

ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول در گونه‌های *Carex* زیرجنس *Carex* در ایران*

دریافت: ۱۳۹۹/۱۱/۱۱ / پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۱۲

انسیه پسرکلو: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد سیستماتیک و اکولوژی گیاهی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
محمد امینی‌راد✉: استادیار پژوهش بخش تحقیقات گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (aminirad2000@yahoo.co.uk)
احمدرضا محرابیان: استادیار گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

جنس *Carex*، بزرگ‌ترین جنس تیره اویارسلام در دنیا و ایران، دارای چهار زیرجنس است که زیرجنس *Carex* با داشتن ۶۸ گونه در محدوده فلورا ایرانیکا و ۴۴ گونه در ایران بزرگ‌ترین زیرجنس می‌باشد. این جنس به دلیل داشتن شباهت‌های ریخت‌شناسی بین گونه‌ها، از گروه‌های کمپلکس متعددی تشکیل شده است. صفات مربوط به ساختارهای زایشی به ویژه اوتریکول و فندقه برای شناسایی و مرزبندی گونه‌ها در این جنس از اهمیت خاصی برخوردارند. در این تحقیق، ساختار اوتریکول در بین گونه‌های زیرجنس *Carex* در ایران مطالعه شده است. به منظور ارزیابی صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی، از نمونه‌های هرباریومی استفاده شد و داده‌های به دست آمده، با استفاده از نرم‌افزار PAST نسخه ۳/۱۴ آنالیز شدند. صفاتی از قبیل شکل اوتریکول (نمای کلی و عرضی)، بالدار و یا بالدار نبودن حاشیه، جنس، وجود رگه و تعداد آن، وجود کرک و منقار (شکل و طول) از اهمیت بیشتری نسبت به سایر صفات برخوردار بودند. کلید شناسایی براساس صفات ریخت‌شناسی برای گونه‌های زیرجنس *Carex* در ایران تهیه شد. صفات ریخت‌شناسی اوتریکول صرفاً در سطح گونه مفید بوده، ولی در سطح فراگونه (بخش) و همچنین صفات ریزریخت‌شناسی، نه در سطح گونه و نه در سطح بخش مؤثر واقع نشد. به علاوه، آنالیز تجزیه خوشه‌ای براساس داده‌های ریخت‌شناسی اوتریکول، طبقه‌بندی‌های مرسوم بخش‌ها در فلورا ایران و فلورا ایرانیکا را تأیید نکرد، ولی با نتایج فیلوژنی مطابقت بیشتری نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ناکسونومی، تیره اویارسلام، فندقه، کلید شناسایی، میکروسکوپ الکترونی نگاره

Study on utricle morphological and micro-morphological characters of *Carex* subgenus *Carex* in Iran

Received: 30.01.2021 / Accepted: 02.06.2021

Ensieh Pesarakloo: MSc Graduate, Department of Plant Sciences and Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Mohammad Amini Rad✉: Research Assistant Prof., Department of Botany, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran (aminirad2000@yahoo.co.uk)

Ahmadreza Mehrabian: Assistant Prof., Department of Plant Sciences and Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Summary

Carex, the largest genus of *Cyperaceae* family in the world and Iran, includes four subgenera, of which the subgenus *Carex* with 68 species in Flora Iranica area and 44 species in Iran is the largest subgenus. Due to morphological similarities between species, this genus is composed of several complex groups. The reproductive structures (inflorescence and flower) in this genus, especially utricle and nut, are of special importance for the identification and delimitation of species. In this research, the utricle characters among *Carex* species in Iran have been studied. In order to evaluate the morphological and micromorphological characters, herbarium samples were used and the obtained data were analyzed using PAST software Ver. 3.14. Utricle shape (general and transverse view), winged or wingless margin, wall material, the presence of veins and its number, the presence of hair and beak (shape and length) were more important than other characters. Identification key was prepared based on morphological characters for subgenus *Carex* in Iran. The morphological traits of utricle were useful only at the species level but were not effective at the section level and also the micromorphological traits were not effective at either the species level or the cluster level. Also, cluster analysis based on utricle morphological data did not confirm the conventional classifications of sections in the Flora Iranica and the Flora of Iran, but showed more agreement with phylogenetic results.

Keywords: *Cyperaceae*, identification key, nut, SEM, taxonomy

* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست به راهنمایی دکتر محمد امینی‌راد و دکتر احمدرضا محرابیان ارائه شده به دانشکده علوم دانشگاه شهید بهشتی

مقدمه

و *Vigneastra* (Tuckerman) Kükenthal (= *Indocarex* و *Baillon ex Kükenthal, nom. illeg. Superfl.*) تقسیم شده که در تحقیقات مولکولی اخیر نیز با تغییرات جزئی در اعضا، این زیرجنس‌ها پذیرفته شده است. صفات مربوط به گل‌آذین، گل و میوه (فندقه) در این جنس از با ارزش‌ترین صفات در تشخیص گونه‌ها از هم شناخته می‌شوند. به عنوان مثال، در ساختار گل می‌توان از اوتریکول (اندام کیسه مانند دربرگیرنده مادگی) نام برد که تفاوت‌های موجود در شکل (نمای عرضی)، طول منقار و یا فقدان منقار، حالت منقار، حاشیه و اندازه، صاف یا زگیلکی بودن، داشتن رگه و ... از جمله صفات مهم برای تشخیص گونه‌ها در جنس *Carex* می‌باشند (Haq et al. 2011).

اوتریکول چیست؟

در گیاهان قبیله *Cariceae* و به ویژه جنس *Carex*، گل ماده و گاهی قسمتی از پایه گل‌آذین نر، به طور کامل یا قسمتی از آن درون برگ‌های تغییر شکل یافته کیسه مانند قرار می‌گیرند که بعد از تبدیل گل ماده به میوه، این اندام کیسه مانند، میوه را دربر می‌گیرد. در اغلب فلورها، برای این اندام از دو واژه اوتریکول (*utricle*) و یا پریژینیوم (*perigynium*) استفاده شده است. واژه اوتریکول بیشتر در دنیای قدیم از جمله اروپا (Chater 1980)، روسیه (Egorova 1999) و آسیا از جمله ایران (Kukkonen 1998)، پاکستان (Kukkonen 2001) و چین (Dai et al. 2010) و همچنین مقالات چاپ شده در این کشورها استفاده شده، در حالی که واژه پریژینیوم در آمریکای شمالی (Reznicek 1998, Ball et al. 2002)، شوروی سابق (Shishkin 1935) و مقالات چاپ شده در این کشورها به کار برده شده است. اخیراً، در خصوص انتخاب نام واحد و صحیح برای این اندام و اصطلاحات به کار رفته، مطالعه‌ای توسط جیمز و همکاران (Jiménez-Mejías et al. 2016b) انجام شده است. طبق نظر این دانشمندان، اوتریکول در حقیقت نوعی پریژینیوم می‌باشد. به طور کلی پریژینیوم یک نوع برگ تغییر شکل یافته در جنس *Carex* که به شکل گلپوش یا تقریباً دربرگیرنده به طور کامل مادگی یا در حاشیه به هم پیوسته و در نیمه بالایی از هم شکافته می‌باشد، در حالی که اوتریکول، یک نوع پریژینیوم است با حاشیه‌های سرتاسر به هم پیوسته به شکل تخم‌مرغی یا بیضوی که تنها در انتها (جایی که به شکل دهانه تمایز پیدا می‌کند و منقار نامیده می‌شود) باز می‌باشد.

جنگیان (*Cyperaceae*) با داشتن ۱۰۴ جنس و حدود ۵۰۰۰ گونه، سومین تیره بزرگ تک‌لپه‌ای‌ها در جهان به شمار می‌آیند (Goetghebeur 1998). جنس *Carex* L. از قبیله *Cariceae* با داشتن تقریباً ۲۰۰۰ گونه (متشکل از گروه‌های پیچیده آرایه‌شناختی)، پنجمین جنس بزرگ دنیا (Frodin 2004) و بزرگ‌ترین جنس این تیره به حساب می‌آید که به خاطر پراکنش جهانی از نظر بوم‌شناختی نیز حایز اهمیت است (Bugg et al. 2013, Reznicek 1990). اگرچه پراکنش گیاهان این جنس به صورت جهان‌وطن بوده و در اغلب زیستگاه‌ها قدرت رویش دارند، ولی بیشتر گونه‌ها متعلق به مناطق معتدله نیمکره شمالی با مرکز تنوع در شرق آسیا و شمال آمریکا می‌باشند (Ball 1990, Reznicek 1990). جنس مذکور به دلیل پوشش کامل فندقه‌ها توسط غشایی کاغذی یا چرمی به نام اوتریکول (*utricle*) به راحتی از دیگر جنس‌های این تیره قابل شناسایی است. در اغلب تحقیقات فیلوژنی (Starr et al. 2004, 2008, Starr & Ford 2009, Waterway & Starr 2007)، اعضای قبیله *Cariceae* (*Carex* L., *Schoenoxiphium*, *Kobresia* Willd., *Cymophyllus* Mack., *Uncinia* Pers., *Nees* و *Vesicarex* Steyerem.) در سه گروه اصلی و یک گروه فرعی قرار می‌گیرند. در مطالعات مولکولی واتروی و همکاران (Waterway et al. 2009) گروه فرعی بخش *Siderostictae* (متشکل از گونه‌های جنگلی واقع در شرق آسیا از جنس *Carex*) به عنوان گروه خواهری نسبت به سایر گروه‌ها در قبیله *Cariceae* را به عنوان گروه اصلی تشخیص دادند. اخیراً، تیم جهانی *Carex* (Global Carex Group 2015) با استفاده از نتایج ملکولی توافق کردند که کلیه اعضای قبیله *Cariceae* در رده‌بندی‌های مرسوم به جنس *Carex* منتقل شوند و به این ترتیب جنس‌های *Kobresia*، *Cymophyllus* و *Schoenoxiphium* و *Uncinia* به سطح زیرجنس کاهش پیدا می‌کنند. تیم جهانی مذکور، با استفاده از سه ناحیه ژنی ETS، *matK* و ITS روی ۹۹۶ گونه از ۱۹۸۳ گونه پذیرفته شده این جنس (تقریباً ۵۰٪) متعلق به ۱۱۰ بخش از ۱۲۶ بخش شناخته شده (تقریباً ۹۲٪)، مرزبندی بخش‌ها و زیرجنس‌ها را نیز مطالعه کردند (Jiménez-Mejías et al. 2016a).

در آرایه‌شناسی کلاسیک (Kükenthal 1909, Kukkonen 1998)، این جنس براساس ساختار گل‌آذین به چهار زیرجنس *Carex* (= *Psyllophora* (Degl.) Peterm. [، *Primocarex* Kük.) و *Vigne* (B.Beauv. ex Lestib.) Peterm.]

داشتن ۴۵ آرایه (۴۴ گونه و یک زیرگونه) بزرگ‌ترین زیرجنس از *Carex* می‌باشد که در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۳).

شبهات و نزدیکی گونه‌ها در این جنس، موجب سختی در شناسایی و مرزبندی آن‌ها می‌گردد. از این رو، مطالعه دقیق صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی برخی از اندام‌ها از جمله اوتریکول و فندقه ممکن است تا حدودی در حل این مشکلات مفید واقع شود. در این تحقیق، صفات ریخت‌شناسی و تزیینات سطحی اوتریکول در ۴۵ آرایه از زیرجنس *Carex* با استفاده از بینوکولر و میکروسکوپ الکترونی نگاره مورد بررسی قرار گرفت. اهداف تحقیق حاضر عبارت بودند از: ۱- آیا صفات اوتریکول می‌تواند در تعیین محدوده زیرجنس‌ها و بخش‌ها موثر باشد، ۲- آیا با استفاده از ویژگی‌های اوتریکول می‌توان گونه‌ها را از هم تشخیص داد و ۳- آیا مرزبندی بخش‌ها و زیرجنس‌ها توسط اوتریکول با تقسیم‌بندی فلورا ایرانیکا و فلور ایران مطابقت دارد؟

روش بررسی

در این تحقیق، صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول در ۴۵ آرایه از جنس *Carex* زیرجنس *Carex* و گونه *C. microglochin* Wahlenb. به عنوان برون گروه مورد ارزیابی قرار گرفت. به این منظور، از نمونه‌های هرباریومی مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (IRAN)، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) و هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) استفاده گردید (جدول ۱). نمونه‌های هرباریومی با استفاده از فلورهای ایران (امینی‌راد ۱۳۹۰) و فلورا ایرانیکا (Kukkonen 1998) شناسایی شدند. برای مطالعه صفات ریخت‌شناسی، از هر آرایه به طور میانگین سه جمعیت و از هر کدام پنج عدد اوتریکول انتخاب شد و سپس توسط بینوکولر المپوس مطالعه و از آن‌ها عکس‌برداری شد (شکل ۲). در ادامه، جهت مطالعه صفات ریزریخت‌شناسی، نمونه‌ها روی پایه‌های آلومینیومی مخصوص میکروسکوپ الکترونی تثبیت شده و سپس با دستگاه 550 Sputter Emitech EMK تحت پوشش طلا قرار گرفتند و با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) مدل Cam Scan Hitachi SU3500 عکس‌برداری شدند (شکل ۳). به علاوه، صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی (کمی و کیفی) اوتریکول (جدول‌های ۲ و ۳)، پس از کدگذاری با استفاده از نرم‌افزار PAST (Ver. 4)، آنالیز و به مولفه‌های اصلی تجزیه شدند و درختچه (دندروگرام) مربوطه نیز ترسیم گردید (شکل ۱).

ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول و فندقه برای شناسایی گونه‌ها در جنس *Carex* از دیرباز مورد توجه بوده و از این صفات به دفعات در کلید شناسایی جنس *Carex* در مطالعات مختلف استفاده شده است که به عنوان مثال می‌توان به فلورهای کشورهای مختلف (Nilsson 1985, Kukkonen 1998, 2001)، مونوگراف‌ها (Kükenthal 1909, Egorova 1999) اشاره کرد. اخیراً، علاوه بر صفات ریخت‌شناختی، از صفات ریزریخت‌شناختی نیز جهت شناسایی و مرزبندی گونه‌ها استفاده شده است. مطالعات ریزریخت‌شناسی اندام‌های گیاهی به ویژه فندقه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی توانسته است نقش موثر و مکمل در تاکسونومی تیره *Cyperaceae* (Liu 1999, Zhang 2006)، جنس *Carex* (Toivonen & Timonen 1976, Menapace et al. 1986, Zhang et al. 2000) و همچنین در تاکسونومی یا شناسایی گونه‌های جدید (Oda et al. 2003, Oda & Nagamasu 2008, Jin et al. 2011, 2012, 2014) در جنس *Carex* داشته باشد. صفات ریزریخت‌شناختی و همچنین تزیینات سیلیسی سطح سلول‌های اپیدرمی فندقه به همراه تشریح ساقه و برگ نیز می‌تواند به عنوان یک صفت مهم در آرایه‌شناختی این تیره به کار گرفته شود (Starr & Ford 2001, Szczepanik-janyszek & Klimko 1999, Zhang 2006) شویلر (Schuyler 1971) برای نخستین بار در رده‌بندی آرایه‌شناختی این تیره با استفاده صفحه سیلیکا در فندقه، جنس‌های *Scirpus* L. و *Eriophorum* L. را از هم جدا کرد. بیشتر این مطالعات با استفاده از ویژگی‌های ریخت‌شناختی فندقه صورت گرفته و مطالعات محدودی به بررسی ویژگی‌های اوتریکول (Janyszek et al. 2008, Janyszek & Jagodzinski 2009) پرداخته شده است. به منظور اثبات نقش اوتریکول در مرزبندی گونه‌ها و بخش‌ها در جنس *Carex*، جمعیت‌های مختلف گونه‌های زیرجنس *Carex* از نظر صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول مطالعه شدند.

در فلور ایران (Amini Rad 2011)، جنس *Carex*، نمایندگان از هر چهار زیرجنس دارد و تعداد گونه‌های ذکر شده در این منبع ۵۷ گونه، ۱۶ زیرگونه و یک گونه هیبرید می‌باشد. همچنین در چند سال اخیر، گونه‌های *Carex diandra* Schrank (Amini Rad & Sharifi 2013)، *C. disticha* (Amini Rad et al. 2014a)، *C. iraqensis* (Amini Rad et al. 2014b) و *C. tristis* (Amini Rad 2015) از ایران گزارش شده‌اند که به این ترتیب تعداد گونه‌های این جنس در ایران به ۶۲ گونه افزایش یافته است. زیرجنس *Carex* با

جدول ۱- مشخصات مربوط به گونه‌های مورد مطالعه

Table 1. Specifications of the studied species

Section	Taxon	Locality	Herbarium No.
<i>Acrocystis</i>	<i>C. tomentosa</i> L.	E. Azarbaijan province: Arasbaran, Asheghlou, 2 km Kalaleh-Sofla, 1230 m	IRAN-53895
<i>Atratae</i>	<i>C. caucasica</i> Stev.	E. Azarbaijan province: Arasbaran protected region: Kalan, Barazeh-Tchay, 1750–2500 m	HSBU-83972
	<i>C. medwedewii</i> Leskov	W. Azarbaijan province: Orumieh, Dizaj, Kisian, Buz-e Sina mt., 2910 m	IRAN-58486
	<i>C. melanantha</i> C.A.Mey.	Mazandaran province: Baladeh road, Kalak-e Olia, N. slope of Azadkuh mt.	TARI-107001
	<i>C. popovii</i> ssp. <i>brunneola</i> (Kukkonen) Amini Rad	Tehran province: Tochal, 2500–2600 m	IRAN-43411
	<i>C. popovii</i> ssp. <i>popovii</i>	Khorasan province: Mashhad, N. slopes of Binaloud, above Zoshk village, 2100–3000 m	TARI-48846
<i>Aulocystis</i>	<i>C. tristis</i> M.Bieb.	W. Azerbaijan province: Khoy, Pasak, Hesar Badalan to Avrin, 2790 m	IRAN-60826
<i>Capillares</i>	<i>C. capillaris</i> L.	E. Azerbaijan province: Arasbaran area, Doghroon mt., 2600 m	IRAN-37235
<i>Carex</i>	<i>C. acutiformis</i> Ehrh.	E. Azerbaijan province: Inter Tabriz and Marand, Yam	HSBU-73467
	<i>C. hirta</i> L.	E. Azerbaijan province: 15 km Keleibar to Khodafarin, Govar, 1500 m	IRAN-38676
	<i>C. melanostachya</i> M.B. ex Willd.	E. Azerbaijan province: Ahar to Horand, Majid-abad, Kandeh, Halilu, Chaman-Gol mt., 2400–2943 m	IRAN-71291
	<i>C. pamirica</i> (O.Fedtsch.) O. & B.Fedtsch. ex B.Fedtsch.	Gilan province: Lowshan, KelishomVillage, Holoshkuh area	IRAN-47638
	<i>C. pseudocyperus</i> L.	Gilan province: Langeroud, Chamkhaleh, Talab Amirkelayeh	IRAN-35553
	<i>C. riparia</i> Curtis	Gilan province: 5 km Rasht-Tehran road, Agriculture Research Centre	IRAN-71100
		<i>C. rostrata</i> Stokes	Ardebil province: Meshkin-shahr, Qotur Sou, Shabil, 2650 m
	<i>C. songorica</i> Kar. & Kir.	Bakhtiari province: Between Ghandoman & Ardal, Talab-e Tchaghakhor	HSBU-862012
<i>Ceratocystis</i>	<i>C. cilicica</i> Boiss.	E. Azerbaijan province: Inter Tabriz and Marand, Yam	HSBU-72330
	<i>C. demissa</i> ssp. <i>iranica</i> Kukkonen	Tehran province: Tochal, 2500–2600 m	IRAN-43445
	<i>C. flava</i> L.	Lorestan province: Doroud, Gahar lake	IRAN-37231
	<i>C. serotina</i> ssp. <i>philocrena</i> (V.Krecz.) Kukkonen	Esfahan province: Sohran, weeds around wheat field	HSBU-862557
<i>Fulvella</i>	<i>C. diluta</i> M.Bieb.	Tehran province: Darakeh toward Tuchal mt.	HSBU-821047
	<i>C. distans</i> L.	Bakhtiari province: Between Ghandoman & Ardal, Talab-e Tchaghakhor	HSBU-862011
	<i>C. extensa</i> Good.	Gilan province: Langeroud, Chamkhaleh, Hassanabekandeh village	IRAN-38684
<i>Glandestinae</i>	<i>C. digitata</i> L.	Gilan province: 2 km S. Lahidjan, around Sustan	HSBU-76912
	<i>C. humilis</i> Leysser	Gilan province: Asalem to Khalkal, near Kerman from Larzare, 1950 m	IRAN-68364
	<i>C. pediformis</i> C.A.Mey.	Mazandaran province: Alasht, Asb-e Khoni, El-Tamer mt., 2900–3400 m	IRAN-66044
<i>Glauciae</i>	<i>C. flacca</i> Schreber ssp. <i>erythrosthachys</i> (Hoppe) Holub	Golestan province: Gorgan, Golestan National Park, Ghoush-Tcheshme	HSBU-85185
<i>Hallerianae</i>	<i>C. halleriana</i> Asso	E. Azerbaijan province: Kaleibar, Ghaleh Dareh-si	IRAN-71297
<i>Lamprochlanae</i>	<i>C. supina</i> Willd. ex Wahlenb.	W. Azerbaijan province: Bazargan, Boralan, 1900 m	IRAN-50607
	<i>C. liparocarpos</i> Gaudin	E. Azerbaijan province: Kalibar, Ghaleh Dareh-si, 1620–1795 m	IRAN-71296
<i>Mitratae</i>	<i>C. depressa</i> ssp. <i>transsilvanica</i> (Schur) Egor.	Golestan province: Gorgan, Ziarat, 1400 m	IRAN-39109
<i>Phacocystis</i>	<i>C. acuta</i> L.	Kordestan province: N. Sanandaj, 15 km after Sarab Ghamish, 1750 m	IRAN-37216
	<i>C. elata</i> All. ssp. <i>elata</i>	Spain: Huelva province: Donana National Park, La Rocina stream, 10 m	SPJM07 & L. Reina
	<i>C. kurdica</i> Kük.	Kurdestan province: 18–20 km from Marivan to Paveh	IRAN-43620
	<i>C. orbicularis</i> ssp. <i>kotschyana</i> (Boiss. & Hohen.) Kukkonen	Semnan province: Shahrud, Shahkuh-e Olia, 2800–3250 m	IRAN-71306
<i>Paniccae</i>	<i>C. panicea</i> L.	Kordestan province: 51 km from Saqqez to Divandarre, Tilko, 2080 m	IRAN-54780
<i>Porocystis</i>	<i>C. pallescens</i> L.	Gilan province: 2 km S. Lahidjan, around Sustan	HSBU-76915
	<i>Rhynchocystis</i>	<i>C. pendula</i> Huds.	Mazandaran province: Ramsar, Siahkalerud to Javaherdasht, 1400–1700 m

Table 1 (contd)			جدول ۱ (ادامه)
<i>Secalinae</i>	<i>C. secalina</i> Willd. ex Wehlenb.	Kohkilouyeh province: Yasuj to Kakan, Ab-Nahr, 2400–2500 m	IRAN-41587
	<i>C. hordeistichos</i> Vill.	W. Azarbaijan province: 12 km to Makou, 1020 m	IRAN-41627
<i>Setigerae</i>	<i>C. grioletii</i> Roem.	Golestan province: Kordkuy, Park Jangali	IRAN-41636
<i>Strigosae</i>	<i>C. strigosa</i> Huds.	Mazandaran province: Nowshahr, Kheiroud Kenar forest	IRAN-57392
	<i>C. sylvatica</i> Huds.	Mazandaran province: Chamestan, Vaz forest	IRAN-48952
<i>Ventricosae</i>	<i>C. depauperata</i> Curtis ex With.	Golestan province: Park-e Melli Golestan, around water fall	IRAN-53842
	<i>C. michelii</i> Host	E. Azerbaijan province: Khodafarin, Serahi-ye Balan to Kalaleh Olia, 1650 m	IRAN-35603
<i>Leucoglochis</i>	<i>C. microglochis</i> Wahlenb.	Semnan province: Shahroud, Tash, Shahvar mt.	IRAN-43412

جدول ۲- صفات ریخت‌شناسی اوتریکول در گونه‌های جنس *Carex* زیرجنس *Carex*

صفت کمی	صفت کیفی
طول اوتریکول (میلی‌متر)	نمای کلی: بیضوی؛ دوکی؛ بیضوی پهن؛ تخم‌مرغی؛ واژتخم‌مرغی؛ کروی و باریک-کشیده
عرض اوتریکول (میلی‌متر)	نمای عرضی: سه‌گوشه؛ تخت-محدب؛ محدب؛ استوانه‌ای و تخت
تعداد رگه	حاشیه اوتریکول: صاف؛ زبر
طول پایک اوتریکول (میلی‌متر)	رنگ اوتریکول: زرد-قهوه‌ای؛ سبز-زرد؛ سبز-قهوه‌ای؛ زرد؛ زرد در بالا قهوه‌ای؛ قهوه‌ای تیره؛
طول منقار اوتریکول (میلی‌متر)	قهوه‌ای طلایی؛ قهوه‌ای؛ قهوه‌ای روشن؛ سبز-قهوه‌ای؛ قهوه‌ای قرمز
	وجود بال در حاشیه: بالدار؛ غیربالدار
	جنس اوتریکول: غشایی؛ چوب پنبه‌ای؛ چرمی
	رگه روی اوتریکول: ندارد؛ همسطح؛ برجسته؛ فرورفته
	اوتریکول: بادکره و متورم؛ کمی متورم؛ غیرمتورم
	سطح اوتریکول: صاف؛ زگیلکی
	اوتریکول: براق؛ مات
	وجود کرک روی اوتریکول: بدون کرک؛ کرک کوتاه و تنک؛ کرک‌دار
	سطح منقار: صاف؛ زبر
	منقار: زگیلکی؛ صاف
	شکل منقار: سربریده؛ مورب؛ کمی دودندانه؛ نوک چال‌دار؛ دودندانه؛ دودندانه سیخکی
	منقار: راست؛ خمیده

جدول ۳- صفات ریزریخت‌شناسی اوتریکول در گونه‌های جنس *Carex* زیرجنس *Carex*

صفت
سطح سلول: تورفته؛ کمی برآمده؛ برآمده؛ تخت
شکل سلولی: چندضلعی منتظم؛ غیرمنتظم
نمای کلی سلول: کشیده؛ کوتاه
دیواره سلولی: تورفته؛ کمی برآمده؛ برآمده
سطح سلول: صاف؛ زگیلکی
وجود ضمائم سلولی: کرک‌دار؛ بدون کرک
روزنه: دارد؛ ندارد
شکل دیواره سلولی: صاف؛ موج

نتیجه

در این تحقیق، شواهد ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول‌ها در گونه‌های زیرجنس *Carex* از جنس *Carex* مورد ارزیابی قرار گرفت (جدول‌های ۲ و ۳). در بررسی ریخت‌شناسی، تعداد ۲۰ صفت، در ۴۵ آرایه (۴۴ گونه و دو زیرگونه) مطالعه شد که از این تعداد، چهار صفت کمی و ۱۶ صفت مربوط به ویژگی‌های کیفی اوتریکول بود. همچنین در تحقیق حاضر، برای نخستین بار ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اوتریکول با مطالعه هشت صفت کیفی در ۴۲ آرایه مورد بررسی قرار گرفت.

نتیجه مطالعات ریخت‌شناسی اوتریکول در گونه‌های مورد مطالعه به شرح زیر است:

در نمای کلی، اوتریکول‌ها به شکل‌های بیضوی (*C. kurdica*)، واژتخم‌مرغی (*C. halleriana*)، دوکی (*C. pseudocyperus*)، کروی (*C. orbicularis*) و باریک (*C. microglochis*) دیده شد که بیضوی بودن اوتریکول در میان گونه‌ها غالب بود. شکل اوتریکول در نمای عرضی در گونه *C. melanostachya* به صورت تخت-محدب، در برخی محدب (*C. orbicularis*)، در گونه *C. microglochis* به صورت استوانه‌ای، در گونه *C. popovii* ssp. *brunneola* تخت و در بقیه گونه‌ها سه‌گوش بود.

طول اوتریکول در بین گونه‌ها، حدود ۲ (*C. humilis*) تا ۱۱/۵ (*C. hordeistichos*) و عرض حدود ۰/۷ (*C. microglochis*) تا ۳/۷ (*C. hordeistichos*) میلی‌متر بود. اوتریکول در سه گونه *C. hordeistichos*، *C. secalina* و *C. tristis* در حاشیه به صورت بال‌دار و در مابقی گونه‌ها بدون بال مشاهده شد. جنس اوتریکول در برخی چوب پنبه‌ای (*C. melanostachya*)، چرمی (*C. liparocarpos*) و یا غشایی بود. در بین گونه‌های مطالعه شده، اوتریکول‌ها به رنگ‌های قهوه‌ای (*C. acutiformis*)، قهوه‌ای روشن (*C. kurdica*)، قهوه‌ای تیره (*C. orbicularis*)، قهوه‌ای طلایی (*C. popovii* ssp. *brunneola*)، زرد-قهوه‌ای (*C. liparocarpos*)، قرمز-قهوه‌ای (*C. songorica*)، سبز-زرد (*C. cilicica*)، سبز (*C. digitata*)، سبز (*C. halleriana*) و زرد (*C. flava*) مشاهده شد.

وجود رگه و تعداد آن یکی دیگر از صفات مهم است. اوتریکول‌ها در گونه *C. microglochis* بدون رگه، در برخی (*C. digitata*) یک تا دورگه، دورگه‌ای (*C. pediformis*) و در تعدادی با تعداد رگه بیشتر از سه بود. از میان گونه‌هایی که رگه‌دار بودند، رگه در *C. melanostachya* به صورت تورفته، در

برخی (*C. sylvatica*) به صورت هم‌سطح و در مابقی آن‌ها برجسته بود.

اوتریکول به دو صورت بادکرده یا متورم و غیرمتورم دیده شد. سطح اوتریکول در برخی زگیلیکی (*C. acutiformis*) و در سایر گونه‌ها صاف و بدون برجستگی است. همچنین، اوتریکول با سطحی براق (*C. rostrata*) و یا مات مشاهده شد. وجود کرک در سطح اوتریکول یکی از صفات مهم در شناسایی گونه‌ها می‌باشد که به دو صورت سطح کرک‌دار و بدون کرک مشاهده شد. در میان گونه‌های کرک‌دار، در دو گونه *C. flacca* و *C. liparocarpos* کرک‌ها کوتاه بودند.

منقار به عنوان یکی از اجزای مهم در اوتریکول دارای صفات کمی و کیفی زیادی هست از جمله می‌توان به سطح زبر یا صاف، زگیلیکی بودن، دهانه دودندانه یا مورب، طول منقار، راست یا خمیده بودن اشاره کرد. در برخی گونه‌ها مانند *C. secalina* منقار زبر و در بسیاری از گونه‌ها صاف است. همچنین، منقار زگیلیکی (*C. acutiformis*) و منقار با سطح صاف مشاهده شد. منقار در گونه‌های مطالعه شده به شکل‌های دودندانه‌ای (*C. michelii*)، کمی دودندانه یا با دو دندانه کوتاه (*C. acutiformis*)، با دودندانه سیخکی و نوک دراز (*C. pseudocyperus*)، سربریده (*C. pallescens*)، مورب (*C. halleriana*) دیده شد. همچنین، منقار به صورت خمیده (*C. demissa*) نیز دیده شد. گونه *C. pallescens* فاقد منقار در حالی که بقیه گونه‌ها منقار داشتند. همچنین، طول منقار در محدوده ۰/۱ (*C. panicea*) تا ۵ (*C. hordeistichos*) میلی‌متر بود.

نتیجه مطالعات ریزریخت‌شناسی اوتریکول در گونه‌های مورد مطالعه به شرح زیر است:

در این مطالعه صفات کیفی مرتبط با سلول‌های سطحی، شکل سلولی، دیواره سلولی و وجود ضمایم بررسی شدند. سلول‌های اوتریکول به حالت‌های تورفته (*C. melanostachya*)، تخت (*C. sylvatica*)، کمی برآمده (*C. pseudocyperus*) و برآمده بود. سلول‌های سطحی در برخی گونه‌ها به شکل چندضلعی منتظم (*C. pamirica* و *C. microglochis*) و یا نامنظم بود. همچنین، شکل سلول‌ها به حالت کوتاه (*C. serotina*) و به حالت کشیده مشاهده شد. دیواره جداکننده به حالت برآمده (*C. supina*)، کمی برآمده (*C. depressa*) و در مابقی گونه‌ها تورفته بود. سطح اوتریکول در گونه‌های *C. capillaris*، *C. demissa*، *C. grioletii* زگیلیکی و در گونه‌های دیگر صاف بود. اوتریکول کرک‌دار (*C. hirta*) و بدون کرک نیز دیده شد. گونه‌های

2008)، ولی نتایج این تحقیق تایید نمود که صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول نیز همانند صفات فندقه می‌تواند در سطح گونه موثر باشد، ولی در سطح فراگونه (بخش و زیرجنس) مفید واقع نشد. همچنین، در مطالعه صفات ریزریخت‌شناسی اوتریکول‌ها، مشخص گردید با توجه به برخی تفاوت‌ها در بین گونه‌ها، نمی‌تواند همانند صفات ریخت‌شناسی در سطح گونه یا فراگونه (بخش و زیرجنس) مفید باشد.

به علاوه، در این تحقیق مشخص گردید که صفاتی از قبیل شکل اوتریکول (نمای کلی و عرضی)، بالدار بودن و یا بالدار نبودن حاشیه، جنس (غشایی و چرمی)، حضور رگه و تعداد آن، حضور کرک، منقار (شکل و طول) از اهمیت بیشتری نسبت به سایر صفات برخوردار هستند. به عنوان مثال حاشیه بالدار اوتریکول تنها در سه گونه *C. hordeistichos* و *C. secalina* از بخش *Secalinae* و گونه *C. tristis* از بخش *Aulocystis* مشاهده شد، در حالی که در سایر بخش‌ها، اوتریکول‌ها در حاشیه بدون بال بودند. جنس اوتریکول به سه حالت غشایی، چوب‌پنبه‌ای و چرمی بود که تنها در گونه *C. liparocarpos* از بخش *Lamprochlanae* جنس اوتریکول چرمی بود. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که اوتریکول‌ها و صفات مربوط به آن در تمایز گونه‌ها در زیرجنس *Carex* نقش مهمی دارند که مطالعات جانیسک و جاگودزینسکی (2009 Janyszek & Jagodzinski) در خصوص تفاوت ریخت‌شناسی اوتریکول‌ها در جنس *Carex* بخش *Phaestoglochin* را تایید می‌کند. همچنین، نتایج نشان داد که صفات ریخت‌شناسی اوتریکول در بین جمعیت‌های مختلف یک گونه یکنواخت بود و تفاوت چندانی مشاهده نشد. این موضوع نشان می‌دهد که ویژگی‌های اوتریکول‌ها در سطح گونه ثابت و پایدار می‌باشد و دستخوش تغییر نیست. نتایج این تحقیق با مطالعات جین و همکاران (2014 Jin *et al.*) در خصوص عدم تنوع در ویژگی‌های فندقه در سطح گونه همسو است. براساس این تحقیق، نمای کلی اوتریکول‌ها در زیرجنس *Carex* بیضوی، تخم‌مرغی، واژتخم‌مرغی، گرد و دوکی بود و اوتریکول‌ها در گونه‌های یک بخش به شکل‌های مختلف دیده شدند و لزوماً اوتریکول‌ها در یک بخش از شکل خاصی تبعیت نکردند.

C. sylvatica، *C. serotina*، *C. halleriana* دارای روزنه و مابقی گونه‌ها فاقد روزنه بودند. دیواره سلولی در تعدادی از گونه‌ها (*C. riparia* و *C. rostrata*) به صورت موج و در بقیه گونه‌ها صاف بود.

براساس نتایج به دست آمده در این مطالعه، برای صفات مورد مطالعه اوتریکول‌ها، نمودار آنالیز خوشه‌ای (Ward) (شکل ۱) با استفاده از نرم‌افزار Past نسخه ۳/۱۴ رسم و تفسیر شد.

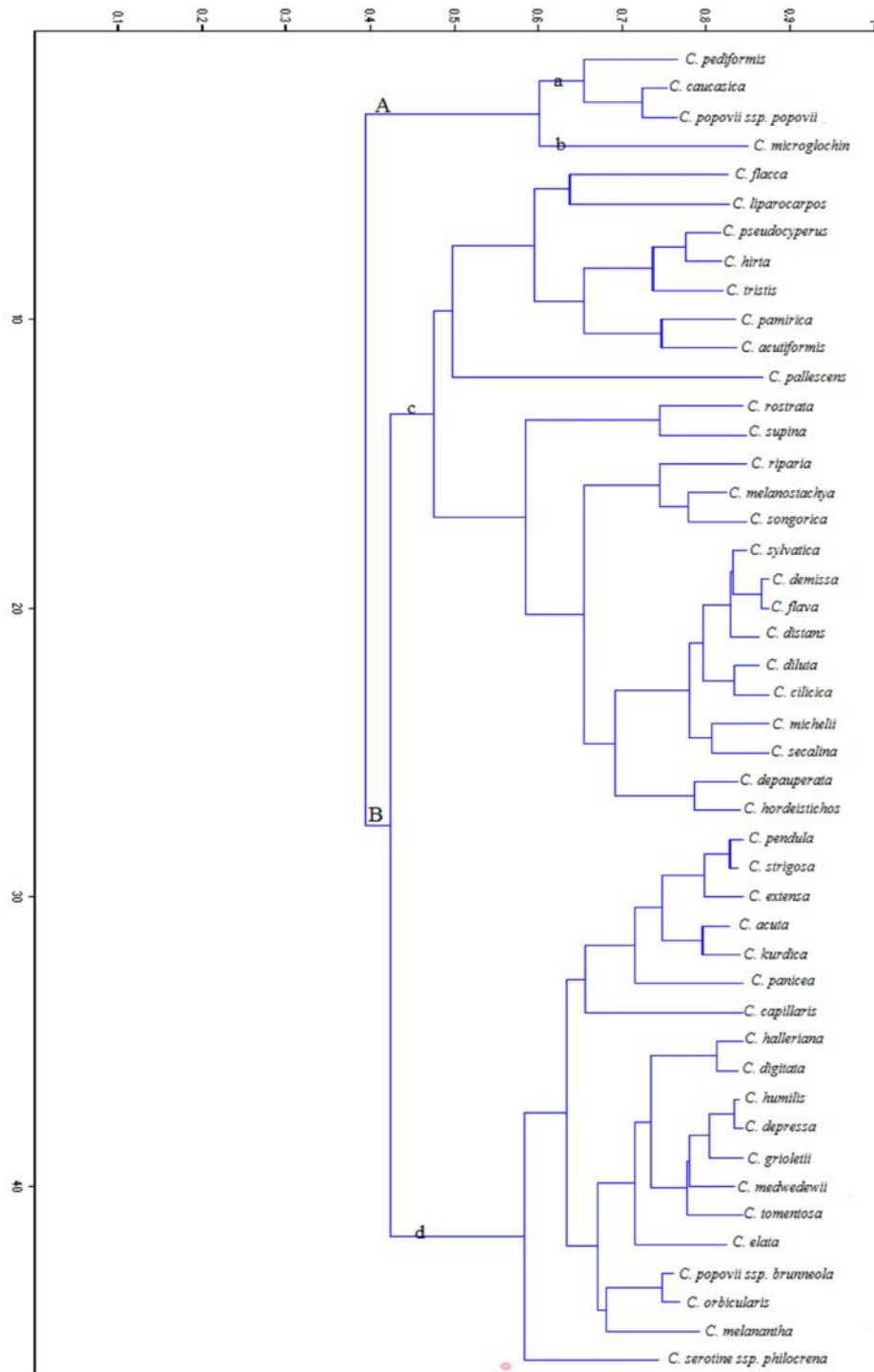
نتایج آنالیز خوشه‌ای وجود دو خوشه اصلی (A و B) را نشان می‌دهند. خوشه اول (A) شامل زیرخوشه a متشکل از بخش‌های *Digitatae* و *Atratae* و زیرخوشه b شامل یک بخش *Leucoglochin* است.

خوشه دوم (B) از دو زیرخوشه c و d تشکیل شده است. زیرخوشه c متشکل از بخش‌های *Glaucae*، *Lamprochlanae*، *Porocystis*، *Secalinae*، *Strigosae* و *Ventricosae*، *Carex*، *Aulocystis*، *Fulvellae* و *Ceratocystis* است. زیرخوشه d متشکل از بخش‌های *Capillares*، *Fulvellae*، *Hallerianae*، *Mitratae*، *Panicaceae*، *Rhynchocystis*، *Setigeriae*، *Acrocystis* و *Digitatae*، *Phacocystis*، *Strigosae*، *Atratae* و *Ceratocystis* است. همان‌طور که در خوشه‌بندی درخت UPGMA صفات اوتریکول مشاهده می‌شود گونه‌های موجود در بخش *Atratae* با وجود شباهت‌های ریخت‌شناختی در زیرخوشه‌های مجزا قرار گرفتند. گونه‌های موجود در بخش *Digitatae* نیز با وجود شباهت‌های ریخت‌شناسی در زیرخوشه‌های مجزایی قرار می‌گیرند.

بحث

در این تحقیق، صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت-شناسی اوتریکول متعلق به گونه‌های زیرجنس *Carex* از جنس *Carex* و همچنین یک نماینده از زیرجنس *Psyllophora* در ایران با رویکرد سیستماتیک مورد ارزیابی قرار گرفت.

اهمیت ویژگی‌های فندقه، در شناسایی و مرزبندی گونه‌ها در مطالعات زیادی اثبات شده است (Toivonen & Timonen 1976, Menapace *et al.* 1986, Zhang *et al.* 2000, Jin *et al.* 2011, 2012, 2014, Oda *et al.* 2003, Oda & Nagamasu



شکل ۱- درختچه (دندروگرام) UPGMA: آرایه‌های مطالعه شده با استفاده از صفات ریخت‌شناسی اوتریکول.

Fig. 1. UPGMA dendrogram based on morphological characters of utricle in studied species.

(Amini Rad et al. 2014a)، با سه گونه *C. digitata*، *C. humilis* و *C. pediformis* شناخته می‌شود که در مطالعات جیمنز و همکاران (2016b) و همچنین در آنالیز خوشه‌ای این گونه‌ها جدا از هم گرفتند. بخش *Fulvella* در فلورا ایرانیکا سه گونه *C. diluta*، *C. distans* و *C. extensa* دارد که در آنالیز خوشه‌ای در گروه‌های جدا از هم قرار گرفتند، ولی در مطالعات جیمنز و همکاران (2016)، فقط *C. extensa* جدا شد.

کوکون (Kukkonen 1998) گونه‌های *C. strigosa* و *C. sylvatica* را در بخش *Strigosae* قرار داد، در حالی که در آنالیز خوشه‌ای و مطالعات جیمنز و همکاران (2016b) این دو گونه در دو گروه مجزا از هم بودند. بخش *Ceratokystis* که با گونه‌های *C. cilicica*، *C. demissa*، *C. flava* و *C. serotina* ssp. *philocrena* در ایران (Amini Rad 2011) شناخته می‌شود در آنالیز خوشه‌ای *C. demissa* و *C. flava* در یک گروه و دو گونه دیگر جدا شدند. گونه‌های *C. demissa* و *C. flava* مورد مطالعه در آنالیز فیلوژنی جیمنز و همکاران (2016b) نیز همانند نتایج این تحقیق در یک گروه واقع شدند. بخش *Lamprochlaenae* در فلورا ایرانیکا دارای دو گونه *C. liparocarpos* و *C. supina* است که در آنالیز خوشه‌ای و در آنالیز فیلوژنی جیمنز و همکاران (2016b) در گروه‌های جدا از هم قرار گرفتند. همچنین، سایر گونه‌های این زیرجنس که به صورت انفرادی به بخش‌های مختلفی تعلق دارند در آنالیز خوشه‌ای نیز در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. اگرچه مرزبندی بین گونه‌ها از نظر اوتریکول کاملاً مشخص شد، ولی این موضوع باعث نشد که بتوان الگوی خاصی برای مرزبندی بخش‌ها در زیرجنس *Carex* پیدا کرد.

آنالیز خوشه‌ای انجام شده با رده‌بندی‌های مرسوم در فلورها (Kukkonen 1998, 2001, Amini Rad 2011) منطبق نبود و نتایج این تحقیق در موارد زیادی متفاوت بود، ولی این نتایج با مطالعه فیلوژنی انجام گرفته توسط تیم جهانی *Carex* (Jiménez-Mejías et al. 2016b) در بسیاری از موارد مطابقت دارد و این مرزبندی را تا حدودی تایید نمود. این موضوع نشان داد که مرزبندی بخش‌ها در فلورا ایرانیکا نیاز به بازبینی دارند.

به نظر تیم جهانی *Carex*، مطالعات ملکولی اخیر به اندازه کافی مشکلات و پیچیدگی‌های تاکسونومیک جنس *Carex* را برطرف می‌کند و می‌تواند یک مرزبندی

در آنالیز خوشه‌ای ترسیم شده براساس صفات ریخت‌شناسی اوتریکول، استقرار گونه‌ها در بخش‌ها در مقایسه با مرزبندی بخش‌ها در فلورا ایرانیکا (Kukkonen 1998) تفاوت‌های زیادی نشان داد. در فلورا ایرانیکا گونه‌های *C. acutiformis*، *C. hirta*، *C. pseudocyperus*، *C. pamirica*، *C. melanostachya*، *C. riparia*، *C. rostrata* و *C. songorica* متعلق به بخش *Carex* هستند در حالی که در این تحقیق، گونه‌های *C. melanostachya*، *C. riparia* و *C. songorica* در یک خوشه، گونه‌های *C. acutiformis* و *C. pamirica* در یک خوشه، *C. hirta* و *C. pseudocyperus* در یک خوشه و *C. rostrata* جدای از این سه خوشه قرار گرفتند. در مطالعات جیمنز و همکاران (Jiménez-Mejías et al. 2016b)، از این بخش گونه‌های *C. acutiformis*، *C. hirta*، *C. pseudocyperus*، *C. melanostachya*، *C. rostrata* و *C. songorica* را مطالعه کرده‌اند که براساس داده‌های ملکولی این گونه‌ها جدا از هم قرار گرفته‌اند که نتایج تحقیق حاضر تا حدودی با این تحقیق مطابقت داشت.

در فلورا ایرانیکا، بخش *Phacocystis* متشکل از گونه‌های *C. acuta*، *C. elata*، *C. orbicularis* و *C. kurdica* است. در آنالیز خوشه‌ای، *C. acuta* و *C. kurdica* در یک گروه و دو گونه دیگر نیز در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. در مطالعات جیمنز و همکاران (2016b) مطابق فلورا ایرانیکا، این گونه‌ها در یک گروه واقع شدند.

بخش *Atratae* در فلورا ایرانیکا دارای چهار گونه *C. caucasica*، *C. medwedewii*، *C. melanantha* و *C. popovii* ssp. *popovii* است که در آنالیز خوشه‌ای دو گونه *C. caucasica* و *C. popovii* ssp. *popovii* در یک گروه و بقیه جدا از هم بودند. در مطالعات جیمنز و همکاران (2016b)، دو گونه مطالعه شده *C. caucasica* و *C. melanantha* در دو گروه جدا بودند که نتایج این تحقیق تا حدودی این نتیجه را تایید می‌کند.

مطابق فلورا ایرانیکا، گونه‌های *C. depauperata* و *C. michelii* در بخش *Ventricosae* قرار می‌گیرند. در آنالیز خوشه‌ای، این دو گونه مطابق با مطالعات جیمنز و همکاران (2016b)، در دو گروه متفاوت واقع شدند. بخش *Glandestinae* در ایران توسط امینی‌راد و همکاران

جنس‌های دیگر از جمله *Cyperus* (Larridon et al. 2011, 2013)، از این اطلاعات استفاده شده، ولی نمی‌توان اطلاعات یا داده‌های ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی را به طور کل نادیده گرفت، بلکه پیشنهاد می‌شود برای ارایه مرزبندی‌های جدید برای بخش‌ها، باید ترکیبی از اطلاعات مولکولی و ریخت‌شناسی به کار گرفته شوند.

نتایج این تحقیق نشان داد که صفات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی اوتریکول‌ها در بین گونه‌ها متفاوت بود و هر گونه دارای اوتریکول تقریباً منحصر به فردی می‌باشد. بنابراین، با استفاده از صفات ریخت‌شناسی اوتریکول، کلید شناسایی برای گونه‌های زیرجنس *Carex* تهیه گردید که در ادامه آورده شده است:

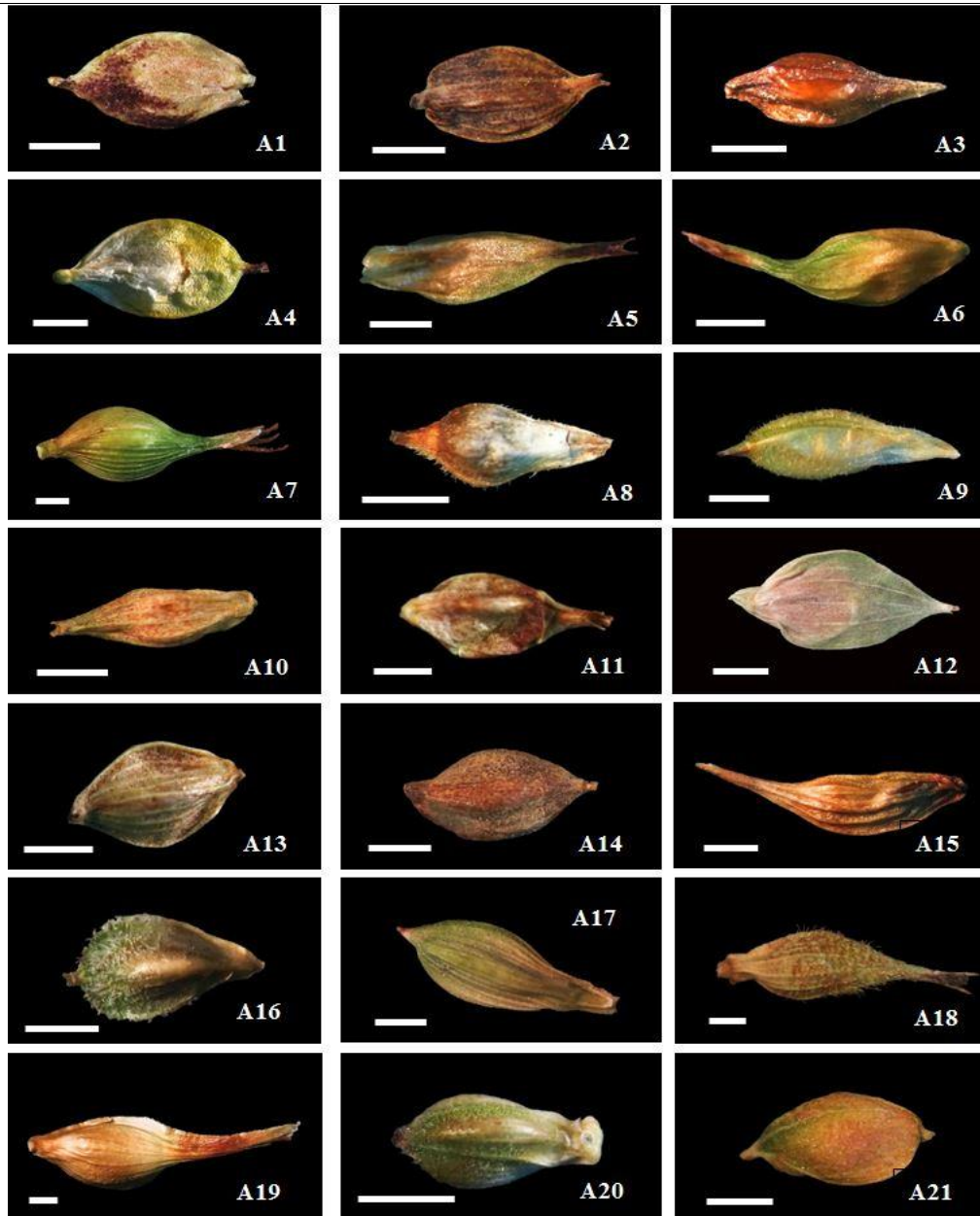
جدید در سطح بخش در آینده نزدیک ارایه دهد؛ اگر چه تیم مذکور معتقد است که در تفسیر و نتیجه‌گیری از مطالعات مولکولی در حال حاضر باید احتیاط کرد. تا به امروز، مرزبندی‌ها در *Carex* بیشتر براساس صفات ریخت‌شناسی، مخصوصاً ویژگی‌های مربوط به ساختارهای زایشی، با تاکید بر صفات کیفی و نه کمی است (Gebauer et al. 2015)، اما براساس روابط جدید پیشنهاد شده توسط مطالعات فیلوژنی، تاکید بر ویژگی‌های زایشی برای تعیین حدود گروه‌های طبیعی گونه‌ها (مرزبندی بخش‌ها) نامناسب به نظر می‌رسد (Jiménez-Mejías et al. 2016b). اگرچه به نظر تیم جهانی *Carex* برای به دست آوردن طبقه‌بندی جدید در سطح بخش و زیرجنس صرفاً به اطلاعات مولکولی نیاز است [همان‌طور که برای

کلید شناسایی گونه‌های زیرجنس *Carex* در ایران براساس صفات ریخت‌شناسی اوتریکول

- ۱- اوتریکول در برش عرضی تخت یا عدسی شکل..... ۲
- اوتریکول در برش عرضی گرد، تخت-محدب یا سه‌گوش..... ۱۰
- ۲- اوتریکول‌ها عدسی شکل..... ۳
- اوتریکول تخت..... ۶
- ۳- اوتریکول به طول ۴-۴/۷ میلی‌متر..... *C. elata* ssp. *elata* ۴
- اوتریکول کوتاه‌تر از ۳/۳ میلی‌متر..... ۴
- ۴- اوتریکول گرد، بدون منقار یا با منقار به طول تا ۰/۲ میلی‌متر..... *C. orbicularis* ssp. *kotschyana* ۵
- اوتریکول بیضوی، با منقار به طول ۰/۳-۰/۲ میلی‌متر..... ۵
- ۵- اوتریکول به رنگ سبز-قهوه‌ای، منقار به طول ۰/۵-۰/۳ میلی‌متر، سلول‌های سطحی پنج یا شش ضلعی منظم..... *C. kurdica* ۶
- اوتریکول به رنگ زرد-قهوه‌ای (در نیمه بالایی قهوه‌ای)، منقار به طول ۰/۳-۰/۲ میلی‌متر، سلول‌های سطحی مستطیلی..... *C. acuta* ۶
- ۶- اوتریکول به طول ۴/۵-۳/۶ و عرض ۲/۳-۱/۹ میلی‌متر..... *C. caucasica* ۷
- اوتریکول به طول تا ۳/۵ و عرض تا ۱/۸ میلی‌متر..... ۷
- ۷- اوتریکول تقریباً گرد..... *C. medwedewii* ۸
- اوتریکول بیضوی تا بیضوی پهن..... ۸
- ۸- اوتریکول به رنگ زرد-سبز..... *C. popovii* ssp. *brunneola* ۹
- اوتریکول به رنگ قهوه‌ای تا قهوه‌ای تیره..... ۹
- ۹- اوتریکول به طول ۳-۲/۵ و عرض ۱/۲-۱/۸، به رنگ زرد و در نیمه بالایی قهوه‌ای تیره، منقار نوک چال‌دار..... *C. melanantha* ۱۰
- اوتریکول به طول ۳-۲/۵ و عرض ۱/۸-۱/۵ میلی‌متر، قهوه‌ای رنگ، منقار سربریده..... *C. popovii* ssp. *popovii* ۱۱
- ۱۰- اوتریکول با کرک‌های تنک تا کرک‌دار..... ۲۰
- اوتریکول بدون کرک..... ۲۰
- ۱۱- اوتریکول به طول ۵ تا ۸/۲ میلی‌متر، پوشیده از موهای نرم بلند (villose)؛ منقار به طول ۲ تا ۳ میلی‌متر، با دو دندان سیخکی تیز..... *C. hirta* ۱۲
- اوتریکول به طول ۲ تا ۵/۵ میلی‌متر، با منقار به طول تا ۱/۶ میلی‌متر..... ۱۲

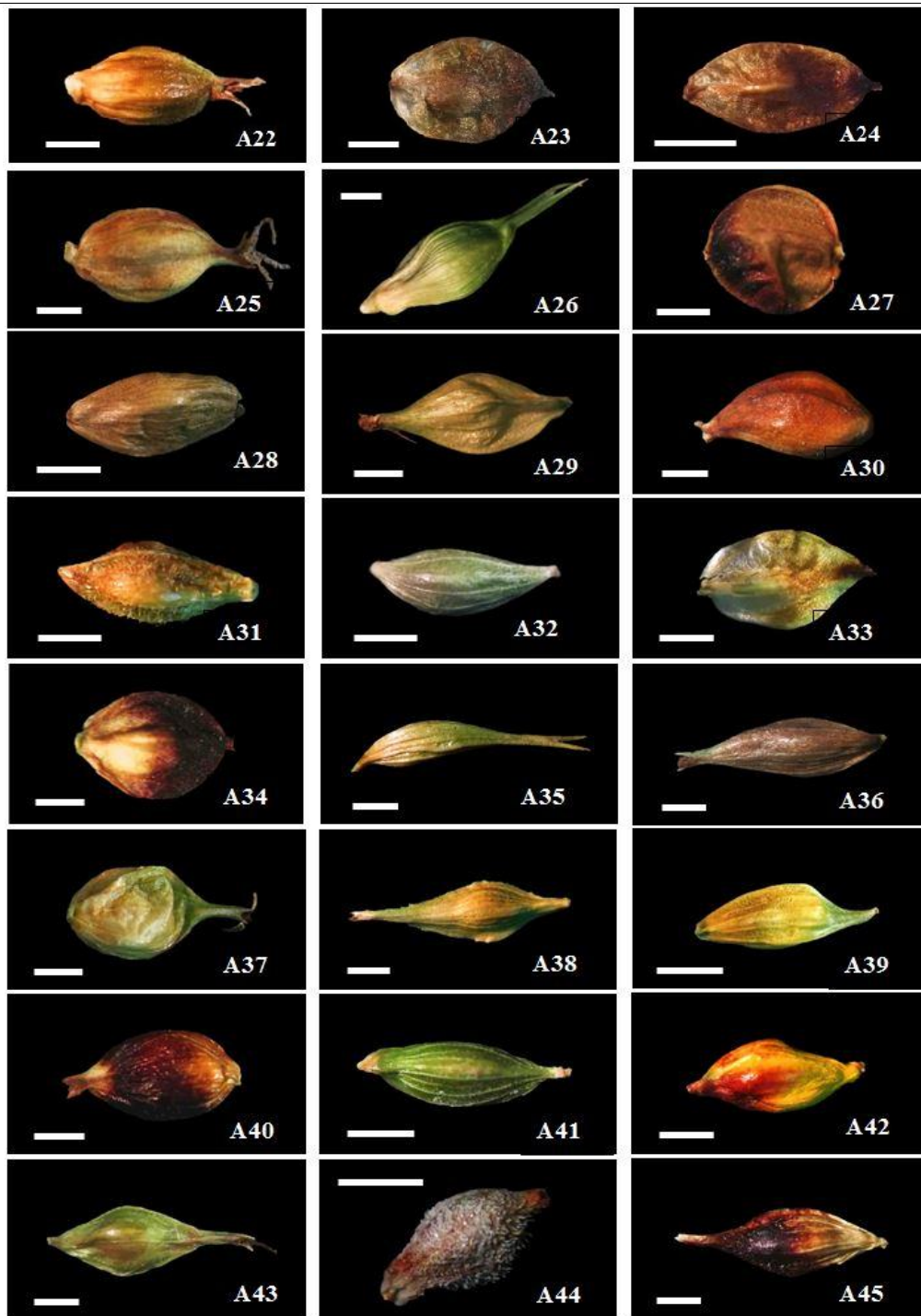
- ۱۲- اوتریکول چرمی و سخت *C. liparocarpos*
- اوتریکول غشایی ۱۳
- ۱۳- اوتریکول به طول ۲ تا ۳ میلی‌متر ۱۴
- اوتریکول به طول ۳ تا ۵/۵ میلی‌متر ۱۷
- ۱۴- اوتریکول پوشیده از موهای ضخیم تیز و خوابیده (strigose) ۱۵
- اوتریکول پوشیده از موهای نرم کوتاه یا موهای سفت سیخکی ۱۶
- ۱۵- اوتریکول به طول ۲ تا ۲/۵ میلی‌متر، با منقار دودندانه *C. tomentosa*
- اوتریکول به طول ۲/۵ تا ۳ میلی‌متر، منقار سربریده *C. grioletii*
- ۱۶- اوتریکول پوشیده از موهای نرم کوتاه (pubescent)، با منقار به طول تا ۰/۲ میلی‌متر، بدون پایک *C. humilis*
- اوتریکول پوشیده از موهای سفت سیخکی (hispid)، منقار به طول تا ۰/۵ میلی‌متر، با پایک به طول تا ۰/۸ میلی‌متر *C. depressa ssp. transilvanica*
- ۱۷- اوتریکول با رگه های فراوان، پوشیده از کرک‌های نرم و کوتاه *C. halleriana*
- اوتریکول با یک تا دو رگه، پوشیده از کرک‌های سیخکی و یا بلند ۱۸
- ۱۸- اوتریکول با کرک‌های سیخکی تنک و در نیمه بالا زگیلکی *C. flacca ssp. erythrostachys*
- اوتریکول با کرک‌های نرم، با سطح صاف ۱۹
- ۱۹- اوتریکول به طول ۳ تا ۳/۵ و عرض ۱/۲-۱/۵ میلی‌متر، با پایک به طول ۰/۶-۰/۳ میلی‌متر، منقار به طول ۰/۳-۰/۲ میلی‌متر *C. pediformis*
- اوتریکول به طول ۳/۵ تا ۵ و عرض ۲ میلی‌متر، با پایک به طول ۲ میلی‌متر، منقار به طول ۰/۶-۰/۳ میلی‌متر *C. digitata*
- ۲۰- اوتریکول چوب‌پنبه‌ای و ضخیم ۲۱
- اوتریکول غشایی و نازک ۲۶
- ۲۱- اوتریکول در سطح با رگه‌های تورفته *C. melanostachya*
- اوتریکول با رگه‌های برجسته یا هم سطح ۲۲
- ۲۲- اوتریکول در حاشیه با بال‌های زبر ۲۳
- اوتریکول در حاشیه بدون بال ۲۴
- ۲۳- اوتریکول به طول ۱۱/۵-۸/۵ و عرض ۳/۷-۲/۷ میلی‌متر، منقار به طول ۵-۴ میلی‌متر *C. hordeistichos*
- اوتریکول به طول ۵/۲-۵ و عرض ۱/۶-۱/۵ میلی‌متر، منقار به طول ۲-۱/۷ میلی‌متر *C. secalina*
- ۲۴- اوتریکول به طول ۴/۴-۴/۵ میلی‌متر، بیضوی کشیده *C. riparia*
- اوتریکول کوتاه‌تر از ۴/۲ میلی‌متر، تخم‌مرغی پهن ۲۵
- ۲۵- اوتریکول به رنگ قرمز قهوه‌ای؛ منقار به طول ۱-۰/۵ میلی‌متر، دودندانه‌ای *C. songorica*
- اوتریکول به رنگ زرد طلایی و در نیمه بالا زرد-قرمز؛ منقار به طول ۰/۵-۰/۳ میلی‌متر، سربریده *C. supina*
- ۲۶- اوتریکول بدون منقار *C. pallescens*
- اوتریکول منقاردار ۲۷
- ۲۷- اوتریکول به طول ۷/۵-۶ میلی‌متر، با منقار به طول ۳-۲ میلی‌متر ۲۸
- اوتریکول و منقار کوتاه‌تر ۲۹
- ۲۸- اوتریکول به طول ۷/۵-۶/۵ و عرض ۳-۲/۸ میلی‌متر؛ منقار به طول تا ۲ میلی‌متر، مورب *C. depauperata*
- اوتریکول به طول ۷-۶ و عرض ۲/۵-۲ میلی‌متر؛ منقار به طول ۳-۲ میلی‌متر، دودندانه‌ای *C. michelii*
- ۲۹- اوتریکول خمیده ۳۰
- اوتریکول راست ۳۴
- ۳۰- منقار به طول ۰/۴-۰/۱ میلی‌متر *C. panicea*

- ۳۱ - منقار به طول ۲/۲-۰/۵ میلی‌متر.....
- ۳۱ - اوتریکول به طول ۶-۴/۵ میلی‌متر.....
- ۳۳ - اوتریکول به ۴/۶-۲/۵ میلی‌متر.....
- ۳۲ - منقار با دودندانه طویل و محکم، پایک اوتریکول نوک تیز، به طول ۵/۵-۰/۴ میلی‌متر..... *C. pseudocyperus*
- ۳۳ - منقار دودندانه، اوتریکول بدون پایک..... *C. flava*
- ۳۳ - اوتریکول به طول ۳/۱-۲/۵ میلی‌متر، با منقار ۱-۰/۵ میلی‌متر..... *C. serotina* ssp. *philocrena*
- ۳۳ - اوتریکول به ۴/۶-۳/۶ میلی‌متر، با منقار به طول ۲-۱ میلی‌متر..... *C. demissa* ssp. *iranica*
- ۳۴ - اوتریکول کمی بالدار، در نیمه بالایی سطح پشتی زبر..... *C. tristis*
- ۳۵ - اوتریکول بدون بال، در سطح پشتی صاف.....
- ۳۵ - سطح اوتریکول زگیلکی..... *C. acutiformis*
- ۳۶ - سطح اوتریکول صاف و هموار.....
- ۳۶ - منقار مورب یا سربریده.....
- ۳۹ - منقار دودندانه.....
- ۳۷ - اوتریکول به رنگ قهوه‌ای؛ منقار مورب، به طول ۷/۰-۶/۰ میلی‌متر..... *C. capillaris*
- ۳۸ - اوتریکول به رنگ سبز؛ منقار سربریده، به طول تا ۵/۰ میلی‌متر.....
- ۳۸ - اوتریکول در سطح پشتی با رگه‌های فراوان؛ منقار به طول ۲/۰ تا ۳/۰ میلی‌متر..... *C. strigosa*
- ۳۸ - اوتریکول در سطح پشتی با ۱ تا ۳ رگه؛ بدون منقار یا با منقار به طول تا ۵/۰ میلی‌متر..... *C. pendula*
- ۳۹ - منقار به طول ۲-۱/۵ میلی‌متر؛ پایک به طول تا ۵/۰ میلی‌متر..... *C. sylvatica*
- ۴۰ - منقار کوتاه‌تر؛ بدون پایک.....
- ۴۰ - اوتریکول به طول ۵/۴-۴ میلی‌متر.....
- ۴۳ - اوتریکول کوتاه‌تر.....
- ۴۱ - منقار به طول ۱/۱-۰/۷ میلی‌متر..... *C. pamirica*
- ۴۲ - منقار طویل‌تر.....
- ۴۲ - اوتریکول بیضوی کشیده..... *C. cilicica*
- ۴۲ - اوتریکول تخم‌مرغی پهن یا بیضوی پهن..... *C. rostrata*
- ۴۳ - اوتریکول به عرض ۵/۱-۱ میلی‌متر..... *C. diluta*
- ۴۴ - اوتریکول پهن‌تر.....
- ۴۴ - اوتریکول به طول ۲/۴-۳ و عرض ۲-۱/۵ میلی‌متر؛ منقار به طول ۳/۱-۰/۸ میلی‌متر..... *C. distans*
- ۴۴ - اوتریکول به طول ۳/۷-۲/۸ و عرض ۷/۱-۱/۴ میلی‌متر؛ منقار به طول ۱-۰/۵ میلی‌متر..... *C. extensa*



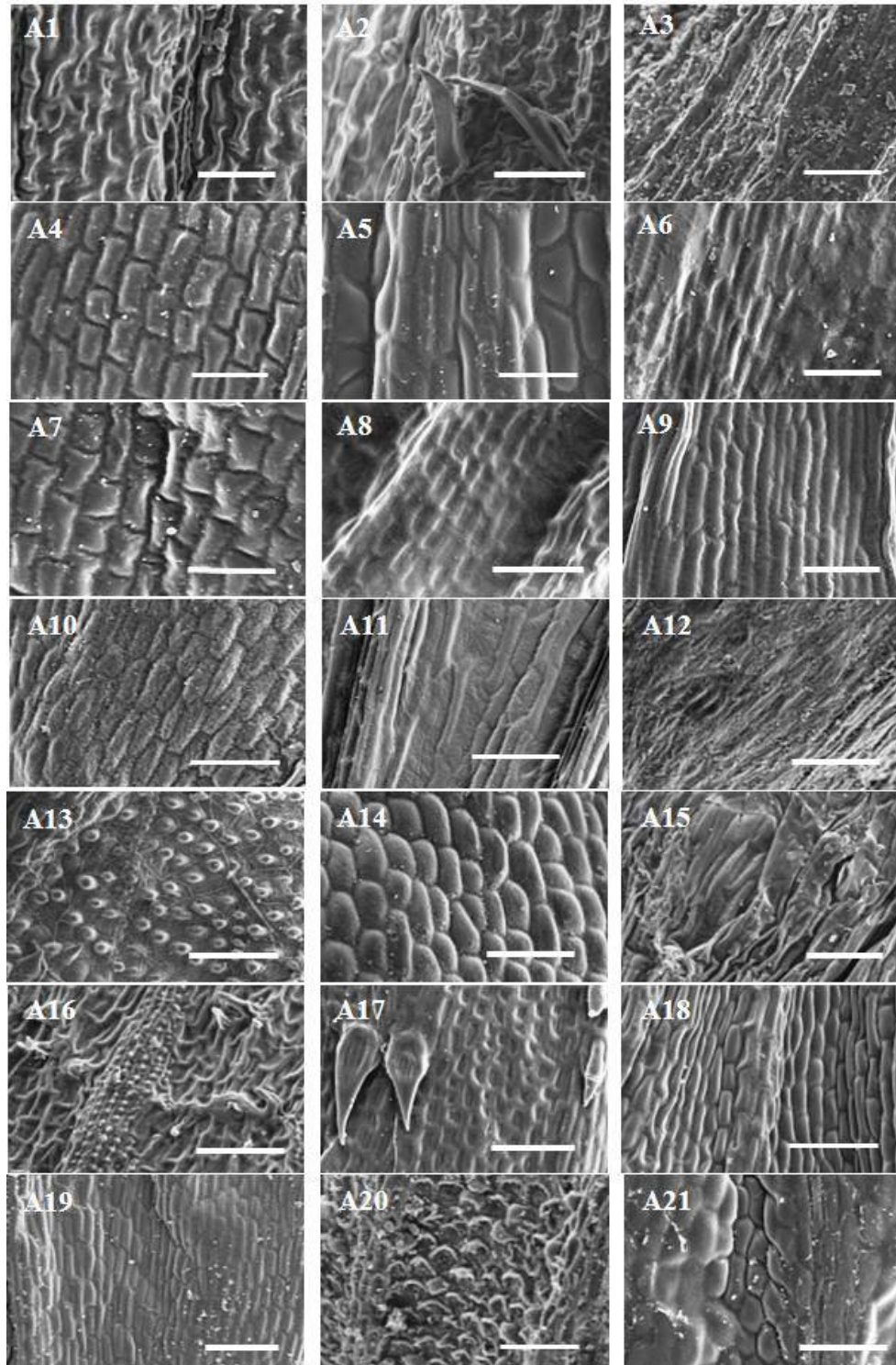
شکل ۲- تصاویر اوتریکول در ۴۵ آرایه از جنس *Carex* زیرجنس *Carex* توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مقیاس = ۱ میلی‌متر).
 A1. *C. acuta*, A2. *C. acutiformis*, A3. *C. capillaris*, A4. *C. caucasica*, A5. *C. cilicica*, A6. *C. demissa* ssp. *iranica*,
 A7. *C. depauperata*, A8. *C. depressa* ssp. *transsilvanica*, A9. *C. digitata*, A10. *C. diluta*, A11. *C. distans*, A12. *C. elata*
 ssp. *elata*, A13. *C. extensa*, A14. *C. flacca* ssp. *erythrostachys*, A15. *C. flava*, A16. *C. grioletii*, A17. *C. halleriana*,
 A18. *C. hirta*, A19. *C. hordeistichos*, A20. *C. humilis*, A21. *C. kurdica*.

Fig. 2. Electronic microscope (SEM) images of utricles of 45 Iranian *Carex* subgenus *Carex* (Bar = 1 mm).



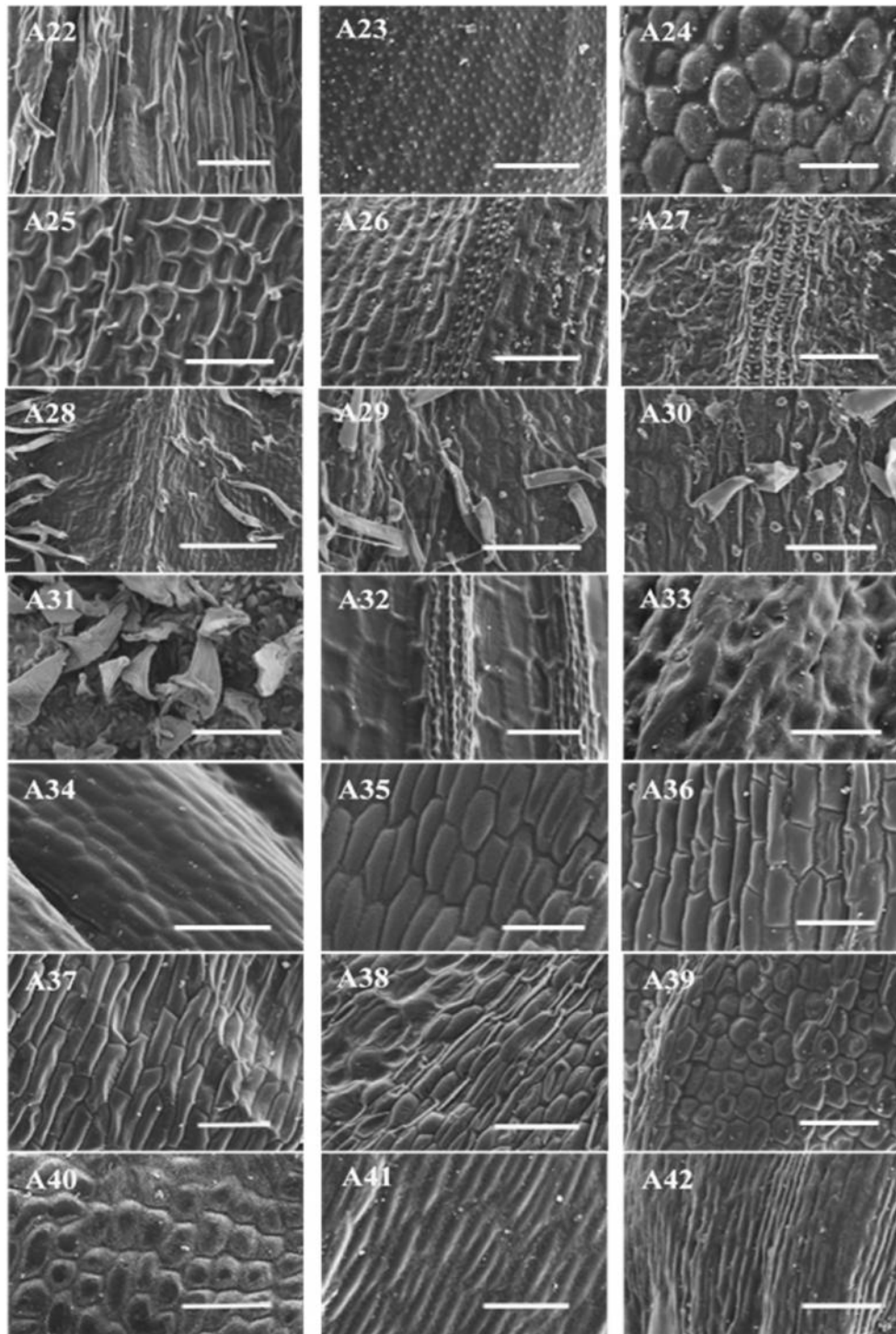
شکل ۲ (ادامه) - تصاویر اوتریکول در ۴۵ آرایه از جنس *Carex* زیرجنس *Carex* توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مقیاس = ۱ میلی‌متر).
 A22. *C. liparocarpos*, A23. *C. medwedewii*, A24. *C. melenantha*, A25. *C. melanostachya*, A26. *C. michelii*,
 A27. *C. orbicularis* ssp. *kotschyana*, A28. *C. pallescens*, A29. *C. pamirica*, A30. *C. panicea*, A31. *C. pediformis*,
 A32. *C. pendula*, A33. *C. popovii* ssp. *brunneola*, A34. *C. popovii* ssp. *popovii*, A35. *C. pseudocyperus*,
 A36. *C. riparia*, A37. *C. rostrata*, A38. *C. secalina*, A39. *C. serotina* ssp. *philocrena*, A40. *C. songorica*,
 A41. *C. strigosa*, A42. *C. supina*, A43. *C. sylvatica*, A44. *C. tomentosa*, A45. *C. tristis*.

Fig. 2. (contd). Electronic microscope (SEM) images of utricles of 45 Iranian *Carex* subgenus *Carex* (Bar = 1 mm).



شکل ۳- تصاویر اوتریکول در ۴۲ آرایه از جنس *Carex* زیرجنس *Carex* توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مقیاس = ۱ میلی‌متر).
 A1. *C. acutiformis*, A2. *C. hirta*, A3. *C. melanostachya*, A4. *C. pamirica*, A5. *C. pseudocyperus*, A6. *C. riparia*,
 A7. *C. rostrata*, A8. *C. songorica*, A9. *C. pendula*, A10. *C. capillaris*, A11. *C. strigosa*, A12. *C. sylvatica*,
 A13. *C. flacca*, A14. *C. panicea*, A15. *C. depauperata*, A16. *C. michelii*, A17. *C. hordeistichos*, A18. *C. secalina*,
 A19. *C. diluta*, A20. *C. distans*, A21.

Fig. 3. Electronic microscope (SEM) images of utricle of 42 Iranian *Carex* subgenus *Carex* (Bar = 1 mm).



شکل ۳ (ادامه) - تصاویر اوتریکول در ۴۲ آرایه از جنس *Carex* زیرجنس *Carex* توسط میکروسکوپ الکترونی نگاره (مقیاس = ۱ میلی‌متر).
 A22. *C. cilicica*, A23. *C. demissa*, A24. *C. flava*, A25. *C. serotina*, A26. *C. pallescens*, A27. *C. halleriana*,
 A28. *C. digitata*, A29. *C. humilis*, A30. *C. grioletii*, A31. *C. tomentosa*, A32. *C. depressa*, A33. *C. supina*,
 A34. *C. liparocarpos*, A35. *C. caucasica*, A36. *C. decaulescens*, A37. *C. medwedewii*, A38. *C. acuta*, A39. *C. kurdica*,
 A40. *C. orbicularis*, A41. *C. divulsa*, A42. *C. microglochis*.

Fig. 3. (contd). Electronic microscope (SEM) images of utricle of 42 Iranian *Carex* subgenus *Carex* (Bar = 1 mm).

References

- Amini Rad, M. 2011. Cyperaceae Pp. 142–262. In: Assadi, M., Maassoumi, A.A., Khatamsaz, M. & Mozaffarian, V. (eds), Flora of Iran, No. 9. 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., Musaev, S. & Karimov, V. 2014a. A review of the genus *Carex* sect. *Ammoglochin* in Iran. Rostaniha 15(1): 1–5.
- Amini Rad, M., Musaev, S. & Karimov, V. 2014b. Notes on *Carex* (Cyperaceae) sect. *Glandestinae* in Iran. Iranian Journal of Botany 20(1): 20–24.
- Amini Rad, M. & Sharifi, J. 2013. Report of *Carex diandra* (Cyperaceae) from Iran. Iranian Journal of Botany 19(1): 54–56.
- Ball, P.W. 1990. Some aspects of the phytogeography of *Carex*. Canadian Journal of Botany 68(7): 1462–1472.
- Ball, P.W. & Reznicek, A.A. 2002. *Carex* L. Pp. 254–273. In: Flora of North America, North of Mexico, Vol. 23 Magnoliophyta: Commelinidae (in part): Cyperaceae, Flora of North America Editorial Committee. New York and Oxford: Oxford University Press.
- Bugg, C., Smith, C., Blackstock, N., Simpson, D. & Ashton, P.A. 2013. Consistent and variable leaf anatomical characters in *Carex* (Cyperaceae). Botanical Journal of the Linnean Society 172(3): 371–384.
- Chater, A.O. 1980. *Carex* L. and *Kobresia* Willd. Pp. 289–323. In: T.G. Tutin, V.H. Heywood, N.A. Burges, D.M. Moore, S.M. Walters & D.A. Webb (eds), Flora Europaea, Vol. 5. Cambridge: Cambridge University Press.
- Dai, L., Liang, S., Zhang, S., Tang, Y., Koyama, T. & Tucker, G.C. 2010. *Carex* L. Pp. 285–461. In: Z.Y. Wu, P.H. Raven & D.Y. Hong (eds), Flora of China, Vol. 23: Science Press, Beijing, and Missouri Botanical Garden Press, St. Louis.
- Egorova, T.V. 1999. The Sedges (*Carex* L.) of Russia and Adjacent States (within the limits of the former USSR). St. Petersburg & St. Louis. 772 pp.
- Frodin, D.G. 2004. History and concepts of big plant genera. Taxon 53(3): 753–776.
- Gebauer, S., Röser, M. & Hoffmann, M.H. 2015. Molecular phylogeny of the species-rich *Carex* sect. *Racemosae* (Cyperaceae) based on four nuclear and chloroplast markers. Systematic Botany 40: 433–447.
- Global Carex Group. 2015. Making *Carex* monophyletic (Cyperaceae, tribe Cariceae): a new broader circumscription. Botanical Journal of the Linnean Society 179: 1–42.
- Goetghebeur, P. 1998. Cyperaceae. Pp. 141–190. In: K. Kubitzki (ed.). Flowering Plants. Monocotyledons: Alismatanae and Commelinanae (except Gramineae). Springer, Berlin.
- Haq, E.U.L., Dar, G.H., Wafai, B.A. & Khuroo, A.A. 2011. Taxonomy and phytogeography of genus *Carex* L. (Cyperaceae) in the Kashmir Himalaya. International Journal of Life Science & Pharma Research 1: 1–11.
- Janyszek, M., Jagodziński, A.M., Janyszek, S. & Wrońska-Pilarek, D. 2008. Morphological variability of *Carex spicata* Huds. utricle among plant communities. Flora 203: 386–95.
- Janyszek, M. & Jagodzinski, A.M. 2009. Variability of perigynium morphology of Central European members of *Carex* sect. *Phaestoglochin* (Cyperaceae) from variable plant communities. Plant Systematics and Evolution 278: 87–99.
- Jiménez-Mejías, P., Hahn, M., Lueders, K., Starr, J.R., Brown, B.H., Chouinard, B.N., Chung, K.-S., Escudero, M., Ford, B.A., Ford, K.A., Gebauer, S., Gehrke, B., Hoffmann, M.H., Jin, X.-F., Jung, J., Kim, S., Luceño, M., Maguilla, E., Martín-Bravo, S., Míguez, M., Molina, A., Naczi, R.F.C., Pender, J.E., Reznicek, A.A., Villaverde, T., Waterway, M.J., Wilson, K.L., Yang, J., Zhang,

- S., Hipp, A.L. & Roalson, E.H. 2016a. Megaphylogenetic specimen-level approaches to the *Carex* (Cyperaceae) phylogeny using ITS, ETS, and matK sequences: Implications for classification. *Systematic Botany* 41(3): 500–518.
- Jiménez-Mejías, P., Luceño, M., Wilson, K.L., Waterway, M.J. & Roalson, E.H. 2016b. Clarification of the use of the terms perigynium and utricle in *Carex* L. (Cyperaceae). *Systematic Botany* 41(3): 519–528.
- Jin, X.F., Simpson, D.A., Zheng, C.Z., Sun L. & Zhang H.W. 2012. *Carex paracheniana* (*Carex* sect. *Rhomboidales*, Cyperaceae), a new species from Guangxi and Guizhou, China. *Systematic Botany* 37: 929–937.
- Jin, X.F., Zhao, Y.J., Zheng, C.Z. & Zhang, H.W. 2011. *Carex zhejiangensis* sp. nov. (Cyperaceae) from Zhejiang, eastern China. *Nordic Journal of Botany* 29: 63–70.
- Jin, X.F., Zhou, Y.Y., Hipp, A., Jin, S.H., Oda, J., Ikeda, H., Yano, O. & Nagamasu, H. 2014. Nutlet micromorphology of *Carex* section *Rhomboidales* sensu Kükenthal (Cyperaceae) and its systematic implications. *Botanical Journal of the Linnean Society* 175: 123–143.
- Kükenthal, G. 1909. Cyperaceae-Caricoideae. Pp. 67–767. In: A. Engler (ed.). *Das Pflanzenreich: Regni vegetabilis conspectus* 4(20). Leipzig: W. Engelmann.
- Kukkonen, I. 1998. *Carex* L. In: K.H. Rechinger (ed.). *Flora Iranica*, Vol. 173. Graz: Akademische Druk. 307 pp.
- Kukkonen, I. 2001. Cyperaceae. Pp. 179–262. In: S.I. Ali & M. Qaiser (eds), *Flora of Pakistan*. No. 206. University of Karachi, Pakistan.
- Larridon, I., Reynders, M., Huygh, W., Bauters, K., Vrijdaghs, A., Leroux, O., Muasya, A.M., D.A. Simpson, D.A. & Goetghebeur, P. 2011. Taxonomic changes in C3 *Cyperus* (Cyperaceae) supported by molecular data, morphology, embryography, ontogeny and anatomy. *Plant Ecology and Evolution* 144: 327–356.
- Larridon, I., Bauters, K., Reynders, M., Huygh, W., Muasya, A.M., Simpson, D.A. & Goetghebeur, P. 2013. Towards a new classification of the giant paraphyletic genus *Cyperus* (Cyperaceae): phylogenetic relationships and generic delimitation in C4 *Cyperus*. *Botanical Journal of the Linnean Society* 172: 106–126.
- Liu, J.Q. 1999. Comparative study on the microstructural features of nutlet surfaces of *Eriophorum* and *Kyllinga* from China. *Chinese Journal of Applied Environmental Biology* 5: 170–175.
- Menapace, F.J. & Wujek, D.E. 1987. The systematic significance of nutlet micromorphology in *Carex retrorsa* (Cyperaceae). *Brittonia* 39: 278–283.
- Nilsson, Ö. 1985. *Carex* L. Pp. 73–158. In: Davis, P.H. (ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands*, Vol. 9.
- Oda, J. & Nagamasu, H. 2008. Two new species of *Carex* sect. *Capitellatae* (Cyperaceae) from Japan. *Acta Phytotaxonomica Geobotanica* 59: 55–66.
- Oda, J., Tanaka, A., Naiki, A. & Nagamasu, H. 2003. *Carex juboanensis* (Cyperaceae), a new species from Japan. *Acta Phytotaxonomica Geobotanica* 54: 127–135.
- Reznicek, A.A. 1990. Evolution in sedges (*Carex*, Cyperaceae). *Canadian Journal of Botany* 68: 1409–1432.
- Reznicek, A.A. 1998. *Carex*. Pp. 518–519. In: P.E. Berry, B. Holst & K. Yatskievych (eds). *Flora of the Venezuelan Guayana*, Vol. 4. St. Louis: Missouri Botanical Garden Press.
- Shishkin, B.K. 1935. Cyperaceae. Pp. 8–369. In: V.L. Komarov (ed.), *Flora of the USSR*, Vol. 3 (translated to English by N. Landau, 1964).
- Schuyler, A.E. 1971. Scanning electron microscopy of achene epidermis in species of *Scirpus* (Cyperaceae) and related genera. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia* 123: 29–52.
- Starr, J.R. & Ford, B.A. 2001. The taxonomic and

- phylogenetic utility of vegetative anatomy and fruit epidermal silica bodies in *Carex* section *Phyllostachys* (Cyperaceae). Canadian Journal of Botany 79: 362–379.
- Starr, J.R. & Ford, B.A. 2009. Phylogeny and evolution in *Cariceae* (Cyperaceae): Current knowledge and future directions. The Botanical Review 75: 110–137.
- Starr, J.R., Harris, S.A. & Simpson, D.A. 2004. Phylogeny of the unispicate taxa in Cyperaceae tribe *Cariceae* I: generic relationships and evolutionary scenarios. Systematic Botany 29(3): 528–544.
- Starr, J.R., Harris, S.A. & Simpson, D.A. 2008. Phylogeny of the unispicate taxa in Cyperaceae tribe *Cariceae* II: the limits of *Uncinia*. Pp. 243–267. In: R.F.C. Naczi & B.A. Ford (eds). Sedges: Uses, Diversity and Systematics of the Cyperaceae. Missouri Botanical Garden Press.
- Szczepanik-janysek, M. & Klimko, M. 1999. Application of anatomical methods in the taxonomy of sedges (*Carex* L.) from the section *Muehlenbergianae* (L.H. Bailey) Kük. occurring in Poland. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu 316: 97–107.
- Toivonen, H. & Timonen, T. 1976. Perigynium and nutlet epidermis in some species of *Carex*, subg. *Vigneae* (Cyperaceae) studied by Scanning Electron Microscope. Annales Botanici Fennici 13: 49–59.
- Waterway, M.J., Hoshino, T. & Masaki, T. 2009. Phylogeny, species richness, and ecological specialization in Cyperaceae tribe *Cariceae*. Botanical Review 75(1): 138–159.
- Waterway, M.J. & Starr, J.R. 2007. Phylogenetic relationships in tribe *Cariceae* (Cyperaceae) based on nested analyses of four molecular data sets. Aliso 23: 165–192.
- Zhang, S.R. 2006. Micromorphology of the achene epidermis of *Kobresia* (Cyperaceae) revealed by SEM and its taxonomic significance. Nordic Journal of Botany 24: 301–308.
- Zhang, S.R., Dai, L.K. & Liang, S.Y. 2000. SEM observations on nutlet epidermis of *Carex* subgenus *Indocarex* (Cyperaceae). Guihaia 20: 185–188.