

The Palynological Study of *Carex* L. with emphasis on Systematics in Iran

Ensieh Pesarakloo ¹, Ahmadreza Mehrabian ^{2*}, Mohammad Amini Rad ³, Nahid Shafie ⁴

¹ M.S. Student of Plant Sciences & Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University (GC), Tehran, Iran

² Assistant Professor, Department of Plant Sciences & Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University (GC), Tehran, Iran, Tehran, Iran

³ Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

⁴ M.S. Student of Plant Sciences & Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University (GC), Tehran, Iran

Abstract

The *Carex* L. includes 62 species of 4 subgenus belonging to 30 sections in Iran. This genus has numerous complex taxonomic groups that make it necessary to evaluate the diagnostic and differential traits. The reproductive characters especially inflorescent showing the high value to taxonomic delimitation in Cyperaceae as well *Carex*. This study examined 48 taxa of *Carex* on the basis of herbarium accessions of Iran and Shahid Beheshti University herbariums that was performed using cluster analysis as well PCA methods by PAST ver. 2.17 software. Cluster analysis did not support the classifications of Flora of Iran and Flora Iranica. However, as subsidiary evidence accompanied with other systematic traits can be effective in delimitation of taxa. Besides, due to closure of the apertures that known as harmomegathy, pollen grains has been deformed. Moreover, the pollens are classified in the small to medium class. Also, some characters such as sculpturing the sexine as well the number of apertures show some evolutionary tendencies in the genus.

Keywords: Pollen, Taxonomy, *Carex*, Iran.

* a_mehrabian@sbu.ac.ir

بررسی گرده‌شناسی *Carex L.* در ایران با تأکید بر سیستماتیک

انسیه پسرکلو^۱، احمدرضا محرابیان^{۲*}، محمد امینی‌راد^۳، ناهید شفیعی^۴

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ استادیار گروه علوم و فناوری زیستی گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۳ استادیار پژوهشی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
^۴ دانشجوی کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

جنس *Carex L.* با ۶۲ گونه از ۴ زیرجنس و ۳۰ بخشه در ایران شناخته می‌شود. این جنس دارای گروه‌های تاکسونومیکی پیچیده متعددی است که ارزیابی صفت‌های تشخیصی و افتراقی را در آن ضروری می‌کنند. صفت‌های زایشی به‌ویژه گل‌آذین و گل اهمیت افتراقی زیادی در تمایز تاکسونومیکی و مرزبندی آرایه‌ها در تیره Cyperaceae و جنس *Carex* دارند. در مطالعه حاضر، صفت‌های ریخت‌شناسی دانه گرده ۴۸ آرایه جنس *Carex* از نمونه‌های هرباریومی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (IRAN) و دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) ارزیابی و با نرم‌افزار PAST نسخه ۲/۱۷ تحت آنالیز خوشه‌بندی و تجزیه به مولفه‌های اصلی بررسی شد. آنالیز خوشه‌ای بر اساس داده‌های گرده‌شناسی، طبقه‌بندی زیرجنس و بخشه‌های موجود در فلور ایران و فلورا ایرانیکا را تأیید می‌کند؛ باوجوداین، صفت‌های گرده‌شناسی در کنار سایر صفت‌ها در تعیین محدوده گونه‌ها مؤثر هستند. دانه‌های گرده در این جنس به‌علت بسته‌شدن منافذ موسوم به هارمومگاتی (پدیده‌ای که در گیاهان رطوبت‌پسند رخ می‌دهد و طی آن دانه گرده به‌منظور حفظ آب به حالت چروکیده درمی‌آید) تغییر شکل داده‌اند. گفتنی است دانه‌های گرده این جنس در ایران در اندازه کوچک تا متوسط طبقه‌بندی می‌شوند؛ علاوه‌براین، برخی صفت‌ها مانند تعداد منافذ و تریبات سگزین در این جنس بیان‌کننده گرایش‌های تکاملی‌اند.

واژه‌های کلیدی: گرده، تاکسونومی، *Carex*، ایران.

مقدمه

معتدله نیمکره شمالی است (Rezniczek, 1990). این

جنس در ایران با ۶۲ گونه از ۴ زیرجنس و ۳۰ بخشه شناخته می‌شود (Amini Rad, 2011; Amini Rad et al., 2014a; 2014b; Amini Rad, 2015). جنس یادشده دارای گروه‌های تاکسونومیکی پیچیده متعددی است (Hallier, 1881; Kreczetowicz, 1935; Rezniczek, 1990).

جنس *Carex L.* از تیره Cyperaceae Jussieu، زیرتیره *Caricoideae Pax.* و قبیله *Cariceae* با ۴ (Kükenthal, 1909) تا ۵ (Egorova, 1999) زیرجنس شامل ۶۹ (Kükenthal, 1909) تا ۱۳۰ بخشه و بیش از ۲۰۰۰ گونه در جهان دارای انتشار وسیعی در مناطق

* a_mehrabian@sbu.ac.ir

رده‌بندی‌های فلور ایران (امینی‌راد، ۱۳۹۰) و فلورا ایرانیکا (Kukkonen, 1998) ارزیابی می‌کند. تصاویر ریخت‌شناسی دانه گرده گونه‌های جنس *Carex* در ایران در شناسایی بخشی از طیف گرده‌ای حساسیت‌زا و تهیه منبع تصویری شناسایی گرده در ایران مفید است.

مواد و روش‌ها

در مطالعه حاضر، صفت‌های ریخت‌شناسی دانه گرده ۴۸ آرایه جنس *Carex* در نمونه‌های هرباریومی مؤسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور (IRAN) و هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) ارزیابی شدند (جدول ۱). به منظور بررسی ریخت‌شناسی دانه گرده، نمونه‌های موجود در هرباریوم با مراجعه به فلور ایران (امینی‌راد، ۱۳۹۰) و فلورا ایرانیکا (Kukkonen, 1998) شناسایی شدند. دانه‌های گرده پس از جداسازی از بساک‌های بالغ با میکروسکوپ نوری ارزیابی شدند؛ سپس روی چسب کربنی متصل به پایه‌های آلومینیومی مخصوص میکروسکوپ الکترونی تثبیت و با دستگاه Sputter Emitech EMK 550 پوشش طلا داده شدند. در ادامه، نمونه‌های گرده‌ای با دستگاه میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) مدل Cam Scan Hitachi SU3500 عکس‌برداری شدند (شکل ۳). به منظور ارزیابی کمی، حدود ۲۰ تا ۳۰ دانه گرده از ۱ تا ۳ جمعیت با نرم‌افزار Image tools نسخه ۳ اندازه‌گیری شدند. در مطالعه حاضر، واژگان‌شناسی گرده بر اساس Hesse و همکاران (۲۰۰۹) و Meltsov و همکاران (۲۰۰۸) توصیف شد؛ علاوه‌براین، صفت‌های کمی کدگذاری شدند و با نرم‌افزار PAST نسخه ۲/۱۷ آنالیز خوشه‌ای و به مؤلفه‌های اصلی تجزیه شدند (شکل‌های ۱ و ۲)

(Garcke, 1972) که ارزیابی صفت‌های تشخیصی و افتراقی را در آن ضروری می‌کند. صفت‌های زایشی به‌ویژه گل‌آذین و گل در تمایز تاکسونومیکی و مرزبندی آرایه‌های تیره Cyperaceae و جنس *Carex* اهمیت افتراقی زیادی دارند (Haq et al., 2011)؛ همچنین اهمیت شواهد ریزریخت‌شناسی مانند تریینات سطح فندقه (Walter and Doyle, 1975; Toivonen and Timonen, 1976; Tallent and Wujek, 1983; Hoshino, 1984; Menapace and Wujek, 1985; Menapace et al., 1986; Rettig, 1986) صفت‌های تشریحی (Amini Rad, 1971; Metcalfe and Sonboli, 2008; Hefler and Longhi-Wagner, 2010)، تریینات سطح گلپوش (Pignotti and Mariotti, 2004; Vrijdaghs et al., 2004) و شواهد مولکولی (Crins and Ball, 1988; Hendrichs et al., 2004a; 2004b; Hipp et al., 2006) در تاکسونومی این جنس اثبات شده است. اهمیت و تنوع صفت‌های ریخت‌شناسی و تکوین گرده (Shah, 1962; Erdtman, 1966; Dunbar, 1973; Van Wichelen et al., 1999; Meltsov et al., 2008) تاکسونومی و فیلوژنی (Meyer and Yaroshevskaya, 1976; Padhye and Madke, 1980; Tarasevich, 1992; Kirpes et al., 1996; Nagels et al., 2009) در گونه‌های این جنس و سایر آرایه‌های تیره Cyperaceae گزارش شده است. از آنجا که تاکنون پژوهشی در زمینه ویژگی‌های دانه گرده گونه‌های جنس *Carex* L. در ایران انجام نشده است، مطالعه حاضر ضروری به نظر می‌رسد. هدف پژوهش حاضر، بررسی صفت‌های ریخت‌شناسی جنس *Carex* L. و ضمن توصیف صفت‌های گرده‌شناسی، ارزش افتراقی این صفت‌ها را در تمایز گونه‌ها، تعیین محدوده زیرجنس‌ها، بخش‌ها و نیز میزان همخوانی آنها را با

جدول ۱- اطلاعات مربوط به گونه‌های مطالعه‌شده جنس *Carex* و ویژگی‌های هرباریومی آنها برای مطالعه‌های گرده‌شناسی

Section	Species	Locality	Collector	Herbarium No
Sect. <i>Acrocystis</i>	<i>C. tomentosa</i> L.	Azerbaijan-E: Arasbaran, Asheghlou, 2 Km after Kalaleh Sofla	Amini Rad	IRAN-53895
Sect. <i>Ammoglochin</i> Dumort.	<i>C. disticha</i> Huds.	Azerbaijan-W: Chaldoran, Dalikdasht, Amokhanzeh	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-68992
	<i>C. iraqensis</i> S.S. Hooper & Kukkonen	Azerbaijan-W: Piranshahr, Silveh, Mashkan	Amini Rad & Torabi	IRAN-57468
	<i>C. caucasica</i> Stev.	Mazandaran: 34 Km Baladeh to Chalus	Amini Rad	IRAN-43595
	<i>C. popovii</i> V.Krecz. subsp. <i>brunneola</i> (Kukkonen) Amini Rad	Tehran: Tochal	Amini Rad & Torabi	IRAN-43411
Sect. <i>Atratae</i> (Heuff.) Fries ex H. Christ	<i>C. medwedewii</i> O.Nilsson	Azerbaijan-W: Khoy, Pasak, Hesar Badalan to Avrin mt.	Amini Rad & Torabi Termeh,	IRAN-60827
	<i>C. acutiformis</i> Ehrh.	Gilan: Rasht, Bandar Ghazian	Tehrani & Falsafi	IRAN-43595
	<i>C. hirta</i> L.	Azerbaijan-E: 15 Km from Kaleibar to Khodafarin, Govar	Amini Rad	IRAN-38676
Sect. <i>Carex</i>	<i>C. pamirica</i> (O.Fedtsch.) O. & B. Fedtsch. ex B. Fedetsch.	Gilan: Lawshan, Kelishom Village, Holoshkuh area	Kamrani	IRAN-47638
	<i>C. rostrata</i> Stokes	Ardebil: Meshkin shahr, Qoturso, Shabil	Amini Rad	IRAN-50604
	<i>C. songorica</i> Kar. & Kir.	Khorasan: Neyshabeur, Kharve Olia	Amini Rad	IRAN-35002
Sect. <i>Capillares</i> Aschers. & Graebn.	<i>C. capillaris</i> L.	Azerbaijan-E: Arasbaran, Doghroon mt.	Amini Rad	IRAN-37235
Sect. <i>Capitatae</i> Meinsh.	<i>C. oreophila</i> C.A.Mey.	Azerbaijan-W: Orumieh, Silvana, Khalil Kuh	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-71301
	<i>C. demissa</i> Hornem. subsp. <i>iranica</i> Kukkonen	Tehran: Tochal	Amini Rad & Torabi	IRAN-37231
Sect. <i>Ceratocystis</i> Dumort.	<i>C. flava</i> L.	Lorestan: Doroud, Gahar Lake	Amini Rad	IRAN-37231
	<i>C. serotina</i> Merat. Subsp. <i>Philocrena</i> (V.Krecz.) Kukkonen	Kohkiluyeh: 12 Km Kakan to Yasouj	Amini Rad & Torabi	IRAN-56523
	<i>C. digitata</i> L.	Golestan: Gorgan, Toskestan	Amini Rad	IRAN-38645
Sect. <i>Digitatae</i> (Fries) H. Christ	<i>C. humilis</i> Leysser	Mazandaran: Ramsar, Javaher dasht, Samamous mt.	Amini Rad & Torabi	IRAN-57350
Sect. <i>Divisae</i> H.Christ ex Kuk. in Engler	<i>C. divisae</i> Huds.	Kordestan: Marivan, Zarivar Lake	Amini Rad	IRAN-37218
Sect. <i>Foetidae</i> (Tuck. Ex L. H. Bailey) Kuk in Engler	<i>C. pseudofoetida</i> Kük.	Mazandaran: Polur to Rineh, Damavand	Amini Rad	IRAN-53428
	<i>C. extensa</i> Good.	Gilan: Langeroud, Chamkhaleh, HasanBekandeh	Amini Rad	IRAN-38684
Sect. <i>Fulvellae</i> (Anderss) Fries ex H. Christ.	<i>C. diluta</i> M.Bieb.	Tehran: 2 Km Shemshak to Tehran	Amini Rad & Eskandari	IRAN-34460
	<i>C. distans</i> L.	Azerbaijan-E: Sarab, Bozghosh mt.	Amini Rad & Torabi	IRAN-57378
Sect. <i>Glaucae</i> (Aschers.) Nyman ex H.Christ.	<i>C. flacca</i> Schreb. subsp. <i>erythrostachys</i> (Hoppe) Holub	Golestan: National Park, Ghoush-Tcheshme	Zehzad	HSBU-85185
Sect. <i>Halleriana</i> (Aschers. & Graebn.) Rouy	<i>C. halleriana</i> Asso	Azerbaijan-E: Kaleibar, Ghaleh Dareh-si	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-71297

Section	Species	Locality	Collector	Herbarium No
Sect. <i>Lamprochlaenae</i> (Drejer) L. H. Bailey	<i>C. liparocarpos</i> Gaudin	Azerbaijan-E: Kaleibar, Ghaleh Daresh-si	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-17161
	<i>C. supina</i> Willd. Ex Wahleb	Azerbaijan-E: Zar Abad, Dibak, Mamish Khan mt.	Amini Rad & Bahramishad	IRAN- 69505
Sect. <i>Mitratae</i> Kuk. in Engler	<i>C. depressa</i> Link subsp. <i>transsilvanica</i> (Schur) Egorova	Gilan: Astara, lavandevil, latoon Forest	Eskandari & Torabi	IRAN-43427
Sect. <i>Ovales</i> (Kunth) Christ	<i>C. leporina</i> L.	Azerbaijan-W: Chaldoran, Dalikdash, Amokhanzeh	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-69554
Sect. <i>Phaestoglochin</i> Dumort.	<i>C. spicata</i> Huds.	Tehran: Karaj to Chalus, Kelvan	Amini Rad	IRAN-41586
	<i>C. acuta</i> L.	Kordestan: N of Sanandaj, 15 Km after Sarab Ghamish	Amini Rad	IRAN- 37216
Sect. <i>phacocystis</i> Dumort.	<i>C. kurdica</i> Kük.	Kordestan: 5Km Sarab-e Ghamish, Sanandaj	Amini Rad	IRAN-43621
	<i>C. orbicularis</i> Boott subsp. <i>Kotschyana</i> (Boiss. & Hohen.) Kukkonen	Azerbaijan-W: Orumieh, Dizaj Kisian to Dalamper mt.	Amini Rad & Torabi	IRAN-69557
	<i>C. pachystylis</i> J.Gay	Fars: Shiraz	Eskandari	IRAN - 17172
	<i>C. physodes</i> M.B. subsp. <i>physodes</i>	Qom: S. Tehran, N3447 E5155	Leonard	IRAN - 24256
Sect. <i>Physodeae</i> Meinsh.	<i>C. physodes</i> M.B. ssp. <i>subphysodes</i> (M.Pop. ex V.Krecz.) Kukkonen	Baluchestan: 15-18 Km. N Khash	Iranshahr & Ershad	IRAN - 44614
	<i>C. stenophylla</i> Wahlenb.	Semnan: Shahrud, Tash, Shahvar mt.	Amini Rad & Bahramishad	IRAN - 71305
Sect. <i>Phyllostachys</i> (Torr. & A. Gray ex J. Carey) L. H. Bailey	<i>C. phyllostachys</i> C.A.Mey.	Gilan: 36 Km Khalkhal to Asalem	Amini Rad & Torabi	IRAN-60849
Sect. <i>Porocystis</i> Dumort.	<i>C. pallescens</i> L.	Gilan: 2Km South Lahidjan, around Sustan	Zehzad	HSBU-76915
Sect. <i>Remotae</i> (Aschers.) C. B. Clarke	<i>C. remota</i> L.	Mazandaran: Nowshahr, Kheiroudkenar Forest	Amini Rad & Asef	IRAN-57389
Sect. <i>Secalinae</i> (Heuff.) O. Lang in Kuk.	<i>C. hordeistichos</i> Vill.	Azerbaijan-E: Kelibar, Paygham, Barzandigh	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-68991
	<i>C. secalina</i> Willd ex Wehlenb.	Azerbaijan-E: 15 Km from Kaleibar to Khodafarin, Govar Village	Amini Rad	IRAN-41587
Sect. <i>Setigerae</i> Kukkonen	<i>C. grioletii</i> Roem.	Golestan: Kordkuy, Park Jangali	Amini Rad & Eskandari	IRAN-41636
Sect. <i>Strigosae</i> (Anderss.) Fries ex H. Christ.	<i>C. sylvatica</i> Huds.	Gilan: 2Km south of Lahidjan, around Sustan	Zehzad	HSBU-76914
Sect. <i>Ventricosae</i> Aschers. & Graebn.	<i>C. depauperata</i> Curtis ex With.	Golestan: Park Melli Golestan, around Water fall	Abbasi & Fatehi	IRAN-53842
Sect. <i>Vulpinae</i>	<i>C. otrubae</i> Podp.	Azerbaijan-E: Khodafarin, Eyenalou	Amini Rad & Tehrani	IRAN-35562
Sect. <i>Aulocystis</i> Dumort.	<i>C. tristis</i> M.B.	Azerbaijan-W: Zarabad, Ghezelje, Piri Gol mt.	Amini Rad & Bahramishad	IRAN-69545
<i>Kobresia</i>	<i>K. schoenoides</i> (C.A.Mey.) Steud.	Ardebil: Meshkin Shahr, Qotursou, Kuhe Sabalan	Amini Rad	IRAN-50608

نتایج

دانه گرده آرایه‌های جنس *Carex* در ایران به شکل تتراد هستند و با اگزین واحدی احاطه شده‌اند که به این حالت *Pseudomonad* گفته می‌شود؛ به علاوه دارای تقارن شعاعی (*isodiameter*)، ناجور قطب (*heteropolar*)، گلابی‌شکل (*pear-shaped*)، تکتادار (*tectate*) با اگزین واحد، دارای تزینات اگزین دانه‌دار با برآمدگی‌های نامنظم (*granulate-verrucate*)، منفذدار فرورفته و بیضی‌شکل با حاشیه‌های غیر متمایز هستند. منافذ به شکل سه منفذی (*C. sylvatica*)، چهار منفذی (*C. liparocarpos* و *C. supina*)، پنج‌منفذی (*C. halleriana* و *C. remota*) و شش‌منفذی (*C. orbicularis* و *C. kurdica*) دیده می‌شوند. طول محور قطبی از ۱۸/۰۱ میکرومتر (*C. halleriana*) تا ۴۱/۸۶ میکرومتر (*C. secalina*)، طول محور استوایی از ۲۱/۰۶ میکرومتر (*C. remota*) تا ۴۳/۹۹ میکرومتر (*C. hordeistichos*) و نسبت محور قطبی به استوایی (P/E) از ۰/۶۳ میکرومتر (*C. depauperata*) تا ۱/۳۴ میکرومتر (*C. grioletii*) متغیر است؛ این در حالیست که طول محور قطبی در آرایه‌های موجود در زیرجنس *Carex* ۱۸/۰۱ تا ۴۱/۸۶ میکرومتر، در *Indocarex* ۲۳/۴۴ تا ۳۹/۶۶ میکرومتر، در *Psyllophora* ۲۳/۰۴ تا ۲۳/۴۴ میکرومتر و در *Vigna* ۲۳/۴۴ تا ۲۹/۶۶ میکرومتر است. طول محور استوایی در زیرجنس *Carex* ۲۱/۶۹ تا ۴۳/۹۹ میکرومتر، در *Indocarex* ۲۱/۰۶ تا ۲۸/۷۶ میکرومتر، در *Psyllophora* ۲۷/۲۸ میکرومتر و در *Vigna* ۲۱/۰۶ تا ۲۸/۷۶ میکرومتر است. نسبت محور قطبی به استوایی در زیرجنس‌های *Carex* ۰/۶۳ تا ۱/۴۵ میکرومتر، در *Indocarex* ۰/۸۵ تا ۱/۲۳ میکرومتر، در *Psyllophora* ۰/۸۴ تا ۱/۲۳ میکرومتر و

میکرومتر است. تعداد خارها در ۱۰۰ میلی‌مترمربع از ۳۵ (*C. stenophylla*) تا ۱۰۵ (*C. medwedewii*) عدد متغیر است. دانه‌های گرده این جنس در ایران بر اساس رده بندی Hesse و همکاران (۲۰۰۹) در کلاس کوچک تا متوسط طبقه‌بندی می‌شوند.

شکل دانه گرده چهار منفذی در گونه‌های *C. tomentosa*، *C. liparocarpos*، *C. acuta*، *C. humilis*، *C. pallescens* و *C. rostrata* در زیرجنس *Carex* و گونه‌های *C. remota*، *C. pachystylis*، *C. otrubae*، *C. pseudofetida* و *C. iraqensis* در زیرجنس *Vigna* دیده می‌شود.

شکل دانه گرده پنج‌منفذی در گونه *C. capillaris* از بخش *Capillares*، گونه *C. supina* از بخش *Lamprochlaenae*، گونه‌های *C. songorica*، *C. pamirica*، *C. melanostachya*، *C. hirta* و *C. acutiformis* از بخش *Carex*، گونه‌های *C. serotina*، *C. flava* و *C. demissa* از بخش *Ceratocystis*، گونه‌های *C. halleriana* و *C. digitata* از بخش *Digitatae*، گونه *C. flacca* از بخش *Glaucacae*، گونه *C. depauperata* از بخش *Ventricosae*، گونه‌های *C. decaulescens*، *C. atratae* و *C. caucasica* از بخش *C. orbicularis* از بخش *Phacocystis* متعلق به زیرجنس *Carex* و نیز گونه *C. leporina* از بخش *Ovales*، گونه *C. oreophila* از بخش *Capitatae*، گونه‌های *C. disticha* و *C. pycnostachya* از بخش *Ammoglochin*، گونه‌های *C. stenophylla* و *C. physodes* از بخش *Physodeae* متعلق به زیرجنس *Vigna* و گونه *Kobresia schoenoides* دیده می‌شوند.

۱۰۰ میلی مترمربع بین حدود ۳۹ (*C. acuta*) تا ۹۳ (*C. remota*) است (شکل ۳).

تیپ III (پنج شیاری): طول محور قطبی بین حدود ۱۸/۰۱ (*C. halleriana*) تا ۴۰/۳۴ (*C. flacca*) میکرومتر، طول محور استوایی بین حدود ۲۲/۹ (*C. physodes*) تا ۳۳/۶۷ (*C. medwedewii*) میکرومتر، نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی بین حدود ۰/۶۳ (*C. depauperata*) تا ۱/۴۵ (*C. hirta*) میکرومتر و تعداد تزئینات موجود در ۱۰۰ میلی مترمربع بین حدود ۳۱ (*C. stenophylla*) تا ۱۰۶ (*C. depauperata*) است (شکل ۳).

تیپ IV (شش شیاری): طول محور قطبی بین حدود ۲۵/۵۱ (*C. kurdica*) تا ۴۱/۸۶ (*C. secalina*) میکرومتر، طول محور استوایی بین حدود ۲۴/۸۷ (*C. kurdica*) تا ۴۳/۹۹ (*C. hordeistichos*) میکرومتر، نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی بین حدود ۰/۸۲ (*C. hordeistichos*) تا ۱/۱۶ (*C. secalina*) میکرومتر و تعداد تزئینات موجود در ۱۰۰ میلی مترمربع حدود ۳۵ (*C. kurdica*) تا ۸۹ (*C. secalina*) است (شکل ۳).

عمده ویژگی های دانه های گرده مطالعه شده به طور خلاصه در جدول های (۲) و (۳) آمده است.

جدول ۲- نتایج مطالعه های کمی ریزریخت شناسی سطح دانه گرده (جزئیات سطح دانه گرده در گونه های آزمایش شده)

Species	Polar axis (μm)	Equatorial axis (μm)	P/E (μm)	pore length (μm)	pore width (μm)	number of Sculpturing in 100mm ²	distans between apex to pore (μm)	distans between pore to base(μm)
<i>C. acutiformis</i>	29.94	28.58	1.04	20.82	11.53	68	8.37	12.49
<i>C. hirta</i>	33.24	25.88	1.45	24.29	17.92	65	11.27	5.91
<i>C. melanostachya</i>	35.57	31.57	1.12	17.95	12.13	63	8.23	29.56
<i>C. pamirica</i>	25.73	27.92	1.03	18.55	9.36	70	2.08	22.54
<i>C. rostrata</i>	30.66	30.82	0.99	16.92	10.11	61	6.57	24.48
<i>C. songorica</i>	34.8	29.25	1.18	19.25	14.25	69	3.13	31.63
<i>C. pendula</i>	33.75	30.42	1.10	16.45	9.58	77	9.24	25.45
<i>C. capillaris</i>	26.26	27.66	0.94	20.51	17.06	43	7.13	19.2

در زیرجنس *Carex*، گونه های *C. hordeistichos* و *C. secalina* از بخشه *Secalinae*، گونه *C. kurdica* از بخشه *Phacocystis* و گونه های *C. extensa* و *C. distans* از بخشه *Fulvella* دانه گرده شش منفذی دارند (شکل ۳).

گونه ها بر اساس تعداد منافذ به سه گروه تقسیم بندی می شوند:

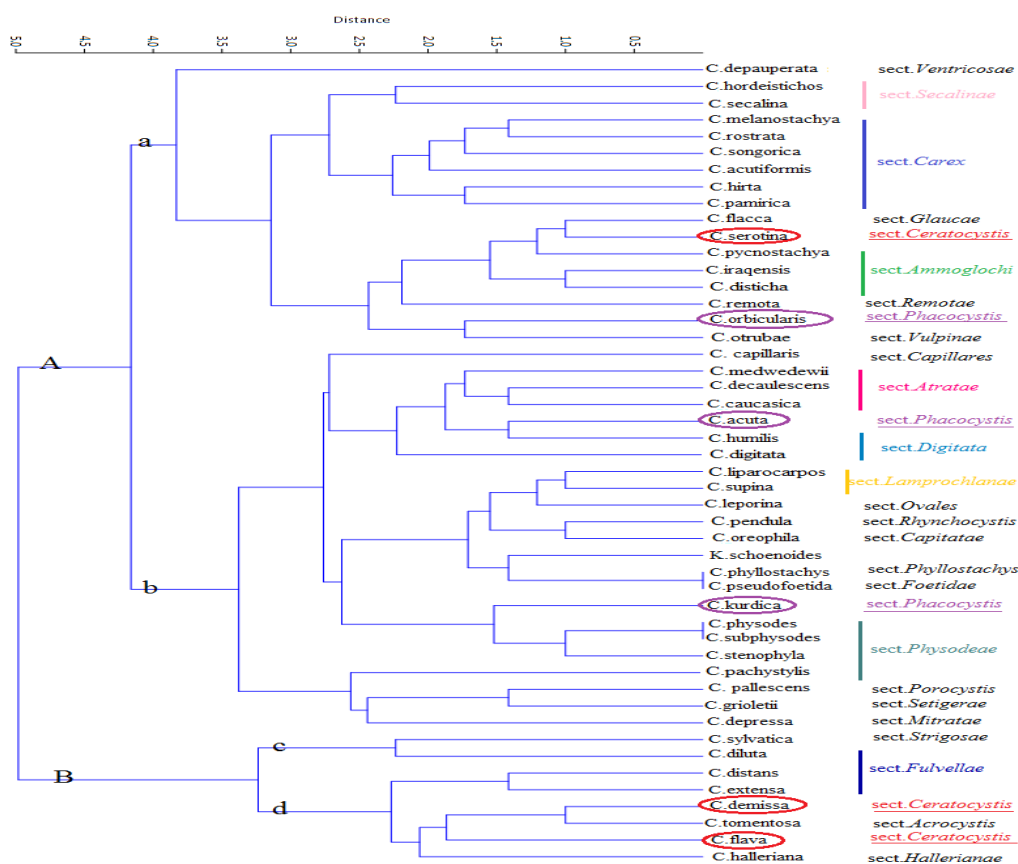
تیپ I (سه شیاری): طول محور قطبی بین حدود ۲۸/۶۳ (*C. depressa*) تا ۳۴/۸۴ (*C. diluta*) میکرومتر، طول محور استوایی بین حدود ۲۱/۶۹ (*C. grioletii*) تا ۳۰/۴۲ (*C. pendula*)، نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی بین حدود ۱/۰۶ (*C. depressa*) تا ۱/۴۰ (*C. diluta*) میکرومتر و تعداد تزئینات موجود در ۱۰۰ میلی مترمربع بین حدود ۳۵ (*C. sylvatica*) تا ۷۷ (*C. pendula*) است (شکل ۳).

تیپ II (چهار شیاری): طول محور قطبی بین حدود ۲۳/۰۳ (*C. pallescens*) تا ۳۰/۷۳ (*C. liparocarpos*) میکرومتر، طول محور استوایی بین حدود ۲۱/۰۶ (*C. remota*) تا ۳۰/۸۲ (*C. rostrata*) میکرومتر، نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی بین حدود ۰/۸۵ (*C. pallescens*) تا ۱/۲۷ (*C. tomentosa*) میکرومتر و تعداد تزئینات موجود در

Species	Polar axis (μm)	Equatorial axis (μm)	P/E (μm)	pore length (μm)	pore width (μm)	number of Sculpturing in 100mm^2	distans between apex to pore (μm)	distans between pore to base(μm)
<i>C. sylvatica</i>	34.39	25.36	1.36	16.38	10.19	35	6.38	27.74
<i>C. flacca</i>	40.34	32.47	1.24	22.05	11.18	72	8.3	32.89
<i>C. depauperata</i>	27.13	33.09	0.63	28.36	16.57	106	4.24	18.22
<i>C. michelii</i>	29.21	34.89	0.83	23.71	14.29	102	3.15	25.09
<i>C. hordeistichos</i>	36.32	43.99	0.82	20.91	17.53	84	9.02	25.78
<i>C. secalina</i>	41.86	35.94	1.16	19.46	12.09	89	10.1	32.74
<i>C. extensa</i>	30.33	28.48	1.06	16.79	10.55	49	6.59	24.57
<i>C. diluta</i>	34.84	26.75	1.40	20.44	9.87	47	1.36	33.42
<i>C. distans</i>	29.85	26.53	1.04	21.21	10.78	43	3.09	27.08
<i>C. demissa</i>	25.02	29.18	0.85	14.52	8.40	52	5.32	20.01
<i>C. flava</i>	36.79	26.39	1.39	17.75	11.18	54	11.78	27.64
<i>C. serotina</i>	28.16	29.30	0.96	17.54	9.91	89	2.40	26.15
<i>C. pallescens</i>	23.03	26.97	0.85	14.40	10.88	57	2.94	20.66
<i>C. halleriana</i>	28.01	25.11	0.71	14.77	10.86	51	1.48	16.73
<i>C. digitata</i>	28.43	25.35	1.12	16.87	9.94	48	3.65	26.69
<i>C. humilis</i>	26.26	28.05	0.93	22.00	6.74	44	1.17	25.55
<i>C. grioletii</i>	29.11	28.69	1.34	18.00	11.97	61	3.19	27.3
<i>C. tomentosa</i>	29.29	26.96	1.27	12.85	8.93	56	2.33	26.86
<i>C. depressa</i>	28.63	26.9	1.06	26.96	14.48	66	2.45	27.06
<i>C. liparocarpos</i>	30.73	28.11	1.09	27.01	22.26	42	2.6	28.2
<i>C. supina</i>	26.27	25.09	1.01	16.09	7.81	54	3.25	23.36
<i>C. caucasica</i>	25.50	27.56	0.85	21.61	12.85	41	1.51	22.89
<i>C. decaulescens</i>	33.49	27.83	1.20	22.32	11.72	56	9.21	23.91
<i>C. medwedewii</i>	35.14	33.67	1.04	26.37	14.15	48	3.72	32.05
<i>C. acuta</i>	25.30	26.77	0.94	21.48	11.01	39	5.01	22.15
<i>C. kurdica</i>	25.51	25.87	1.025	18.66	10.06	35	7.63	18.25
<i>C. orbicularis</i>	28.16	25.78	1.18	20.48	11.92	105	3.05	25.29
<i>C. phyllostachya</i>	27.68	23.22	1.2	10.68	6.84	70	5.45	13.84
<i>C. otrubae</i>	26.42	28.76	0.85	10.52	6.72	87	5.84	16.96
<i>C. leporina</i>	27.48	23.61	1.16	12.21	8.52	56	6.29	18.12
<i>C. pycnostachya</i>	27.21	26.88	1.2	13.31	5.52	97	6.76	16.86
<i>C. iraqensis</i>	29.59	24.21	1.23	8.72	6.92	91	5.06	14.16
<i>C. disticha</i>	28.67	24.56	1.18	13.05	10.52	94	5.70	11.45
<i>C. pachystylis</i>	25.77	23.22	1.11	8.12	5.73	53	5.75	15.56
<i>C. physodes</i>	23.44	22.09	1.03	10.55	5.72	36	7.10	17.19
<i>C. subphysodes</i>	25.35	25.97	0.97	10.18	8.12	39	5.62	16.35
<i>C. stenophylla</i>	29.66	27.38	1.10	9.31	5.45	35	10.46	17.26
<i>C. pseudofetida</i>	23.8	23.98	1.01	15.79	8.29	68	4.69	18.80
<i>C. remota</i>	24.69	21.06	1.17	5.17	2.16	93	4.77	9.69
<i>C. oreophila</i>	23.04	27.28	0.84	8.47	2.79	59	5.78	11.17

PCA BOPLLOT) (شکل ۲) با نرم‌افزار Past 3 رسم و
تفسیر شدند.

بر اساس نتایج مطالعه حاضر، نمودار آنالیز خوشه‌ای
(UPGMA) (شکل ۱) و نمودار توزیع گونه‌ها

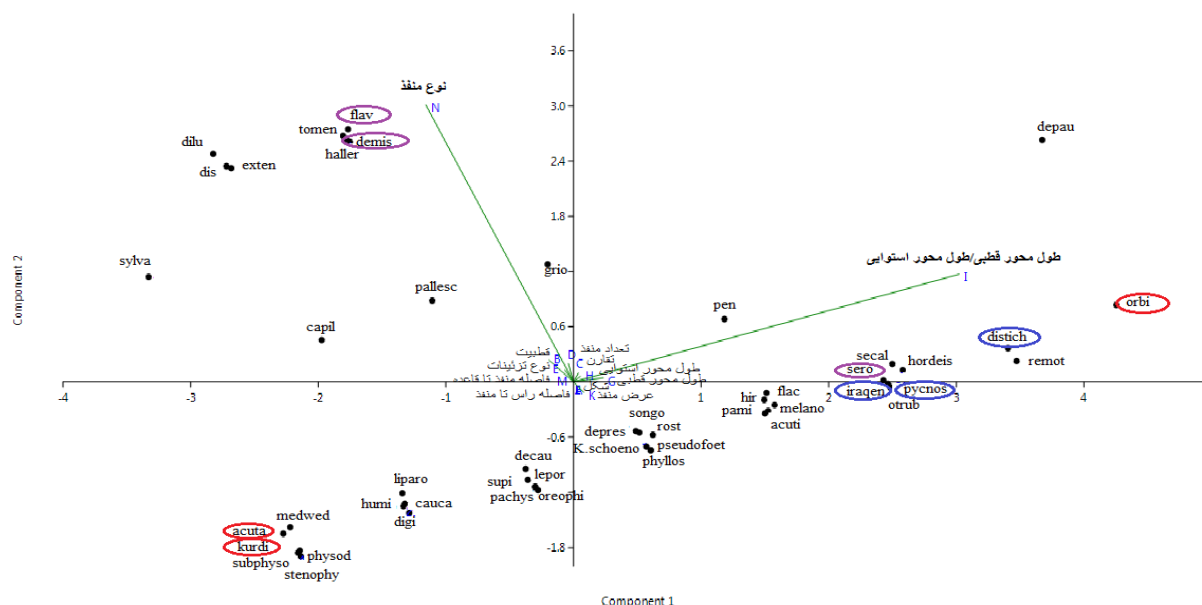


شکل ۱- درختچه UPGMA تاکسون‌های مطالعه‌شده از نظر صفت‌های ریزریخت شناسی دانه گرده

متشکل از بخشه‌های *Fulvellae*، *Hallerianae*، *Ceratocystis* و *Acrocystis* است. همان‌طور که در خوشه‌بندی درخت UPGMA صفت‌های دانه گرده مشاهده می‌شود گونه‌های موجود در بخشه *Ceratocystis* باوجود شباهت‌های ریخت‌شناختی (سنبله‌های ماده بدون پایک یا دارای پایک کوتاه، اوتریکول‌های دارای رگه‌های کاملاً برجسته و مشخص، منقار خمیده و دودندانه عمیق) در زیرخوشه‌های مجزایی قرار می‌گیرند. گونه‌های موجود در بخشه *Phacocystis* نیز باوجود شباهت‌های ریخت‌شناختی در زیرخوشه‌های مجزایی قرار می‌گیرند.

نتایج آنالیز خوشه‌ای وجود دو خوشه اصلی (A) و (B) را نشان می‌دهند. خوشه اول (A) شامل زیرخوشه a متشکل از بخشه‌های *Ventricosae*، *Phacocystis*، *Glaucæ*، *Carex*، *Ceratocystis*، *Secalinae*، *Ammoglochin* و *Remotae* و زیرخوشه b متشکل از بخشه‌های *Lamprochlanæ*، *Setigeratae*، *Atratae*، *Capillares*، *Porocystis*، *Digitatae*، *Phacocystis*، *Mitratae*، *Rhynchocystis*، *Ouales*، *Physodeae*، *Capitatae*، *Foetidae*، *Phyllostachys* و یک گونه از جنس برون‌گروه *Kobresia* به نام *K. schoenoides* است.

خوشه دوم (B) شامل زیرخوشه c متشکل از بخشه‌های *Strigosae* و *Fulvellae* و زیرخوشه d



شکل ۲- نمودار PCA-BIPLLOT تاکسون‌های مطالعه‌شده از نظر صفت‌های ریزریخت‌شناسی دانه گرده؛ ۱- *C. acutiformis*، ۲- *C. hirta*، ۳- *C. melanostachya*، ۴- *C. pamirica*، ۵- *C. rostrata*، ۶- *C. songorica*، ۷- *C. pendula*، ۸- *C. capillaris*، ۹- *C. sylvatica*، ۱۰- *C. flacca*، ۱۱- *C. depauperata*، ۱۲- *C. hordeistichos*، ۱۳- *C. secalina*، ۱۴- *C. diluta*، ۱۵- *C. distans*، ۱۶- *C. extensa*، ۱۷- *C. demissa*، ۱۸- *C. flava*، ۱۹- *C. serotina*، ۲۰- *C. pallescens*، ۲۱- *C. halleriana*، ۲۲- *C. digitata*، ۲۳- *C. humilis*، ۲۴- *C. grioletii*، ۲۵- *C. tomentosa*، ۲۶- *C. depressa*، ۲۷- *C. supina*، ۲۸- *C. liparocarpos*، ۲۹- *C. caucasica*، ۳۰- *C. decaulescens*، ۳۱- *C. acuta*، ۳۲- *C. kurdica*، ۳۳- *C. orbicularis*، ۳۴- *C. medwedewii*، ۳۵- *C. disticha*، ۳۶- *C. iraqensis*، ۳۷- *C. pachystylis*، ۳۸- *C. phyllostachys*، ۳۹- *C. pycnostachya*، ۴۰- *C. leporina*، ۴۱- *C. oreophila*، ۴۲- *C. otrubae*، ۴۳- *C. physodes*، ۴۴- *C. pseudofetida*، ۴۵- *C. remota*، ۴۶- *C. stenophylla*، ۴۷- *C. subphysodes*، ۴۸- *K. schoenoides*

گونه‌های *C. acutiformis*، *C. melanostachya*، *C. hirta*، *C. pamirica*، *C. rostrata*، *C. songorica*، *C. flacca*، *C. depressa*، *C. pseudofetida*، *Kobresia schoenoides*، *C. phyllostachys*، *C. otrubae*، *C. pycnostachya* و *C. iraqensis* در گوشه سمت راست پایین نمودار قرار می‌گیرند. این گونه‌ها بر اساس عرض، فاصله رأس تا منفذ و فاصله منفذ تا قاعده گرده از گونه‌های دیگر مجزا می‌شوند.

گونه‌های *C. diluta*، *C. distans*، *C. extensa*، *C. demissa*، *C. flava*، *C. halleriana*

نمودار PCA صفت‌های دانه گرده گونه‌های مطالعه‌شده را به گروه‌های زیر تقسیم‌بندی می‌کند: گونه‌های *C. pendula*، *C. hordeistichos*، *C. serotina*، *C. orbicularis*، *C. secalina*، *C. depauperata*، *C. disticha* و *C. remota* در گوشه سمت راست بالای نمودار کنار هم قرار می‌گیرند. این گونه‌ها بر اساس طول محور قطبی، تقارن، طول محور استوایی و نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی از گونه‌های دیگر مجزا می‌شوند. صفت مؤثر در جداسازی آنها نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی است.

ایران بر اساس رده‌بندی Hesse و همکاران (۲۰۰۹) در کلاس کوچک (*C. kurdica*, *C. acuta*, *C. halleriana*, *C. demissa*, *C. depauperata* و *C. pamirica*) و به‌ندرت در کلاس متوسط (*C. iraqensis*, *C. leporina*, *C. sylvatica*, *C. pendula*، *C. melanostachya* و *C. hirta*) طبقه‌بندی می‌شوند که وجود ابعاد کوچک و متوسط بیان‌کننده احتمال گرده‌افشانی آنها با باد (مانند سایر اعضای تیره) است (Ball, 1990). تیپ دانه گرده در این جنس را Erdtman (۱۹۶۶؛ ۱۹۷۲)، Padhye و Makde (۱۹۸۰) و Haines و Lye (۱۹۸۳) به‌عنوان تیپ *Carex* معرفی کرده‌اند که در مطالعه حاضر تأیید شد. گفتنی است این تیپ *Carex* غالب‌ترین تیپ گرده‌ای در تیره اوپارسلام (*Cyperaceae*) شناخته می‌شود (Wodehouse, 1937; Erdtman, 1966; Van Wichelen et al., 1999). تزئینات سطحی دانه گرده این جنس در ایران در طبقه دانه‌دار - منفذدار (*granulate-perforate*) قرار می‌گیرد و مطالعه‌های پیشین (Halbritter, 2010) را تأیید می‌کند؛ البته این صفت به‌علت یکنواخت بودن به‌عنوان صفت تشخیصی بارز برای تمایز گونه‌ها کاربرد ندارد، اما تراکم تزئینات صفتی تشخیصی است که در سطح جنس برای این تیره به کار گرفته می‌شود (Nagels et al., 2009)؛ باوجوداین، تراکم و تعداد تزئینات تنوع زیادی در بین گونه‌ها دارد و فقط به‌عنوان صفتی کمکی در متمایز کردن گونه‌ها مؤثر است. اگرچه در برخی مطالعه‌ها (Tanaka et al., 2004) تزئینات سطحی کوچک دلیلی بر گرده‌افشانی با حشرات عنوان شده‌اند در برخی تیره‌های گیاهی مانند شعاعیان (*Asteraceae*)، توس (*Betulaceae*) و چمن (*Poaceae*) باوجود

C. grioletii, *C. tomentosa*, *C. sylvatica* و *C. capillaries* در گوشه سمت چپ بالای نمودار کنار هم قرار می‌گیرند. این گونه‌ها بر اساس صفت‌های نوع منفذ گرده، تعداد منفذ، قطبیت و نوع تزئینات از دیگر گونه‌ها مجزا می‌شوند و نقش صفت نوع منفذ در تفکیک این گونه‌ها بسیار اهمیت دارد.

گونه‌های *C. acuta*, *C. kurdica*, *C. supina*, *C. medwedewii*, *C. caucasica*, *C. liparocarpos*، *C. humilis*، *C. digitata*، *C. decaulescens* و *C. stenophylla* و دو زیرگونه *C. physodes* و *C. physodes ssp. subphysodes* و *C. oreophila*، *C. pachystylis* و *C. leporina* در سمت چپ پایین نمودار قرار می‌گیرند. در مطالعه حاضر، آرایه‌های سه بخشه *Ceratocystis*، *Phacocystis* و *Ammoglochin* بر اساس دو صفت مؤثر نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی و نوع منفذ از هم جدا می‌شوند.

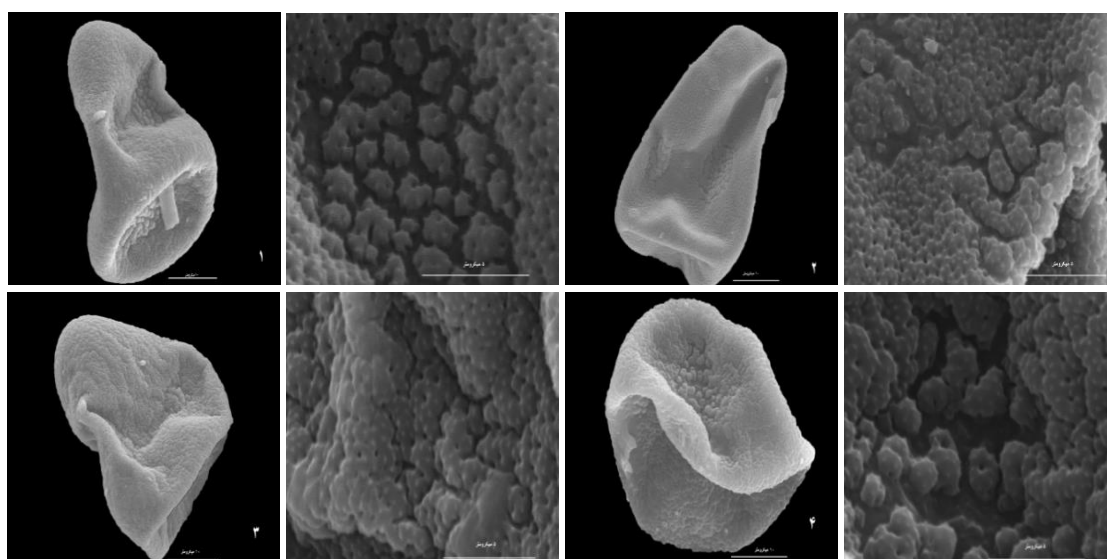
بحث

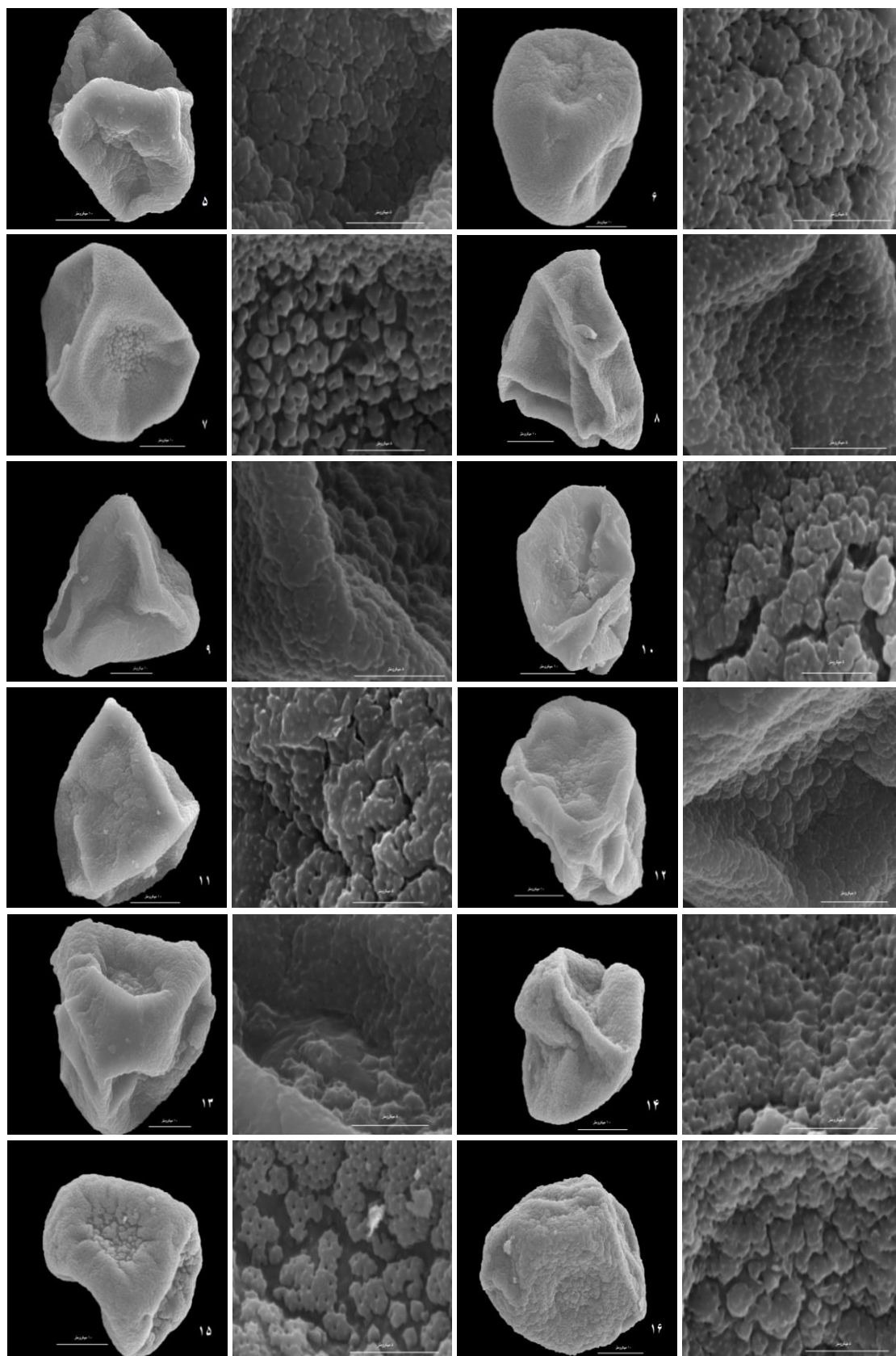
در پژوهش حاضر برای نخستین بار در ایران، صفت‌های دانه گرده ۴۸ گونه از ۲۶ بخشه متعلق به ۴ زیرجنس از *Carex* L. با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) و با رویکرد سیستماتیکی ارزیابی شدند. دانه‌های گرده در این جنس به‌علت پدیده بسته شدن منافذ در پاسخ به تنش خشکی (*harmomegathy*) (Wodehouse, 1935; Dunbar, 1973; Hesse et al., 2009; Nagels et al., 2009) تغییر شکل داده‌اند و غالباً به‌شکل خمیده دیده می‌شوند؛ ویژگی یادشده در مطالعه حاضر تأیید شد. دانه‌های گرده این جنس در

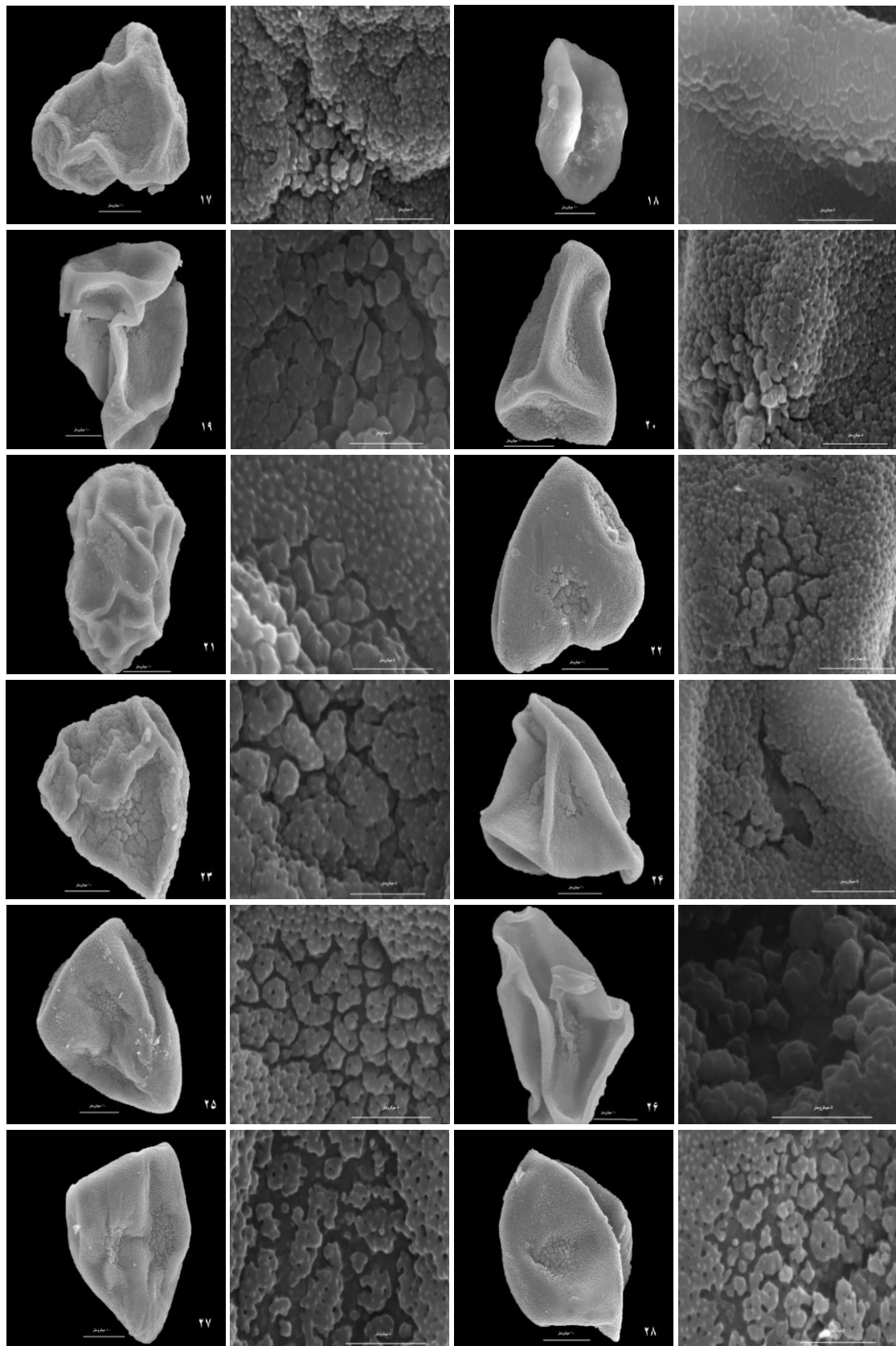
(Walker and Doyle, 1975; Moore *et al.*, 1991). Bruhl (۱۹۹۵) اعضای این تیره را بر اساس تعداد منافذ دانه گرده به دو گروه شامل گروه ۱ تا ۶ منفذی و گروه بیش از ۶ منفذ (منحصراً در سه جنس *Baumea*, *Machaerina*, *Tricostularia*) طبقه‌بندی کرده است؛ از سوی دیگر Koyama (۱۹۶۲) گرده‌های بیشتر گیاهان خانواده Cyperaceae (مشمول بر جنس *Carex*) را گرده‌هایی با فرمول ۱+۳ و ۱+۶ گزارش کرده است. Erdtman (۱۹۶۶) جنس *Carex* را با ۱ منفذ دایره‌ای در قطب دور یا نزدیک (Ulceroid) با انتهای ضخیم و ۳ منفذ جانبی کم‌ویش کم‌عمق و یا شیارهای طویل گزارش کرده است. Tarasevich (۱۹۹۲) جنس *Carex* را با ۵ تا ۸ منفذ یا شبه‌شیار (pseudocolpi) گزارش کرده است. Faegri و Iversen (۱۹۸۹) دانه‌های گرده جنس *Carex* را با ۴ تا ۶ منفذ لاکون‌دار (lacuna) گزارش کرده است. نتایج مطالعه حاضر گویای وجود منافذ فرورفته هستند و یافته‌های مطالعه‌های اخیر را تأیید می‌کنند.

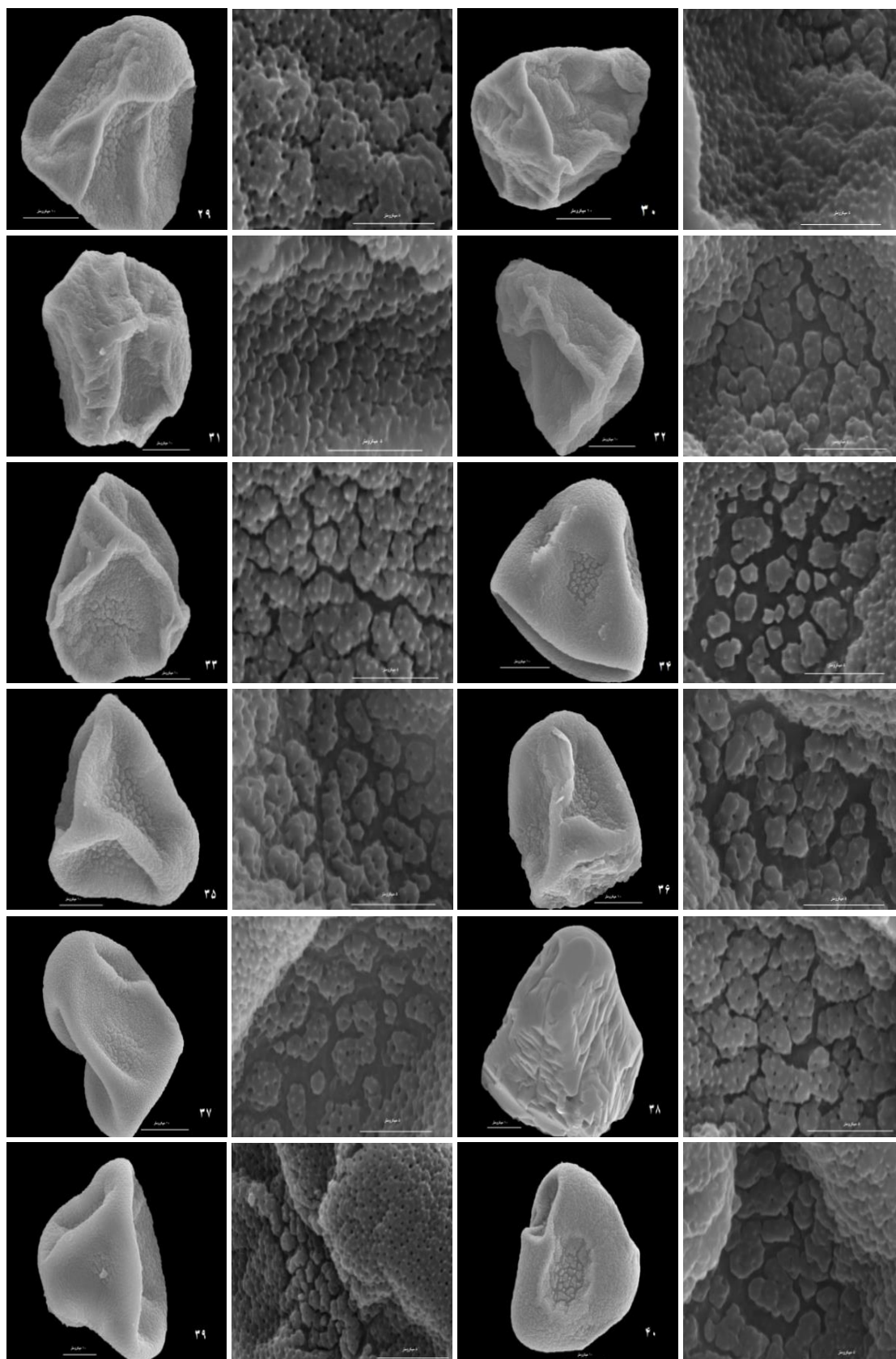
تزئینات کوچک سگ‌زین، گرده‌افشانی با باد انجام می‌شود (Vinckier and Smets, 2001)؛ علاوه‌براین، نخستین گرده از تیره اوپارسلام (Cyperaceae) از ائوسن میانی (Mid-Eocene) گزارش شده است که تیپ غالب گرده‌افشانی با باد در این تیره را نشان می‌دهد (Ball, 1990). گونه‌های سه بخشه *Ceratocystis* (*C. flava*, *C. serotina*) و *C. orbicularis* *Phacocystis* (*C. demissa* *Ammoglochin* و *C. kurdica* و *C. acuta*) (*C. pycnostachya* و *C. iraqensis*, *C. disticha*) به‌عنوان گونه‌های نزدیک بر اساس صفت‌های مؤثر نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی و نوع منفذ تفکیک می‌شوند؛ ساختار سه شیار فقط در گونه‌های *C. sylvatica*, *C. pendula*, *C. grioletii* و *C. depressa* و *C. diluta* از زیرجنس *Carex* دیده می‌شود.

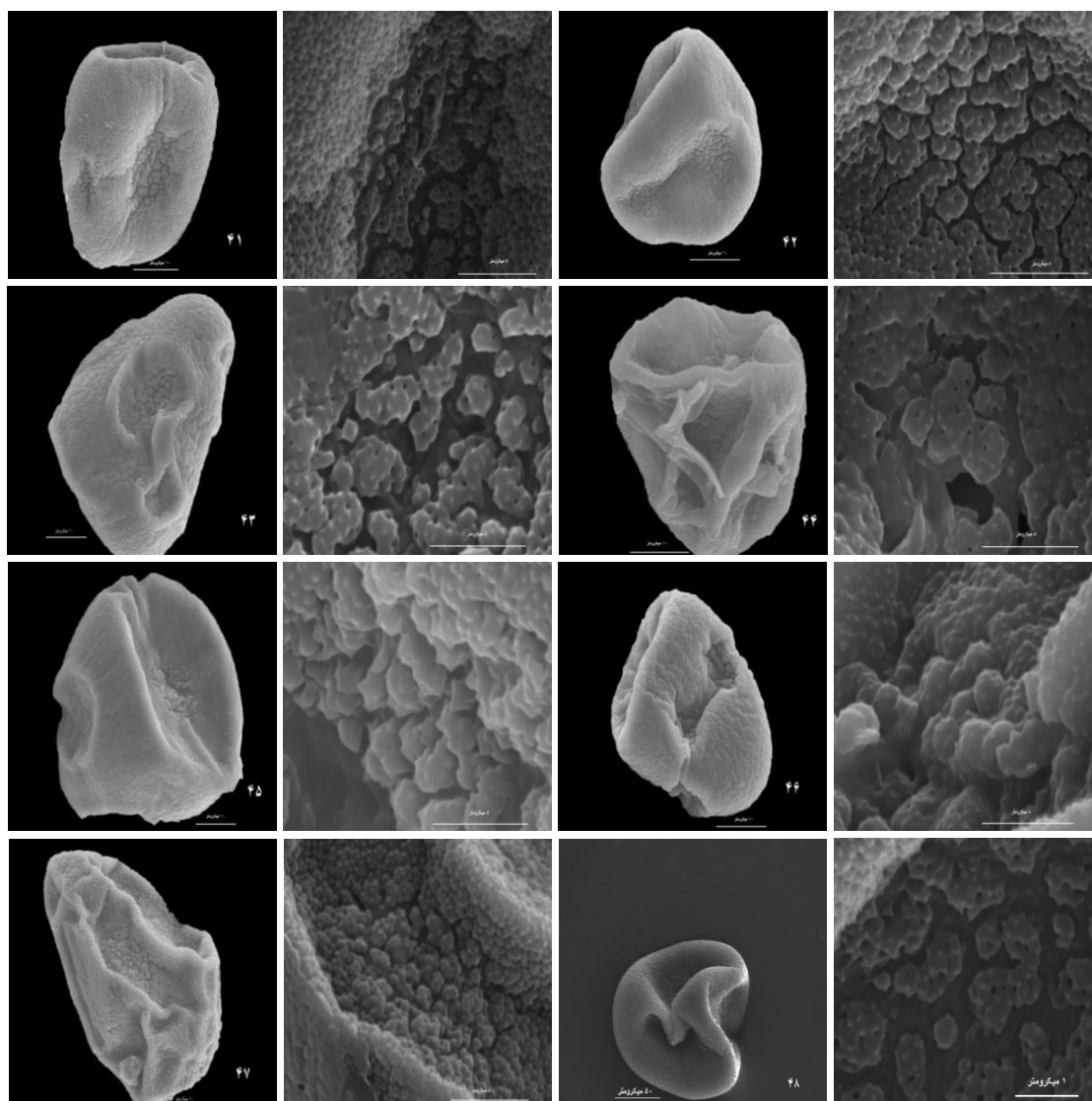
گفتنی است افزایش تعداد منافذ شاهدهی از صفت‌های اشتقاقی یا جدید درنظر گرفته می‌شود











شکل ۳- میکروگراف‌های میکروسکوپ الکترونی (SEM) از سطح دانه‌گرده‌هایی از جنس *Carex L.* (مقیاس ۵ میکرومتر است)؛
 ۱. *C. acutiformis*، ۲. *C. hirta*، ۳. *C. melanostachya*، ۴. *C. pamirica*، ۵. *C. rostrata*، ۶. *C. songorica*، ۷. *C. pendula*،
 ۸. *C. capillaris*، ۹. *C. sylvatica*، ۱۰. *C. flacca*، ۱۱. *C. depauperata*، ۱۲. *C. hordeistichos*، ۱۳. *C. secalina*، ۱۴. *C. diluta*،
 ۱۵. *C. distans*، ۱۶. *C. extensa*، ۱۷. *C. demissa*، ۱۸. *C. flava*، ۱۹. *C. serotina*، ۲۰. *C. pallescens*، ۲۱. *C. halleriana*، ۲۲. *C. digitata*،
 ۲۳. *C. humilis*، ۲۴. *C. grioletii*، ۲۵. *C. tomentosa*، ۲۶. *C. depressa*، ۲۷. *C. supina*، ۲۸. *C. liparocarpos*، ۲۹. *C. caucasica*،
 ۳۰. *C. decaulescens*، ۳۱. *C. acuta*، ۳۲. *C. kurdica*، ۳۳. *C. orbicularis*، ۳۴. *C. medwedewii*، ۳۵. *C. disticha*، ۳۶. *C. iraqensis*،
 ۳۷. *C. pachystylis*، ۳۸. *C. phyllostachys*، ۳۹. *C. pycnostachya*، ۴۰. *C. leporina*، ۴۱. *C. oreophila*، ۴۲. *C. otrubae*، ۴۳. *C. physodes*،
 ۴۴. *C. pseudofetida*، ۴۵. *C. remota*، ۴۶. *C. stenophylla*، ۴۷. *C. subphysodes*، ۴۸. *K. schoenoides*

نزدیک در کنار سایر شواهد دارای ارزش افتراقی
 است؛ باوجوداین، میانگین طول محور قطبی در بخشه

ابعاد دانه‌گرده مطالعه‌شده به‌علت هم‌پوشانی زیاد
 ارزش افتراقی زیادی ندارد و فقط در برخی گونه‌های

جنس را تخم‌مرغی تا گلابی‌شکل و Tarasevich (۱۹۹۲) آنها را در چهار شکل گلابی، تخم‌مرغی تا گلابی، کروی و سیبی شکل گزارش کرده‌اند. سطح اگزین تکتادار (tectae) و سوراخ‌دار (perforate) در مطالعه‌های متعددی (Erdtman 1966, Faegri and Iversen 1989, Moore et al., 1991) گزارش شده است و در مطالعه حاضر تأیید شد.

نتایج مطالعه حاضر نشان می‌دهند شکل تزیینات و قطبیت به‌علت یکنواختی ارزش سیستماتیکی بارزی ندارند. آنالیز خوشه‌ای بر اساس داده‌های گرده‌شناسی از طبقه‌بندی زیرجنس و بخش‌های موجود در فلور ایران (Amini Rad, 2011) و فلورا ایرانیکا (Kukkonen, 1998) متفاوت است و آنها را تأیید نمی‌کند؛ باوجوداین، صفت‌های گرده‌شناسی به‌عنوان شواهد باارزش در کنار سایر شواهد در تعیین محدوده گونه‌ها مؤثر هستند و وجود برخی صفت‌ها مانند تعداد منافذ در تعیین جهت‌گیری تکاملی گونه‌های این جنس ارزش بسیار زیادی دارند.

سپاسگزاری

از آقای جوادی متصدی آزمایشگاه میکروسکوپ الکترونی آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید بهشتی برای مساعدت‌های صمیمانه ایشان سپاسگزاری می‌شود.

Carex به‌طور معناداری از میانگین آن در بخشه *Indocarex* بیشتر است؛ این در حالیست که ارزش طول محور قطبی بر اساس مطالعه‌های متفاوت متغیر است. Meltsov و همکاران (۲۰۰۸) بر اهمیت ابعاد دانه گرده و منافذ در سطوح بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای تأکید کرده‌اند که در مطالعه‌های پیشین (Andrew, 1984; Fernandez, 1987; Tarasevich, 1992; Van Wichelen et al., 1999) نیز گزارش شده است. بر اساس مطالعه‌های Faegri و Iversen (۱۹۸۹) کوچک‌بودن محور قطبی (کوچک‌تر از ۴۰ میکرومتر به‌غیر از گونه *C. hirta*) یکی از ویژگی‌های متمایزکننده جنس *Carex* از سایر اعضای تیره است و همه گونه‌های ارزیابی‌شده در مطالعه حاضر به‌جز *C. flacca* و *C. secalina* این یافته را تأیید می‌کنند؛ این در حالیست که وجود محور قطبی بزرگ‌تر از ۴۰ میکرومتر در مطالعه‌ها گزارش شده است؛ درنتیجه، این صفت در همه گونه‌های این جنس وجود ندارد و دارای ارزش جهانی نیست. بر اساس مطالعه‌های Koyama (۱۹۶۲) بیشتر گرده‌های تیره Cyperaceae (مشمول بر جنس *Carex*) سیبی‌شکل طبقه‌بندی شده‌اند، در مطالعه‌های Moore و همکاران (۱۹۹۱) و Halbritter (۲۰۱۰) دانه‌های گرده این جنس گلابی‌شکل گزارش شده‌اند و نتایج پژوهش حاضر این یافته را تأیید می‌کنند. Iversen و Faegri (۱۹۸۹) دانه‌های گرده این

منابع

- Amini Rad, M. (2011) Cyperaceae. In: Flora of Iran (Eds. Assadi, M., Maassoumi, A. A., Babakhanlou, P. and Mozaffarian, V.) vol. 71. Research Institute of Forests and Rangelands
- Amini Rad, M. (2015) New record and new combination of *Carex L.* from Iran. Iranian Journal of Botany 21(2): 86-90.
- Amini Rad, M. and Sonboli, A. (2008) Leaf and stem anatomy of the *Cyperus* subgenus *Cyperus* in Iran. Rostaniha 9: 6-22.
- Amini Rad, M., Musaev, S. and Karimov, V. (2014a) Notes on *Carex* (Cyperaceae) sect. *Glandestinae* in Iran. Iranian Journal of Botany 20(1): 20-24.
- Amini Rad, M., Musaev, S. and Karimov, V. (2014b) A review of the genus *Carex* sect. *Ammoglochin* in Iran. Rostaniha 15(1): 1-5.
- Andrew, R. (1984) A practical pollen guide to the British flora (No. 1). Quaternary Research Association, Cambridge.
- Ball, P. W. (1990) Some aspects of the Phytogeography of *Carex*. Canadian Journal of Botany 68: 1462-1472.
- Bruhl, J. J. (1995) Sedge genera of the world: relationships and a new classification of the Cyperaceae. Australian Systematic Botany 8(2): 125-305.
- Crins, W. J. and Ball, P. W. (1988) Sectional limits and phylogenetic considerations in *Carex* section *Ceratocystis* (Cyperaceae). Brittonia 40: 38-47.
- Dunbar, A. (1973) Pollen development in the *Eleocharis palustris* group (Cyperaceae). I. Ultrastructure and ontogeny. Botaniska Notiser 126: 197-254.
- Egorova, T. V. (1999) The sedges (*Carex L.*) of Russia and adjacent states. Petersburg State Chemical-Pharmaceutical Academy, St. Petersburg and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Erdtman, G. (1966) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms. An introduction to palynology I. Hafner. publishing, New York.
- Erdtman, G. (1972) Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (an introduction to palynology I). (Corrected reprint of the edition 1952 with a new addendum). Hafner. publishing, New York.
- Faegri, K. and Iversen, J. (1989) Textbook of pollen analysis (Eds. Faegri, K., Kaland, P. E. and Krzywinski, K.) Hafner Publishing Company, New York.
- Fernandez, I. (1987) Contribucion al Canocimiento polinologico de Cyperaceae. Acta Botanica Malacitana 12: 173-182.
- Garcke, A. (1972) Illustrierte Flora. Deutschland und angrenzende Gebiete. Gefässkryptogamen und Blütenpflanzen. Verlag Paul Parey, Berlin.
- Haines, R. W. and Lye, K. A. (1983) The sedges and rushes of East Africa: A flora of the families Juncaceae and Cyperaceae in East Africa, with a particular reference to Uganda. East African Natural History Society, Nairobi.
- Hallier, E. (1881) Cyperaceae. In: Flora von Deutschland (Ed. Hallier, E.) 5-39: 190-196. Köhler Gera Untermaus.
- Haq, E. U., Dar, G. H., Wafai, B. A. and Khuroo, A. A. (2011) Taxonomy and phytogeography of genus *Carex L.* (Cyperaceae) in the Kashmir Himalaya. Life, 50(1): 1-11.

- Hefler, S. M. and Longhi-Wagner, H. M. (2010) Contribution of leaf anatomy to the taxonomy *Cyperus* L. subg. *Cyperus* (Cyperaceae) species from Southern Brazil. *Acta Botanica Brasilica* 24(3): 708-717.
- Halbritter, H. (2010) *Costus barbatus*. PalDat-Palynological Database. 2010-05-31. Retrieved from https://www.paldat.org/pub/Costus_barbatus/103320. On: 17 July 2015.
- Hendrichs, M., Michalski, S., Begerow, D., Oberwinkler, F. and Hellwig, F. H. (2004a) Phylogenetic relationships in *Carex*, subgenus *Vignea* (Cyperaceae), based on ITS sequences. *Plant Systematics and Evolution* 246(1-2): 109-125.
- Hendrichs, M., Oberwinkler, F., Begerow, D. and Bauer, R. (2004b) *Carex*, subgenus *Carex* (Cyperaceae)-A phylogenetic approach using ITS sequences. *Plant Systematics and Evolution* 246(1-2): 89-107.
- Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, R., Buchner, A., Frosch-Radivo, A. and Ulrich, S. (2009) *Pollen terminology: An illustrated handbook*. Springer-Verlag, Wien.
- Hipp, A. L., Reznicek, A. A., Rothrock, P. E. and Weber, J. A. (2006) Phylogeny and classification of *Carex* section *Ovales* (Cyperaceae). *International Journal of Plant Sciences* 167(5): 1029-1048.
- Hoshino, T. (1984) Scanning electron microscopic observation of the surface pattern of achenes in *Carex*. *The Bulletin of the Hiruzen Research Institute* 10: 59-71.
- Kirpes, C. C., Clark, L. G. and Lersten, N. R. (1996) Systematic significance of pollen arrangement in microsporangia of Poaceae and Cyperaceae: review and observations on representative taxa. *American Journal of Botany* 83(12): 1609-1622.
- Koyama, T. (1962) Classification of the family Cyperaceae (2). *Journal Faculty Science University of Tokyo, Sect. III Botany* 8: 149-278.
- Kreczetowicz, V. I. (1935) *Carex* (Cyperaceae). In: *Flora URSS* (Eds. Komarov, V. L. and Schischkin, B. K.) vol. 3. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Leningrad.
- Kükenthal, G. (1909) Cyperaceae-Caricoideae. In: *Das Pflanzenreich: regni vegetabilis conspectus IV* (Ed. Engler, H. G. A.) 20: 1-814. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Kukkonen, I. (1998) Cyperaceae. In: *Flora Iranica* (Ed. Rechinger, K. H.) vol. 173. Akademische Druck-U verlagsanstalt, Graz.
- Meltsov, V., Poska, A. and Saar, M. (2008) Pollen size in *Carex*: the effect of different chemical treatments and mounting media. *Grana*, 47(3): 220-233.
- Menapace, F. J. and Wujek, D. E. (1985) Scanning electron microscopy as an aid to sectional placement of taxa within the genus *Carex* (Cyperaceae): Sections *Lupulinae* and *Vesicariae*. *Micron and Microscopica Acta* 16: 213-214.
- Menapace, F. J., Wujek, D. E. and Reznicek, A. A. (1986) A systematic revision of the genus *Carex* (Cyperaceae) with respect to the section *Lupulinae*. *Canadian Journal of Botany* 64(11): 2785-2788.
- Metcalf, C. R. (1971) *Anatomy of the Monocotyledons*. vol. 5, Cyperaceae. Clarendon Press, Oxford.
- Meyer, N. R. and Yaroshevskaya, A. S. (1976) Phylogenetic significance of the development of pollen grain walls in Liliaceae, Juncaceae and Cyperaceae. *Linnean Society Symposium Series* 1: 91-100.
- Moore, P. D., Webb, J. A. and Collison, M. E. (1991) *Pollen analysis*. Blackwell scientific publications, Oxford.

- Nagels, A., Muasya, A. M., Huysmans, S., Vrijdaghs, A., Smets, E. and Vinckier, S. (2009) Palynological diversity and major evolutionary trends in Cyperaceae. *Plant Systematics and Evolution* 277(1-2): 117.
- Padhye, M. D. and Makde, K. H. (1982) Pollen morphology of Cyperaceae. *Journal Palynology* 16: 71-80.
- Pignotti, L. and Mariotti, L. M. (2004) Micromorphology of *Scirpus* (Cyperaceae) and related genera in south-west Europe. *Botanical journal of the Linnean Society* 145(1): 45-58.
- Rettig, J. H. (1986) Achene micromorphology of the *Carex pensylvanica* (*Carex* section *montanae*) complex in North-America. *American Journal of Botany* 73: 782-783.
- Reznicek, A. A. (1990) Evolution in sedges (*Carex*, Cyperaceae). *Canadian Journal of Botany* 68(7): 1409-1432.
- Shah, C. K. (1962) Pollen development in some members of the Cyperaceae. *Plant Embryologyia Symposium*, New Delhi, India.
- Shah, C. K. (1967) Pollen development in some Cyperaceae. II. Phase of contraction and abnormal pollen. *Vidya* 10(1): 204-210.
- Tallent, R. C. and Wujek, D. E. (1983) Scanning electron microscopy as an aid to taxonomy of sedges (Cyperaceae: *Carex*). *Micron and Microscopica Acta* 14: 271-272.
- Tanaka, N., Uehara, K. and Murata, J. (2004) Correlation between pollen morphology and pollination mechanisms in the Hydrocharitaceae. *Journal of Plant Research* 117(4): 265-276.
- Tarasevich, V. F. (1992) Palinologicheskoe izuchenie roda *Carex* (Cyperaceae). *Palynological study of the genus Carex (Cyperaceae).* Bot. Zhurn 77(11): 4-15.
- Toivonen, H. and Timonen, T. (1976) Perigynium and achene epidermis in some species of *Carex* subg. *Vignea* (Cyperaceae), studied by scanning electron microscopy. *Annales Botanici Fennici* 3: 49-59.
- Van Wichelen, J., Camelbeke, K., Chaerle, P., Goetghebeur, P. and Huysmans, S. (1999) Comparison of different treatments for LM and SEM studies and systematic value of pollen grains in Cyperaceae. *Grana* 38(1): 50-58.
- Vinckier, S. and Smets, E. (2001) The potential role of orbicules as a vector of allergens. *Allergy* 56(12): 1129-1136.
- Vrijdaghs, A., Goetghebeur, P., Muasya, A. M., Smets, E., Caris, P. and Goldblatt, P. (2004) The nature of the perianth in *Fuirena* (Cyperaceae). *South African Journal of Botany* 70(4): 587-594.
- Walker, J. W. and Doyle, J. A. (1975) The bases of angiosperm phylogeny: palynology. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 62: 664-723.
- Wodehouse, R. P. (1935) Pollen grains. McGraw-Hill Companies, Inc., New York.
- Wodehouse, R. P. (1937) Pollen grains: their structure, identification and significance in science and medicine. *The Journal of Nervous and Mental Disease* 86(1): 104.

