.00
<i>S. elbursensis</i> - 20450	318.01	39.88	25.00	147.16	4_5	201.73	-	70.00
<i>S. elbursensis</i> - 29126	166.12	23.07	16.44	76.64	3_4	133.20	-	28.00
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 22288	149.82	28.56	15.33	65.27	3_4	110.28	-	110.00
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 38264	242.85	21.84	15.72	121.37	4_5	166.47	-	40.00
<i>S. zuvandica</i> - 37780	214.36	22.97	18.72	62.21	3.00	79.81	-	105.00
<i>S. zuvandica</i> - 38242	365.94	37.24	20.69	-	-	144.89	103.18	70.00
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 10633	150.42	24.68	19.18	46.37	2.00	62.42	-	120.00
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 54827	164.54	32.22	19.73	62.64	3_4	72.00	-	135.00
<i>S. deserti</i> - 24148	248.87	28.21	22.69	125.36	4_5	98.87	-	180.00
<i>S. deserti</i> -64405	248.30	46.26	37.75	-	-	146.61	111.08	180.00
<i>S. pruinosa</i> - 19533	303.67	38.42	23.69	-	-	169.45	118.84	120.00
<i>S. pruinosa</i> - 36222	228.32	40.28	22.94	61.44	3_4	89.08	-	180.00
<i>S. leucoclada</i> - 28630	337.71	19.61	16.60	-	-	142.56	103.20	160.00
<i>S. leucoclada</i> - 70177	254.56	45.31	41.34	-	-	153.00	111.23	160.00
<i>S. syriaca</i> - 43749	479.58	54.27	54.11	-	-	176.67	150.87	110.00
<i>S. striata</i> - 28145	270.01	38.69	25.75	-	-	172.74	96.35	145.00
<i>S. striata</i> - 35164	311.23	45.08	33.12	108.72	3_4	151.37	-	140.00
<i>S. striata</i> - 36499	244.33	35.83	39.03	-	-	142.04	94.21	115.00
<i>S. azerbaijanica</i> - 35323	264.50	47.59	34.37	-	-	89.73	70.43	95.00
<i>S. azerbaijanica</i> - 37869	286.32	45.06	33.57	-	-	176.33	95.24	140.00

Abbreviations: BTh: μm , Blade thickness; ThU(L)EB: μm , Thickness of upper (lower) epidermis of blade; ThSPB: μm , Thickness of spongy parenchyma of blade; RSPB, Rows of spongy parenchyma of blade; LU(L)PPB: μm , Length of upper (lower) palisade parenchyma of blade; ABH: °Angle between two halves of the blade.

جدول ۳- صفات کیفی تشریحی برگ.

Table3. Leaf anatomy qualitative characters.

Taxa	MSh	UCM	UCTyM	LCM	LCTyM	BCTy	MTy	Id
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 37871	Orb	+	L	+	L,A	C	D	+
<i>S. kurdica</i> subsp. <i>glabra</i> - 38249	Pnt	+	L	+	L,A	C	D	-
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 1476	Seorb	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. nervosa</i> subsp. <i>nervosa</i> - 37739	Seorb	+	L	+	L	C	D	+
<i>S. amplexicaulis</i> - 34086	Orb	-	-	+	L	C	D	-
<i>S. amplexicaulis</i> - 35831	Orb	-	-	+	L	C	D	-
<i>S. megalantha</i> - 8409	Orb	-	-	+	L	C	D	+
<i>S. megalantha</i> - 10620	Orb	+	L	+	A	C	D	+
<i>S. umbrosa</i> - 10628	Obov	-	-	+	L	C	D	+
<i>S. umbrosa</i> - 28715	Obov	-	-	+	L	C	D	-
<i>S. oxysepala</i> - 35316	Obov	-	-	+	L	C	D	-
<i>S. oxysepala</i> - 38237	Obov	-	-	-	-	C	D	-
<i>S. rosrata</i> - 9577	Ovt	-	-	+	L,A	C	D	-
<i>S. gaubae</i> - 38265	Re	-	-	+	L	C	D	-
<i>S. gaubae</i> - 40170	Ovt	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. elbursensis</i> - 20450	Orb	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. elbursensis</i> - 29126	Re	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 22288	Obl	+	L	+	L	C	D	+
<i>S. variegata</i> subsp. <i>variegata</i> - 38264	Re	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. zuvandica</i> - 37780	Re	+	L	+	L	C	D	+
<i>S. zuvandica</i> - 38242	Obl	+	L	+	L	C	IS	+
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 10633	Seorb	-	L	+	L	S	D	-
<i>S. frigida</i> subsp. <i>frigida</i> - 54827	Seorb	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. deserti</i> - 24148	Obl	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. deserti</i> - 64405	Obl	+	L	+	L	C	I	+
<i>S. pruinosa</i> - 19533	Seorb	+	L	+	L	C	I	+
<i>S. pruinosa</i> - 36222	Seorb	+	L	+	L	C	D	+
<i>S. leucoclada</i> - 28630	Re	-	-	+	L	C	IS	+
<i>S. leucoclada</i> - 70177	Re	-	-	+	L	S	IS	+
<i>S. syriaca</i> - 43749	Ovt	+	L	+	L	C	IS	+
<i>S. striata</i> - 28145	Ovt	-	-	+	L	C	IS	-
<i>S. striata</i> - 35164	Ovt	+	L	+	L	C	D	-
<i>S. striata</i> - 36499	Seorb	+	L	+	L	C	IS	-
<i>S. azerbaijanica</i> - 35323	Re	+	L	+	L	C	IS	-
<i>S. azerbaijanica</i> - 37869	Re	+	L	+	L	C	IS	-

Abbreviations: MSh, Midrib shape; UCM, Upper collenchyma of midrib; UCTyM, Upper collenchyma type of midrib; LCM, Lower collenchyma of midrib; LCTyM, Lower collenchyma type of midrib; BCTy, Bundle cap type; MTy, Mesophyll type; Id, Idioblast.
Obl, Oblong; Orb, Orbicular; Seorb, Semiorbicular; Pnt, Pentagon; Ovt, Ovate; Obov, Obovate; Re, Reniform. L, Lamellar; A, Angular; C, Collenchymatous parenchyma; S, Sclerenchyma; I, Intermediate; Iso, Isolateral; D, Dorsiventral.

۲۷ میکرومتر) و *S. amplexicaulis* (۴۴ میکرومتر) و بیشترین طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و تحتانی مربوط به *S. elbursensis* (۲۰۲ میکرومتر) و *S. syriaca* (۱۵۱ میکرومتر) بود.

ضخامت و تعداد لایه های پارانشیم اسفنجی. کمترین ضخامت پارانشیم اسفنجی مربوط به *S. oxysepala* (۲۶ میکرومتر) و بیشترین ضخامت پارانشیم اسفنجی مربوط به *S. elbursensis* (۱۴۷ میکرومتر) بود. کمترین لایه پارانشیم اسفنجی مربوط به *S. frigida* subsp. *frigida* با دو لایه و بیشترین لایه پارانشیم اسفنجی مربوط به *S. elbursensis*، *S. kurdica* subsp. *glabra*، *S. gaubae*، *S. deserti* و *S. variegata* subsp. *variegata* با پنج لایه بود.

ب. ایزولاترال (Isolateral). نوع آرایش پارانشیم در این تیپ متقارن است. سطح فوقانی همیشه دارای پارانشیم نردبانی و سطح تحتانی دارای پارانشیم نردبانی است؛ مانند *S. leucoclada*، *S. syriaca*، *S. azerbaijanica* و غیره.

پ. حد واسط (Intermediate). نوع آرایش پارانشیم در این تیپ نامتقارن است. سطح فوقانی همیشه دارای پارانشیم نردبانی و سطح تحتانی هم دارای پارانشیم نردبانی و هم دارای پارانشیم اسفنجی است؛ مانند *S. amplexicaulis*، *S. deserti* و *S. pruinosa*.

طول سلول‌های پارانشیم نردبانی. کمترین طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و تحتانی مربوط به *S. megalantha*

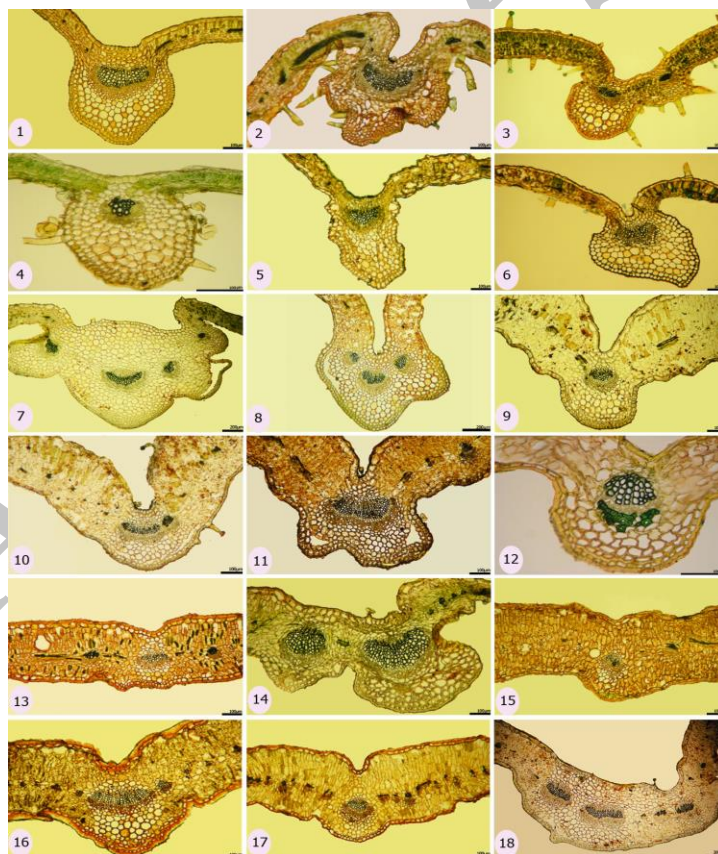
رگبرگ میانی

ضخامت رگبرگ میانی. بیشترین ضخامت رگبرگ میانی در *S. rostrata* (۱۰۹۸ میکرومتر) و کمترین ضخامت رگبرگ میانی در *S. nervosa* subsp. *nervosa* (۲۱۵ میکرومتر) اندازه‌گیری شد (شکل ۱-۷، ۲).

زاویه ایجاد شده بین دو بخش پهنک و رگبرگ میانی. زاویه ایجاد شده بین دو بخش پهنک و رگبرگ میانی از یک گونه به گونه دیگر متفاوت بود. کمترین زاویه در *S. gaubae* (۲۰۰) و بیشترین زاویه در *S. rostrata* و *S. deserti* (۱۸۰) دیده شد (شکل ۱-۷، ۸، ۱۳، ۱۴).

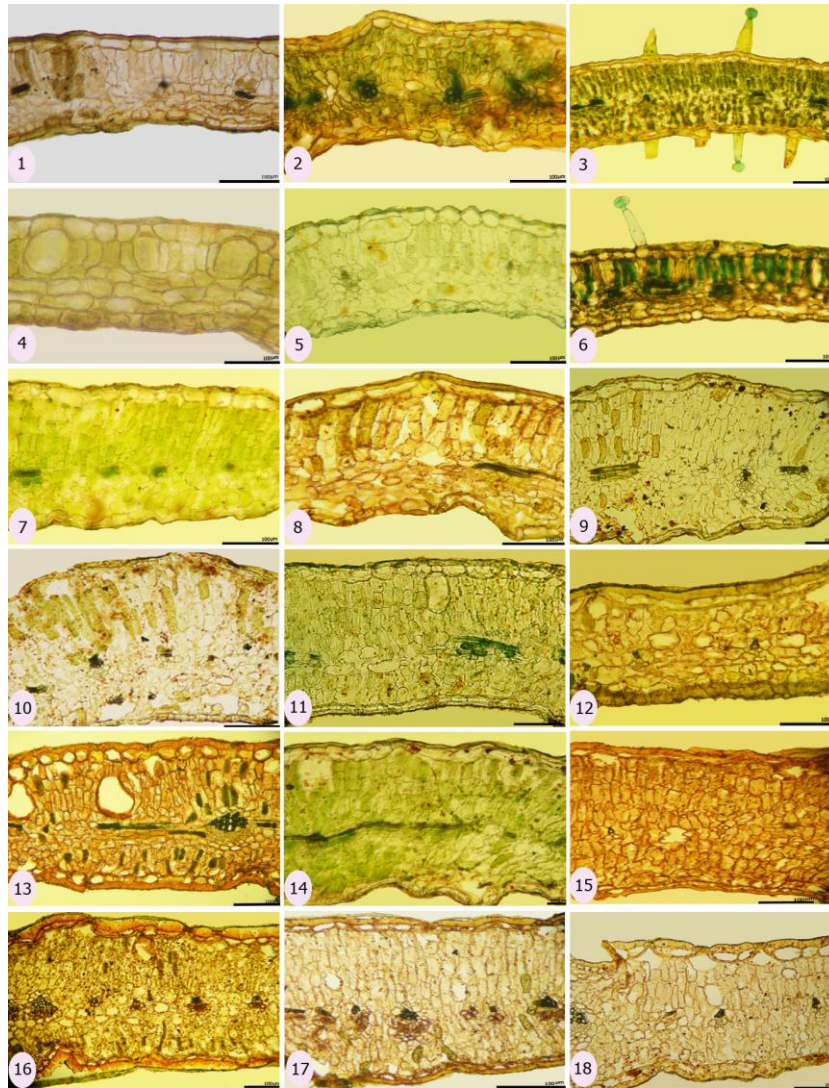
نمای کلی برش عرضی رگبرگ میانی. شش شکل دایره، نیم‌دایره، تخم‌مرغی، تخم‌مرغی واژگون، کلیوی و مستطیلی در بین گونه‌های مختلف نمایان بود (شکل ۱).

ضخامت کوتیکول. کمترین ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی مربوط به *S. nervosa* subsp. *nervosa* (۱/۳۷ میکرومتر) و *S. megalantha* (۱/۲۷ میکرومتر) و بیشترین ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی مربوط به *S. syriaca* (۷/۸۳ میکرومتر) و *S. azerbaijanica* (۴/۹۵ میکرومتر) بود.



شکل ۱- رگبرگ میانی. (۱) *S. kurdica* subsp. *glabra*، (۲) *S. nervosa* subsp. *nervosa*، (۳) *S. amplexicaulis*، (۴) *S. megalantha*، (۵) *S. umbrosa*، (۶) *S. oxysepala*، (۷) *S. rostrata*، (۸) *S. gaubae*، (۹) *S. elbursensis*، (۱۰) *S. variegata* subsp. *variegata*، (۱۱) *S. zuvandica*، (۱۲) *S. frigida* subsp. *frigida*، (۱۳) *S. deserti*، (۱۴) *S. pruinosa*، (۱۵) *S. leuoclada*، (۱۶) *S. syriaca*، (۱۷) *S. striata*، (۱۸) *S. azerbaijanica*.

Fig. 1. Midrib. (1) *S. kurdica* subsp. *glabra*, (2) *S. nervosa* subsp. *nervosa*, (3) *S. amplexicaulis*, (4) *S. megalantha*, (5) *S. umbrosa*, (6) *S. oxysepala*, (7) *S. rostrata*, (8) *S. gaubae*, (9) *S. elbursensis*, (10) *S. variegata* subsp. *variegata*, (11) *S. zuvandica*, (12) *S. frigida* subsp. *frigida*, (13) *S. deserti*, (14) *S. pruinosa*, (15) *S. leuoclada*, (16) *S. syriaca*, (17) *S. striata*, (18) *S. azerbaijanica*.



شکل ۲- پهنک. (۱) *S. kurdica* subsp. *glabra*, (۲) *S. nervosa* subsp. *nervosa*, (۳) *S. amplexicaulis*, (۴) *S. megalantha*, (۵) *S. umbrosa*, (۶) *S. oxysepala*, (۷) *S. rosrata*, (۸) *S. gaubae*, (۹) *S. elbursensis*, (۱۰) *S. variegata* subsp. *variegata*, (۱۱) *S. zuvandica*, (۱۲) *S. frigida* subsp. *frigida*, (۱۳) *S. deserti*, (۱۴) *S. pruinosa*, (۱۵) *S. leucoclada*, (۱۶) *S. syriaca*, (۱۷) *S. striata*, (۱۸) *S. azerbaijanica*.

Fig. 2. Blade. (1) *S. kurdica* subsp. *glabra*, (2) *S. nervosa* subsp. *nervosa*, (3) *S. amplexicaulis*, (4) *S. megalantha*, (5) *S. umbrosa*, (6) *S. oxysepala*, (7) *S. rosrata*, (8) *S. gaubae*, (9) *S. elbursensis*, (10) *S. variegata* subsp. *variegata*, (11) *S. zuvandica*, (12) *S. frigida* subsp. *frigida*, (13) *S. deserti*, (14) *S. pruinosa*, (15) *S. leucoclada*, (16) *S. syriaca*, (17) *S. striata*, (18) *S. azerbaijanica*.

بافت کلانشیمی. سلول‌های کلانشیم در صورت وجود در دو طرف دسته آوند مرکزی در زیر اپیدرم مشاهده شدند. کلانشیم‌های مشاهده از نوع مماسی و گوشه‌ای بودند (شکل ۳- ۱). تعداد زیادی از آرایه‌ها از جمله *S. zuvandica*، *S. azerbaijanica*، *S. gaubae* و غیره. در هر دو سطح فوقانی و تحتانی رگبرگ میانی دارای یک تا دو ردیف سلول‌های کلانشیم بودند. در برخی آرایه‌ها، مانند *S. leucoclada*، *S. umbrosa*، *S. amplexicaulis* و غیره. سلول‌های کلانشیم تنها در سطح تحتانی رگبرگ میانی در زیر اپیدرم دیده شدند. گونه *S. oxysepala* نیز به طور کامل فاقد کلانشیم بود.

کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی. کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی شامل سلول‌های اسکله‌رانشیمی یا

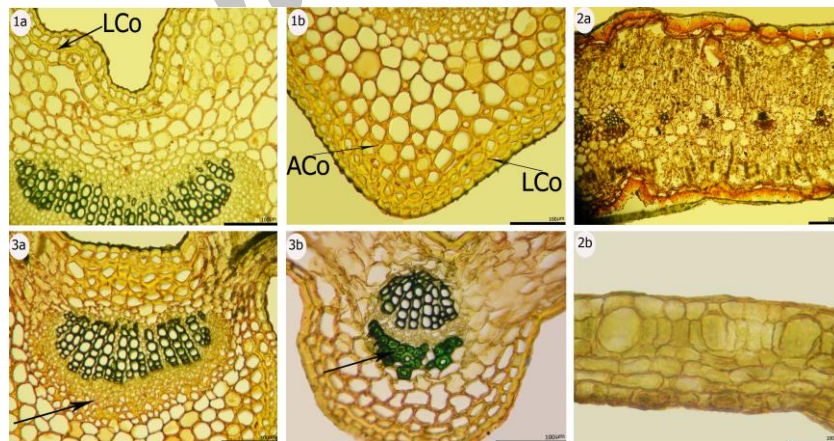
کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی. کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی شامل سلول‌های اسکله‌رانشیمی یا

بحث

مطالعات Curtis و Lersten (1997) در بر روی ۸۹ گونه *Scrophularia* نشان داد که بزرگ‌ترین ایدیوبلاست مربوط به گونه *S. deserti* است که با تصاویر Volkens (1887) مطابقت داشت. در میان گونه‌های تحت مطالعه آنها، *S. deserti* ضخیم‌ترین برگ را دارا بود؛ بنابراین، وجود ایدیوبلاست‌های بزرگی که در بخش‌های داخلی تر سلول قرار گرفته‌اند، انتظار می‌رفت. در ۶۲ گونه از ۸۹ گونه *Scrophularia* تحت مطالعه آنها (۶۷ درصد یا بیشتر از دوسوم) ایدیوبلاست یافت شد. ایدیوبلاست‌ها همیشه زیراپیدرمی و مجاور اپیدرم فوقانی و تحتانی بودند. در مطالعه حاضر بیشترین ضخامت برگ در *S. syriaca* (۴۸۰ میکرومتر) دیده شد و بزرگ‌ترین ایدیوبلاست مربوط به *S. pruinosa* (۷۴۱۶ میکرومتر) بود. در ۱۰ آرایه از ۱۸ آرایه تحت بررسی (۵۵ درصد یا بیشتر از یک‌دوم) ایدیوبلاست یافت شد. ایدیوبلاست‌ها زیراپیدرمی و در سطوح فوقانی و تحتانی بودند، البته در برخی گونه‌ها ایدیوبلاست‌ها در مرکز مزوفیل مانند *S. deserti* و یا در بافت پارانشیمی رگبرگ میانی مانند *S. leucoclada* دیده شدند.

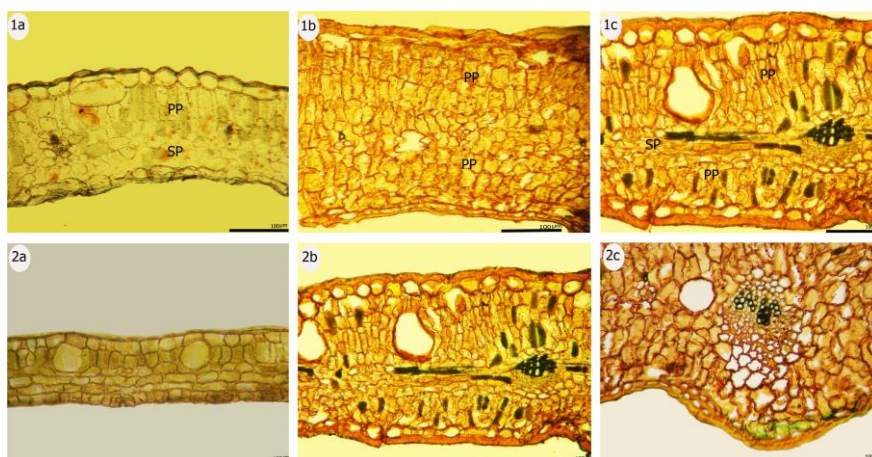
سلول‌های پارانشیمی کلانشیمی شده‌اند و مانند کلاهکی روی آوند چوب و آبکش در برش عرضی رگبرگ میانی دیده می‌شوند (Esau, 1967). سلول‌های اسکلرانشیمی به‌عنوان بافت مکانیکی حمایت‌کننده و در برابر وضعیت خشکی ممکن است در رگبرگ میانی مشاهده شوند (Metcalf & Chalk, 1950). در همه گونه‌ها کلاهک از نوع سلول‌های پارانشیمی کلانشیمی شده و فقط در *S. frigida* subsp. *frigida* و *S. leucoclada* از نوع سلول‌های اسکلرانشیمی بود (شکل ۳-۳).

ایدیوبلاست. تک‌سلول ترشچی است که محتویات متنوعی از قبیل روغن، تانن، رزین و کریستال دارد و از نظر شکل، اندازه و محتویات با سلول‌های همان بافت به طور درخور توجهی متفاوت است (Esau, 1967). این سلول‌ها با اشکال و ابعاد مختلف در بیشتر گونه‌ها بلافاصله زیر اپیدرم فوقانی یا تحتانی پهنک وجود داشتند، البته در برخی گونه‌ها در مرکز مزوفیل مانند *S. deserti* یا در بافت پارانشیمی رگبرگ میانی مانند *S. leucoclada* دیده شدند (شکل ۴-۲).



شکل ۳- (الف ۱) نوع کلانشیم رگبرگ میانی، (الف ۱) کلانشیم مماسی در سطح فوقانی، (ب) کلانشیم مماسی و گوشه‌ای در سطح تحتانی. (الف ۲) پهنک، (الف ۲) ضخیم‌ترین پهنک *S. syriaca*، (ب) نازک‌ترین پهنک *S. megalantha*. (الف ۳) نوع کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی، (الف ۳) سلول‌های پارانشیمی کلانشیمی شده، (ب) سلول‌های سلول‌های اسکلرانشیمی در *S. frigida* subsp. *frigida*.

Fig. 3. (1a, 1b) Collenchyma type of midrib, (1a) upper lamellar collenchyma of midrib, (1b) lower lamellar and angular collenchyma of midrib. (2a, 2b) blade thickness, (2a) the thickest blade in *S. syriaca*, (2b) the thinnest blade in *S. megalantha*. (3a, 3b) bundle cap type, (3a) collenchymatous parenchyma bundle cap, (3b) sclerenchymatous bundle cap in *S. frigida* subsp. *frigida*.



شکل ۴- (۱ الف، ج) انواع مزوفیل، (الف) پشتی-شکمی، (ب) ایزولاترال، (ج) حد وسط. (۲ الف، ج) محل قرارگیری ایدیوبلاست، (۲ الف) زیراپیدرمی، (ب) در مرکز پهنک در *S. deserti*، (ج) در مرکز رگبرگ میانی در *S. leucoclada*.

Fig.4. (1a, 1c) Mesophyll type, (1a) dorsiventral, (1b) isolateral, (1c) intermediate. (2a, 2c) location of idioblast, (2a) subepidermal, (2b) blade center in *S. deserti*, (2c) midrib center in *S. leucoclada*.

را در ۲۳ گروه قرار داده است، که آرایه‌های تحت مطالعه، طبق نظر Grau (1981) براساس ریخت‌شناسی در ۱۲ گروه قرار دارند (جدول ۴).

مطالعه حاضر براساس تعدادی از صفات تشریخی برگ مانند ضخامت پهنک، ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی رگبرگ میانی، طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و تحتانی، ضخامت دیواره اپیدرم تحتانی رگبرگ میانی، ضخامت اپیدرم تحتانی و فوقانی پهنک، تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی، نوع کلانشیم فوقانی رگبرگ میانی و وجود ایدیوبلاست، ۴ گروه ریخت‌شناسی و آرایه‌شناسی از ۱۲ گروه Grau (1981) را تأیید می‌کند (جدول ۴).

Makbul و همکارانش (2006) از روش‌های عددی برای توصیف، تشریح و ارزیابی اهمیت آرایه‌شناسی ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریخی برگ و ساقه شش گونه *Scrophularia* از شمال شرق ترکیه استفاده کردند. آندودرم و بلورهای برگ که قبلاً Metcalfe و Chalk (1950) در تیره *Scrophulariaceae* توصیف کرده بودند، در مطالعه آنها، دیده نشد. مطالعه حاضر نیز وجود بلورهای برگ را نشان نداد.

با توجه به آن که جامع‌ترین مطالعه آرایه‌شناسی انجام شده بر روی جنس *Scrophularia* در ایران مربوط به مطالعه Grau (1981) و Attar (2011) است، نتایج حاصل از این مطالعه با طبقه‌بندی Grau (1981) مقایسه شد. این محقق ۶۰ گونه ایرانی

جدول ۴- گروه‌بندی Grau (1981). * گروه‌های تأیید شده توسط مطالعه حاضر.

Table 4. Grau's groups (1981). *Confirmed groups by the present study.

<i>S. elbursensis</i> , <i>S. gaubae</i> , <i>S. rosata</i>	گروه ۷. <i>S. rostratae</i>	<i>S. kurdica</i>	گروه ۱. <i>S. kurdicae</i> *
<i>S. frigida</i> , <i>S. zuvandica</i> , <i>S. variegata</i>	گروه ۸. <i>S. variegatae</i> *	<i>S. nervosa</i>	گروه ۲. <i>S. nervosae</i>
<i>S. deserti</i>	گروه ۹. <i>S. deserti</i>	<i>S. amplexicaulis</i>	گروه ۳. <i>S. amplexicaulis</i>
<i>S. pruinosa</i>	گروه ۱۰. <i>S. pruinosae</i>	<i>S. megalantha</i>	گروه ۴. <i>S. megalantha</i>
<i>S. syriaca</i> , <i>S. leucoclada</i>	گروه ۱۱. <i>S. leucocladae</i> *	<i>S. umbrosa</i>	گروه ۵. <i>S. scopoli</i>
<i>S. azerbaijanica</i> , <i>S. striata</i>	گروه ۱۲. <i>S. striatae</i> *	<i>S. oxysepala</i>	گروه ۶. <i>S. divaricatae</i>

بنابراین ویژگی‌های تشریحی با گروه‌بندی Grau (1981) تطابق داشته و آن را تایید می‌کند.

جمعیت‌های *S. kurdica* subsp. *glabra* از نظر ویژگی‌های تشریحی کاملاً شبیه به یکدیگر بوده، در گروه مجزائی مطابق با گروه‌بندی Grau (1981) قرار می‌گیرند. همچنان که از نظر ریخت‌شناختی نیز بر اساس شکل برگ‌ها و نوع گل‌آذین نیز از بقیه گونه‌ها جدا هستند.

نتیجه‌گیری

صفات مهم تشریحی که در جمعیت‌ها ثابت و در بین آرایه‌ها متغیر هستند، از صفات آرایه‌شناسی محسوب می‌شوند و می‌توانند به جداسازی آرایه‌ها و جمعیت‌ها کمک کنند.

صفات کیفی آرایه‌شناسی برگ شامل نوع کلانشیم فوقانی رگبرگ میانی و وجود ایدیوبلاست است؛ و صفات کمی آرایه‌شناسی برگ شامل ضخامت پهنک، ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی رگبرگ میانی، طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و تحتانی، ضخامت دیوارهٔ اپیدرم تحتانی رگبرگ میانی، ضخامت اپیدرم تحتانی و فوقانی پهنک و تعداد لایه‌های پارانشیم اسفنجی تحتانی هستند. براساس تقسیم بندی Grau (1981) این ۱۸ آرایه در ۱۲ گروه قرار می‌گیرند که مطالعهٔ تشریحی حاضر ۴ گروه را تایید می‌کند (جدول ۴).

سپاسگزاری

نویسندگان از آقای اصغر زمانی دانشجوی دکتری سیستماتیک گیاهی دانشگاه تهران، برای کمک در مراحل مختلف این تحقیق، صمیمانه سپاسگزاری می‌نمایند.

با توجه به صفات مزبور که در جمعیت‌ها ثابت و در بین آرایه‌ها متغیر هستند:

زیرگونه‌های *S. variegata* subsp. *variegata* و *S. frigida* subsp. *frigida* از نظر ویژگی‌های تشریحی در یک گروه قرار گرفتند، که از نظر ریختی، اندازهٔ جام و شکل برگ‌ها که کوچک و بریده هستند نیز شبیه به یکدیگر هستند و با گروه‌بندی Grau (1981) تطابق دارد. این دو گونه کاملاً نزدیک به یکدیگر هستند و گاهی خیلی مشکل می‌توان آن‌ها را از هم‌دیگر جدا کرد. گونه‌های *S. leucoclada*، *S. syriaca* و *S. striata* از نظر ویژگی‌های تشریحی به هم نزدیک هستند. گونه‌های *S. syriaca* و *S. leucoclada* براساس صفات تشریحی مانند ضخامت پهنک، ضخامت کوتیکول و دیوارهٔ اپیدرم تحتانی رگبرگ میانی، طول سلول‌های پارانشیم نردبانی فوقانی و وجود ایدیوبلاست به هم نزدیک‌تر هستند و در یک گروه قرار می‌گیرند. گونه‌های *S. striata* و *S. azerbaijanica* براساس صفات تشریحی مانند ضخامت پهنک و اپیدرم تحتانی آن، وجود و نوع کلانشیم فوقانی رگبرگ میانی، ضخامت کلانشیم تحتانی رگبرگ میانی، ضخامت کلاهک بافت استحکامی دستجات آوندی و طول سلول‌های پارانشیم نردبانی تحتانی و تعداد لایه‌های آن به هم نزدیک‌تر هستند و در یک گروه قرار می‌گیرند. گونه‌های *S. syriaca* و *S. leucoclada* با برگ‌های کامل و متناوب در یک گروه ریخت‌شناختی و گونه‌های *S. striata* و *S. azerbaijanica* با برگ‌های منقسم و متناوب در گروه دیگر قرار می‌گیرند و از نظر ظاهری شبیه هم هستند اما از نظر اندازهٔ لب بالایی از یکدیگر جدا می‌شوند.

References

Attar, F. 2006. Notes on the genus *Scrophularia* L. in Iran. – Iranian J. Bot. 12: 136-143.

Attar, F., Riahi, M., Daemi, F. and Aghabeigi, F. 2011. Preliminary molecular phylogeny of Eurasian *Scrophularia* (Scrophulariaceae) based on DNA sequence data from trn S-trn G and ITS regions. – Plant Biosystems 145: 857-865.

Esau, K. 1967. Plant Anatomy, 3th edition. – John Wiley and Sons, New York. pp: 523 and 528.

Fischer, E. 2004. Scrophulariaceae. In: Kadereit J.W. (Ed.), the families and genera of vascular plants. – Springer, Heidelberg, Vol. 7, pp: 333-432.

Grau, J. 1981. *Scrophularia*. In: Rechinger K.H. (Ed.), *Flora Iranica*. – Graz, Austria: Akademische Druck- u. Verlagsanstalt. Vol. 147, pp: 213-284.

Hong, D.Y. 1983. The distribution of Scrophulariaceae in the Holarctic with special reference to the floristic relationships between eastern Asia and eastern North America. – *Annals of the Missouri Botanical Garden* 70: 701-712.

Lersten, N.R. and Curtis, J.D. 1997. Anatomy and distribution of foliar idioblasts in *Scrophularia* and *Verbascum* (Scrophulariaceae). – *American Journal of Botany* 84: 1638-1645.

Lersten, N.R. and Curtis, J.D. 2001. Idioblasts and other unusual internal foliar secretory structures in Scrophulariaceae. – *Plant Systematic and Evolution* 227:63-73.

Makbul, S., Coskunelebi, K., T-Rkmen Z. and Beyazoglu, O. 2006. Morphology and anatomy of *Scrophularia* L. (Scrophulariaceae) taxa from NE. – *Anatolia Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 48: 33-43.

Metcalf, C.R. and Chalk, L. 1950. *Anatomy of Dicotyledons*, 1st edition. – Clarendon Press, Oxford. Vol. 2, pp: 1638-1645.

Volken, G. 1887. *Die Flora der Aegyptisch-arabischen Wüste auf Grundlage anatomisch-physiologischer Forschungendargestellt*. – Gebruder Borntraeger, Berlin.

Willis, J.C. 1973. *A dictionary of the flowering plants and ferns*, 8th edition. – University Press, Cambridge.

Bayat, N. and Attar, F. 2016. Leaf anatomical studies on selected species of *Scrophularia* L. (Scrophulariaceae) in Iran. – *Nova Biologica Reperta* 2: 286-297.

بیات، ن. و عطار، ف. ۱۳۹۴. مطالعه ساختار تشریحی برگ گونه‌های انتخابی از *Scrophularia* L. (تیره گل میمون) در ایران. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۲: ۲۸۶-۲۹۷.