

مطالعه صفات تشریحی دمبرگ در قبیله خوشاریزه (چتریان)

دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۲۴ ===== بازنگری: ۱۴۰۴/۰۸/۲۴ ===== پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۰۵

زینب مرادیان پوده: دانشجوی دکتری سیستماتیک گیاهی، گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۱۵۷۱۹-۱۴۹۱۱

فرخ قهرمانی نژاد✉: استاد گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۱۵۷۱۹-۱۴۹۱۱ (fgh@khu.ac.ir)
مهرشید ریاحی: استادیار گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران ۱۵۷۱۹-۱۴۹۱۱

چکیده

قبیله خوشاریزه (چتریان) دارای شش جنس و ۲۸ گونه است. پراکنش این قبیله در گستره‌ای از جنوب غربی آسیا و به سمت جنوب غربی تا گینه در غرب آفریقا گسترش یافته و در هند نیز یافت می‌شود. با وجود تفاوت‌های زیاد در بخش ریخت‌شناسی، هنوز ابهامات زیادی در روابط فیلوژنتیکی آن وجود دارد. پژوهش حاضر با رویکرد تحلیلی، به بررسی این قبیله براساس شاخص‌های تشریحی دمبرگ پرداخته است. برای این منظور، نمونه‌های هرباریومی هشت گونه از چهار جنس مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل خوشه‌ای، دو شاخه اصلی را در این قبیله نشان داد. در یک شاخه گونه‌های *Anisosciadium orientale* و *Dicyclophora persica* با صفت شکل دمبرگ و ضخامت بسیار نزدیک در چوب و آبکش در کنار هم قرار گرفتند و *Theocarpus meifolius* نیز به خاطر شکل دمبرگ و شکل دستجات آوندی به این دو گونه قرابت بالایی نشان داد. در شاخه دوم نیز همه گونه‌های جنس *Echinophora* به خوبی در کنار هم قرار گرفتند. به نظر می‌رسد تفاوت در ضخامت کوتیکول، اپیدرم، آبکش و چوب از مهم‌ترین صفات متمایزکننده این دو شاخه باشد.

واژه‌های کلیدی: *Umbelliferae*, *Theocarpus*, *Echinophora*, *Dicyclophora*, *Anisosciadium*

Anatomical study of the petiole in the tribe Echinophoreae (Apiaceae)

Received: 16.10.2025 ===== Revised: 15.11.2025 ===== Accepted: 26.11.2025

Zeynab Moradiyan Poodeh: PhD Student in Plant Systematics, Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran 15719-14911, Iran

Farrokh Ghahremaninejad✉: Prof., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran 15719-14911, Iran (fgh@khu.ac.ir)

Mehrshid Riahi: Assistant Prof., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran 15719-14911, Iran

Summary

The tribe Echinophoreae (Apiaceae) comprises six genera and 28 species. The distribution of this tribe extends from southwestern Asia in a southwesterly direction to Guinea in western Africa, and in India also. Despite considerable morphological diversity, the phylogenetic relationships within the tribe remain largely unresolved. The present anatomical study focuses on examining the petiole anatomical characteristics of the tribe. For this purpose, herbarium specimens of eight species from four genera were evaluated. Cluster analysis revealed two main lineages within the tribe. In one lineage, *Anisosciadium orientale* and *Dicyclophora persica* were grouped together due to their similarity in petiole shape and comparable thickness in the xylem and phloem tissues, while *Theocarpus meifolius* also showed close affinity with these two species based on the shape of the petiole and the structure of the vascular bundles. In the second lineage, all species of the genus *Echinophora* clustered together. It seems that, the differences in the thickness of the cuticle, epidermis, phloem, and xylem are among the most important distinguishing characteristics between these two branches.

Keywords: *Anisosciadium*, *Dicyclophora*, *Echinophora*, *Theocarpus*, *Umbelliferae*

مقدمه

۲۰۱۴. *et. al.* و بررسی ویژگی‌های میوه در جنس *Daucus L.* و آرایه‌های نزدیک به آن (Kadluczka & Grzebelus 2022, Khajepiri *et al.* 2010).

مطالعات تشریحی ساختارهای رویشی گیاه مانند ساقه، برگ و ریشه نیز در شناسایی روابط فیلوژنتیک بین نهاندانگان مورد استفاده قرار می‌گیرند. اهمیت ساختار برگ به این دلیل است که برگ بیشترین تغییرات تکاملی را در نهاندانگان داشته و از تنوع صفات تشریحی بالایی برخوردار است. ویژگی‌های تشریحی ساقه و ریشه نیز به ویژه از نظر ویژگی‌های چوب و پوست، داده‌های مهم و مکملی را برای تبیین جایگاه فیلوژنتیکی گیاهان فراهم می‌آورند (De Wet *et al.* 2002, Olson *et al.* 2003).

از میان ساختارهای رویشی گیاه، دمبرگ با ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تشریحی متمایز، یکی از شاخص‌های خاص در شناسایی و مقایسه گونه‌های گیاهی محسوب می‌شود. ساختارهای داخلی دمبرگ مانند آرایش آوندی، نوع بافت‌های استحکامی و ضخامت کوتیکول و همچنین وجود یا نبود کرک می‌توانند در تفکیک گونه‌ها و تعیین قرابت‌های فیلوژنتیکی نقش به‌سزایی داشته باشند. بسیاری از مطالعات تاکسونومیک نشان داده‌اند که الگوهای متفاوت در مقطع عرضی دمبرگ یا تغییرات شکل ظاهری آن در گونه‌های نزدیک، می‌تواند به عنوان معیارهای قابل اعتماد برای تشخیص روابط خویشاوندی مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، تحلیل دقیق دمبرگ نه تنها به شناسایی گونه‌های مشابه کمک می‌کند بلکه ابزار کارآمدی در بازسازی درخت‌های تبارزایی و بررسی روابط تکاملی میان گروه‌های گیاهی فراهم می‌آورد (Metcalf & Chalk 1979).

در ادامه، به تعدادی از مطالعات انجام شده در سال‌های اخیر بر صفات تشریحی دمبرگ در گروه‌های مختلف گیاهی نیز اشاره می‌شود. تالیپ و همکاران (Talip *et al.* 2016) با مطالعه ویژگی‌های دستجات آوندی در دمبرگ گونه‌هایی از قبیله *Dipterocarpeae* (*Dipterocarpaceae*) نشان دادند این صفات می‌توانند در شناسایی جنس‌ها و طبقه‌بندی این قبیله کمک‌کننده باشند. در مطالعه دیگری، بر ویژگی‌های تشریحی پنج گونه از جنس *Terminalia L.* در جنوب غرب نیجریه، نشان داده شد که صفاتی چون شکل مقطع دمبرگ، ساختار اپیدرم، الگوی آوندی و نوع کرک‌ها در تفکیک گونه‌ها و تعیین روابط تاکسونومیک به ویژه در گونه‌های سازگار به شرایط خشک، کاربرد دارند. نتایج این مطالعه، لزوم توجه به ویژگی‌های تشریحی پهنک و دمبرگ برگ را در طبقه‌بندی در این جنس پیشنهاد می‌کند (Akinsulire *et al.* 2018). در بررسی صفات تشریحی دمبرگ در هشت گونه از جنس *Cinnamomum Schaeff.*

قبیله خوشاریزه (*Echinophoreae*) متعلق به چتریان (*Apiaceae*) با چهار جنس به اسامی: *Anisosciadium DC.*، *Pyncocycla Lindl.* و *Echinophora L.*، *Dicyclophora Boiss.* برای نخستین بار در سال ۱۸۹۸ توسط بنتام و هوکر معرفی شد. در حال حاضر، این قبیله با اضافه شدن دو جنس *Ergocarpon* و *C.C.Towns.* شش جنس و ۲۸ گونه را بیشتر در نواحی خاورمیانه و جنوب غرب آسیا و با پراکنش محدودتر در اروپا و آفریقا در بر می‌گیرد. از ویژگی‌های متمایزکننده اعضای این قبیله می‌توان به گل‌آذین‌های منحصربه‌فرد فانوسی شکل (*lantern-shape*) گل نر و ماده و درجات متفاوتی از سخت‌شدگی و پیوستگی میان برگ‌ها، دمگل‌ها و میوه‌ها اشاره کرد (Drude 1897–98, Hedge & Lamond 1973, 1978, Pimenov & Leonov 1993, Takhtajan 1997, Mozaffarian 2007, Khajepiri *et al.* 2023).

مطالعات مولکولی و تعیین توالی در چتریان دارای ارزش تاکسونومیک بالایی است. از میان مطالعات مولکولی متعددی که در این تیره انجام شده می‌توان به مقالات داوونی (Downie *et al.* 2010, 2000a,b, 1998)، ولیجو-ومن و همکاران (Magee *et al.* 2006)، مگی و همکاران (Valiejo-Roman *et al.* 2010)، فریدونفر و همکاران (Fereydonfar *et al.* 2016)، موسوی و همکاران (Mousavi *et al.* 2020) و کلارکسن و همکاران (Clarkson *et al.* 2021) اشاره کرد.

امروزه نشان داده شده است که مطالعات تشریحی می‌تواند نقش مهمی در تعیین گروه‌های تک‌نیا ایفا کند. یکی از ویژگی‌های دارای اهمیت تاکسونومیک در رده‌بندی چتریان، ویژگی‌های تشریحی میوه در این تیره است که در مطالعات زیادی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برخی از این مطالعات عبارتند از: مطالعه جنس *Thapsia L.* با استفاده از صفات میوه (Smith 1995)، مطالعه ساختار میوه در زیرتیره *Saniculoideae* و جنس‌های مربوط از آفریقا (Liu *et al.* 2003)، مطالعه ارزش تاکسونومیک میوه در رده‌بندی جنس *Bupleurum L.* در چین (Liu *et al.* 2003)، بررسی ارزش تاکسونومیک بال‌های میوه در راسته چتریان (*Apiales*) (Liu *et al.* 2006)، مطالعه جنس *Hausknechtia Boiss.* با استفاده از ویژگی‌های تشریحی میوه (Pimenov *et al.* 2004)، مطالعه تاکسونومیک گونه‌های جنس چویل (*Ferulago Uruşak & Koch*) با استفاده از صفات تشریحی میوه (W.D.J.Koch 2013, Kizilarlan 2013)، مطالعه ویژگی‌های تشریحی میوه در گونه‌های جنس *Bupleurum L.* در ایران (Ghahremaninejad

می‌توانند بازتابی از سازگاری‌های بوم‌شناختی گونه‌ها نیز باشند. بنابراین، بررسی ویژگی‌های تشریحی آرایه‌های تبار می‌تواند نقش مهمی در تبیین روابط خویشاوندی و تمایز جنس‌ها و گونه‌ها ایفا کند. از این‌رو، پژوهش حاضر با هدف مطالعه صفات تشریحی دمبرگ در گونه‌های منتخب این قبیله انجام شد. برای این منظور، نمونه‌های هرباریومی متعلق به هشت گونه از چهار جنس *Thecocarpaceae*، *Echinophora*، *Dicyclophora*، *Anisosciadium* مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند تا با شناسایی شاخص‌های تشریحی مؤثر، درک دقیق‌تری از روابط بین گونه‌ای و ساختار درونی این گروه فراهم شود.

روش بررسی

- انتخاب نمونه‌ها و روش تهیه برش‌ها

در مطالعه حاضر، به منظور انجام مطالعات تشریحی دمبرگ، نمونه‌برداری از نمونه‌های هرباریومی هشت گونه از قبیله خوشاریزه (چتریان) از هرباریوم تهران (T) در دانشگاه خوارزمی و هرباریوم موزه تاریخ طبیعی وین (W) صورت گرفت. مشخصات نمونه‌های مطالعه شده در جدول ۱ آرایه شده‌اند. برای هر گونه، یک نمونه گیاهی هرباریومی تهیه شد و بخش دمبرگ آن‌ها جدا شدند. از هر کدام از نمونه‌های دمبرگ، چهار برش عرضی تهیه شد. در مجموع برای هر هشت گونه، ۳۲ برش تهیه گردید. در هر مقطع، ضخامت کوتیکول، اپیدرم، آبکش و چوب در سه نقطه اندازه‌گیری و میانگین این مقادیر برای هر مقطع محاسبه گردید.

- تثبیت و نگهداری نمونه‌های دمبرگ

نمونه‌های دمبرگ پس از انتخاب و جدا شدن از گیاه، توسط الکل ۷۰ درصد شست‌وشو و توسط آب مقطر آبکشی شدند. سپس، این نمونه‌ها برای سهولت در برش‌گیری به مدت حدود یک ماه در محلول گلیسرین و الکل ۷۰ درصد و در دمای محیط قرار گرفتند.

- برش‌گیری و رنگ‌آمیزی

در این مرحله، ابتدا نمونه مورد نظر از الکل ۷۰ درصد خارج شده و در صافی‌های مخصوص و توسط آب کاملاً شست‌وشو داده شد. سپس، این نمونه درون قطعه‌ای از یونولیت جاسازی و به وسیله تیغ، برش‌های نازکی از آن تهیه شد. برش‌های به دست آمده در صافی مخصوص قرار گرفتند و قطعات یونولیت به وسیله قلمو از آن‌ها جدا شدند.

ویژگی‌هایی مانند بال‌ها و شیارهای سطح فوقانی، کرک‌ها، شکل و ساختار دستجات آوندی به عنوان صفات مهم برای شناسایی گونه‌ها معرفی شدند (Abeyasinghe & Scharaschkin 2019). همچنین، در بررسی ۲۳ گونه از جنس *Salix L.* و برخی گونه‌های خویشاوند از نظر صفات تشریحی دمبرگ مشخص شد این صفات می‌توانند به خوبی برای تمایز آرایه‌های زیرجنسی و گونه‌ها مورد استفاده قرار گیرند. به علاوه، بازسازی حالت اجدادی ویژگی‌های مورد مطالعه نشان داد که خصوصیات پهن‌شکل سلولی چندضلعی، الگوی صاف تا اندکی خمیده در دیواره‌های آنتی‌کلینال سلول‌های اپیدرم، فشردگی افقی دمبرگ، حضور پره‌های جانبی در دمبرگ، سطح فوقانی محدب و حاشیه شیاردار دمبرگ، از صفات ابتدایی در گونه‌های مورد بررسی هستند (Hamzehloo et al. 2020).

بررسی ویژگی‌های تشریحی دمبرگ در گونه‌های مختلف جنس *Curcuma L.* نشان دادند که با وجود شباهت‌های ساختاری، صفاتی مانند وجود کرک، شکل مقطع عرضی دمبرگ، تعداد دستجات آوندی و ضخامت لایه‌های کلرانسیم و هیپودرم می‌توانند در تفکیک گونه‌ها مفید باشند. این ویژگی‌ها به ویژه در شناسایی گونه‌ها در مرحله رویشی اهمیت دارند و ترکیب داده‌های کیفی و کمی تشریحی می‌تواند ابزار مؤثری برای ارزیابی تاکسونومیک گونه‌های این جنس باشد. متعاقباً در مطالعه‌ای که بر ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی و تشریحی دمبرگ ۱۹ گونه از جنس *Clematis L.* در کره جنوبی انجام شد، صفات حضور یا نبود کرک، شکل مقطع عرضی دمبرگ، وجود بال‌ها و شیارها در سطح فوقانی و تعداد دستجات آوندی به عنوان ویژگی‌های متمایزکننده گونه‌ها معرفی شدند. تحلیل UPGMA در این مطالعه، شش دسته مجزا براساس شباهت‌های صفات دمبرگ آرایه کرد که می‌توانند به عنوان ویژگی‌های تشخیصی برای برخی گونه‌های این جنس استفاده شوند (Park et al. 2021).

در حال حاضر، نتایج حاصل از مطالعات ریخت‌شناختی، مولکولی و تشریحی در خصوص روابط درون‌تبار این گروه هنوز به صورت دقیق روشن نشده است. به نظر می‌رسد گوناگونی بالای صفات ریختی و تغییرپذیری ویژگی‌های ساختاری دمبرگ، تفسیر فیلوژنتیکی را با ابهام روبه‌رو کرده است. انجام مطالعات تکمیلی با بهره‌گیری از داده‌های تشریحی، از جمله بررسی دقیق ساختار دمبرگ، می‌تواند به درک بهتر روابط گونه‌ای و تبیین سازگاری‌های بوم‌شناختی میان آن‌ها کمک کند، چرا که ویژگی‌های تشریحی دمبرگ در این قبیله نه تنها ارزش تاکسونومیک دارند، بلکه

جدول ۱- مشخصات هرباریومی آرایه‌های مورد مطالعه از قبیله خوشاریزه

Table 1. Specimen information of studied taxa of tribe Echinophoreae

No.	Taxon	Locality	Elevation (m)	Herbarium No.*
1	<i>Anisosciadium orientale</i> DC.	Iraq: Kut al-Imara Distr., Ad confines Persiae in ditone oppidi Badra	1300	W-0002224
2	<i>Dicyclophora persica</i> Boiss.	Iran: Kerman and Fars Prov., Inter-Saidabad	1700-1900	W-0003275
3	<i>Echinophora chrysantha</i> Freyn & Sint.	Turkey: Erzincan, B7 Erzincan, 10 km NW Erzincan	780	W-03454
4	<i>E. orientalis</i> Hedge & Lamond	Iran: Azarbayejan Prov., Munjuglu	1206	T-10758
5	<i>E. platyloba</i> DC.	Iran: Fars Prov., Marvdasht, Sade Doroodzan	1623	T-12613
6	<i>E. sibthorpiana</i> Guss.	Iran: Gilan Pov., Roudbar, Siahroud	1018	T-3949
7	<i>E. trichophylla</i> Sm.	Turkey: Bilcik between Kople and Demirkuh	180	W-0003952
8	<i>T. meifolius</i> Boiss.	Iran: Fars Prov., Marvdasht, Sade Doroodzan	1730	T-12443

W: Naturhistorisches Museum Wien (Vienna, Austria), T: Kharazmi University Herbarium (Tehran, Iran)

قبیله و آرایه‌های مورد مطالعه به همراه جدول ویژگی‌های دمبرگ در این قبیله (جدول ۲) تهیه شد. برای تحلیل خوشه‌ای صفات تشریحی دمبرگ در قبیله خوشاریزه، ابتدا داده‌ها به صورت کمی استانداردسازی شدند تا اثر مقیاس‌های مختلف صفات حذف شود. سپس فاصله بین نمونه‌ها با استفاده از فاصله اقلیدسی محاسبه گردید. پس از محاسبه فاصله‌ها، داده‌ها با استفاده از روش خوشه‌بندی سلسله‌مراتبی بر پایه الگوریتم Ward گروه‌بندی شدند. این روش با کمینه کردن مجموع مربعات فاصله‌ها درون خوشه‌ها، خوشه‌هایی با واریانس کمتر و همگن‌تر تولید می‌کند که برای تحلیل صفات تشریحی گیاهی بسیار مناسب است. نتایج خوشه‌بندی در قالب دندروگرام با استفاده از نرم‌افزار Past4.13 ارائه شد که نشان‌دهنده قرابت گونه‌های مورد بررسی براساس صفات دمبرگ بود (شکل ۵).

- آناتومی و تاکسونومی

شکل مقطع دمبرگ در قبیله خوشاریزه متغیر و ضخامت آن بین ۳۸۲،۷۷۹ تا ۱۴۳۵،۷۱۴ میکرومتر؛ دستجات آوندی در برش عرضی مثلثی، دایره‌ای یا بیضوی؛ ضخامت کوتیکول بین ۱۰،۰۲۲ تا ۲۷،۱۱۳ میکرومتر، ضخامت اپیدرم بین ۲،۳۲۹ تا ۴۶،۴۹۹ میکرومتر، ضخامت آبکش بین ۴۰،۱۶۲ تا ۷۲،۹۴۴ میکرومتر و ضخامت چوب بین ۷،۷۱۱ تا ۲۵۲،۳۸۰ میکرومتر

در مرحله بعد و برای پاک کردن و خارج کردن رنگیزه‌ها و سایر مواد درون سلولی و شفاف‌تر کردن برش‌ها در زیر میکروسکوپ، نمونه‌ها در آب ژاول ۲۰ درصد قرار داده شدند. زمان لازم برای این مرحله بستگی به زمان بی‌رنگ شدن نمونه‌ها دارد. برش‌ها کاملاً با آب شست‌وشو داده شدند و در محلول اسید استیک ۱۰ درصد قرار گرفتند. در این مرحله، برش‌ها پس از شست‌وشوی کامل با آب، به مدت ۱۰ دقیقه در رنگ قهوه‌ای بیسمارک و ۷ ثانیه در رنگ متیلن بلو قرار داده شدند. پس از هر رنگ‌آمیزی، شست‌وشوی کامل برش‌ها با آب انجام شد. در پایان، نمونه‌ها با چند قطره گلیسرین روی لام قرار داده شدند و به طوری که حباب ایجاد نشود روی آن‌ها لامل قرار گرفت. لام‌های تهیه شده زیر میکروسکوپ مطالعه شدند. تمام تصاویر با گوشی همراه از طریق میکروسکوپ (بزرگنمایی‌های ۴×، ۱۰×، ۴۰×) گرفته شد. برای مقیاس‌گذاری، ابتدا لام مدرج تصویربرداری و با نرم‌افزار ImageJ اندازه‌گیری شد و سپس مقیاس در تصاویر نمونه‌ها درج گردید. جهت رسم نمودار از نرم‌افزار Past4.13 استفاده شد.

نتیجه

پس از بررسی و اندازه‌گیری دقیق صفات انتخاب شده دمبرگ برای مطالعه حاضر، شرح دقیقی از ویژگی‌های تشریحی

دمبرگ مربعی با لبه‌های صاف در مقطع عرضی و ضخامت ۱۰۰۰،۶۲۱ میکرومتر، دستجات آوندی در مقطع عرضی دایره‌ای؛ ضخامت کوتیکول ۱۰،۲۲ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۲،۳۲۹ میکرومتر، ضخامت آبکش ۴،۱۶۲ میکرومتر و ضخامت چوب ۷،۷۵۲ میکرومتر.

۷- *E. trichophylla*

دمبرگ مربعی با لبه‌های صاف در مقطع عرضی و ضخامت ۳۸۲،۷۷۹ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی مثلثی؛ ضخامت کوتیکول ۲،۲۵۴ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۵،۳۰۳ میکرومتر، ضخامت آبکش ۱۲،۰۷۱ میکرومتر و ضخامت چوب ۲۱،۲۵۰ میکرومتر.

۸- *Thecocarpus meifolius*

دمبرگ در مقطع عرضی دایره‌ای با حاشیه سینوسی و ضخامت آن ۴۲۴،۷۰۷ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی دایره‌ای؛ ضخامت کوتیکول ۱۱،۱۹۱ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۲۱،۶۵۵ میکرومتر، ضخامت آبکش ۷۲،۹۴۴ میکرومتر و ضخامت چوب ۲۵۲،۳۸ میکرومتر.

بحث

براساس نتایج حاصل از صفات تشریحی دمبرگ در قبیله خوشاریزه، نموداری با دو شاخه اصلی به دست آمد (شکل ۵). شاخه اول شامل گونه‌های نماینده سه جنس *Anisosciadium*، *Dicyclophora* و *Thecocarpus* و شاخه دوم دربرگیرنده همه گونه‌های مورد مطالعه جنس *Echinophora* بود.

در شاخه اول، گونه‌های *A. orientale*، *D. persica* و *T. meifolius* در کنار هم قرار گرفتند. این سه گونه از نظر فرم رویشی و ساختار برگ نیز شباهت‌هایی نشان دادند. هر سه گونه گیاهانی علفی و با ارتفاع متوسط بوده و دارای ساقه نرم و نسبتاً استوانه‌ای بودند. همچنین، برگ در این سه گونه معمولاً دارای تقسیمات کم‌عمق بود. از میان این گونه‌ها، دو گونه *A. orientale* و *D. persica* با شباهت در صفات شکل دمبرگ در برش عرضی و ضخامت دمبرگ و بافت چوب در کنار هم قرار گرفتند. علاوه بر صفات تشریحی دمبرگ، این دو گونه به دلیل فرم رویشی علفی یکساله از نظر ریخت‌شناسی نیز به هم نزدیک بودند. از صفات متمایزکننده گونه *T. meifolius* از دو گونه دیگر می‌توان

(شکل‌های ۴-۱). مشخصات دمبرگ گونه‌های مورد بررسی به شرح زیر است:

۱- *Anisosciadium orientale*

دمبرگ در مقطع عرضی دایره‌ای با حاشیه موج‌دار و ضخامت ۵۰۴،۲۹۳ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی دایره‌ای؛ ضخامت کوتیکول ۶،۰۰۹ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۱۵،۳۶۶ میکرومتر، ضخامت آبکش ۳۰،۷۳۲ میکرومتر و ضخامت چوب ۷،۰۷۱ میکرومتر.

۲- *Dicyclophora persica*

دمبرگ در مقطع عرضی دایره‌ای با حاشیه موج‌دار و ضخامت آن ۴۰۷،۹۵۶ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی بیضوی؛ ضخامت کوتیکول ۳،۸۲۲ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۸،۵۴۷ میکرومتر، ضخامت آبکش ۲۷،۰۲۷ میکرومتر و ضخامت چوب ۷،۰۹۴۳ میکرومتر.

۳- *Echinophora chrysantha*

دمبرگ بیضوی با گوشواره و حاشیه سینوسی در مقطع عرضی و ضخامت ۴۲۴،۳۱ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی بیضوی؛ ضخامت کوتیکول ۱۰،۲۲ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۲،۶۶۲ میکرومتر، ضخامت آبکش ۸،۸۴۹ میکرومتر و ضخامت چوب ۱۴،۳۱۰ میکرومتر.

۴- *E. orientalis*

دمبرگ مثلثی با لبه‌های صاف در مقطع عرضی و ضخامت ۵۸۹،۲۷۱ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی مثلثی؛ ضخامت کوتیکول ۴،۱۵۹ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۸،۳۱۹ میکرومتر، ضخامت آبکش ۱۱،۷۶۵ میکرومتر و ضخامت چوب ۲۷،۰۳۶ میکرومتر.

۵- *E. platyloba*

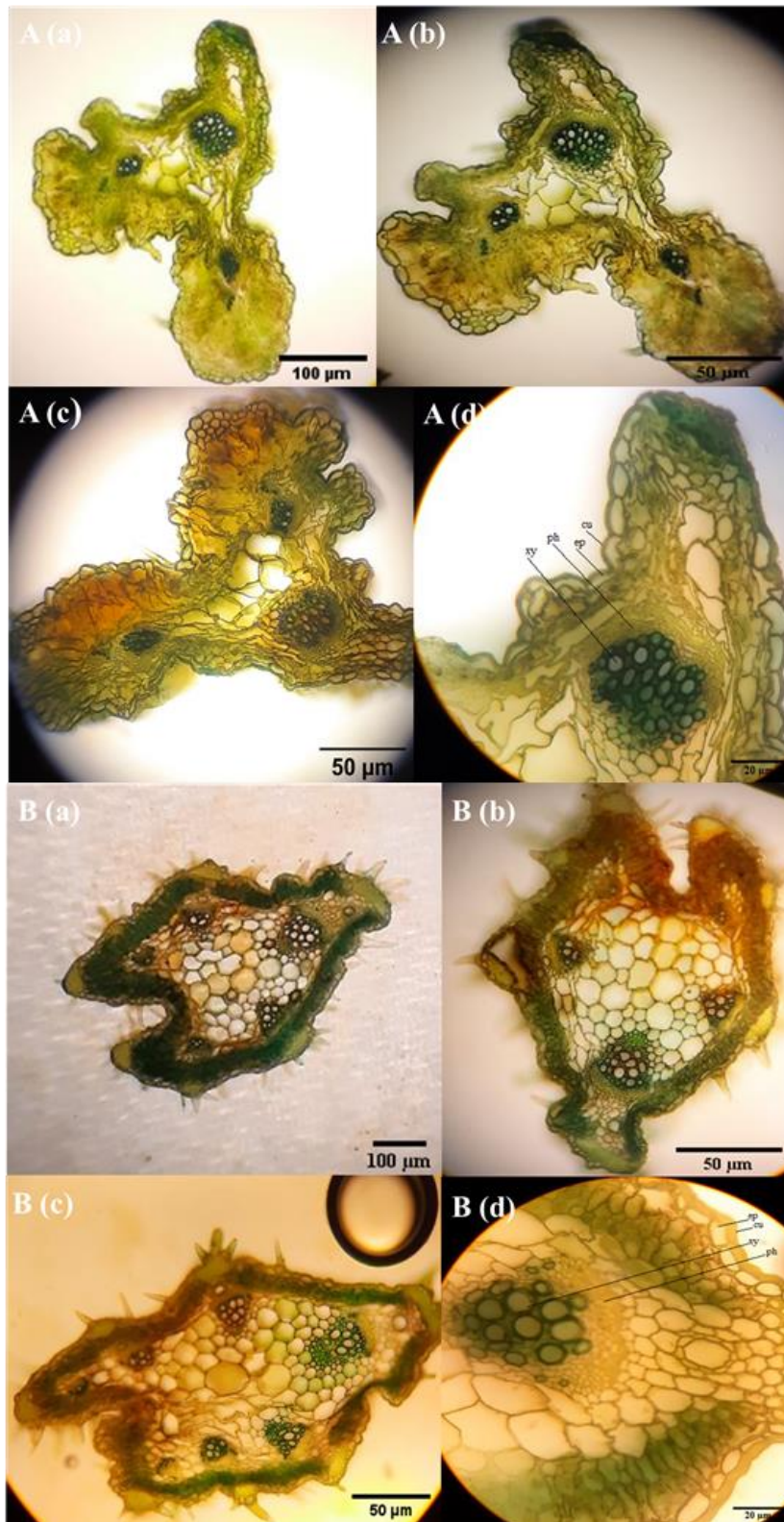
دمبرگ گرد با حاشیه سینوسی در مقطع عرضی و ضخامت ۱۴۳۵،۷۱۴ میکرومتر؛ دستجات آوندی در مقطع عرضی دایره‌ای؛ ضخامت کوتیکول ۱۰،۲۳ میکرومتر، ضخامت اپیدرم ۳،۲۰۲ میکرومتر، ضخامت آبکش ۶،۹۵۹ میکرومتر و ضخامت چوب ۱۳،۲۹۵ میکرومتر.

۶- *E. sibthorpiana*

علاوه بر صفات تشریحی، این دو گونه به دلیل نبود خار، برگ‌های متناوب و مستطیلی و وجود غلاف برگی به هم شباهت داشتند. علاوه بر سازگاری بوم‌شناختی، این تفاوت‌ها احتمالاً منعکس‌کننده مسیرهای تکاملی و تاریخچه ژنتیکی گونه‌ها نیز هستند. قرار گرفتن گونه‌های علفی کنار هم و جدایی *E. platyloba* در نمودار درختی از گونه‌های دیگر از گروه خود، با تفاوت در تاریخچه فیلوژنتیکی و انتخاب طبیعی هم‌خوانی داشت، به طوری که این یافته‌ها با مطالعات پیشین نیز هماهنگ بود. به طور مثال، مطالعات آبه‌سینگه و شرشکین (Abeyasinghe & Scharaschkin 2019) در جنس *Cinnamomum* (Lauraceae) نشان داد که ساختارهای تشریحی دمبرگ می‌توانند شاخص‌های مفیدی برای شناسایی گونه‌ها و بررسی روابط تکاملی باشند که اهمیت دمبرگ را در تحلیل‌های سیستماتیک و تطبیقی تأیید می‌کند. همچنین، مطالعات خواجه‌پیری و همکاران (Khajehpiri et al. 2023) نشان داد که ویژگی‌های تشریحی *Echinophora scabra* Gilli از جمله آرایش رگبرگ‌ها و مجاری ترشجی، به عنوان شاخص‌های قابل اعتماد برای شناسایی گونه‌ها عمل کرده که یافته‌های پژوهش حاضر را تأیید می‌کند. در یافته‌های مطالعه حاضر، گونه‌هایی با فرم رویشی مشابه (مانند *T. mifolius* و *D. persica* و *A. orientale*) در نمودار درختی کنار هم قرار گرفته‌اند. جدایی گونه *E. platyloba* از سایر گونه‌های جنس خود به دلیل وجود خار، اهمیت صفات دفاعی و سازگاری را در شکل‌دهی به تنوع تشریحی برجسته می‌کند. این هم‌راستایی نشان داد که ویژگی‌های تشریحی، حتی در سطح دمبرگ و ساختارهای رویشی، می‌توانند بازتاب‌دهنده روابط فیلوژنتیکی و سازگاری‌های بوم‌شناختی باشند و نیز با تحلیل‌های ریزریخت‌شناختی هم‌خوانی داشته باشند. بنابراین، ترکیب داده‌های تشریحی نمودار درختی با مطالعات پیشین، اهمیت مطالعه دمبرگ را در تعیین مرزهای تاکسونومیک و بررسی روابط تکاملی در مورد Echinophoreae تأیید نمود.

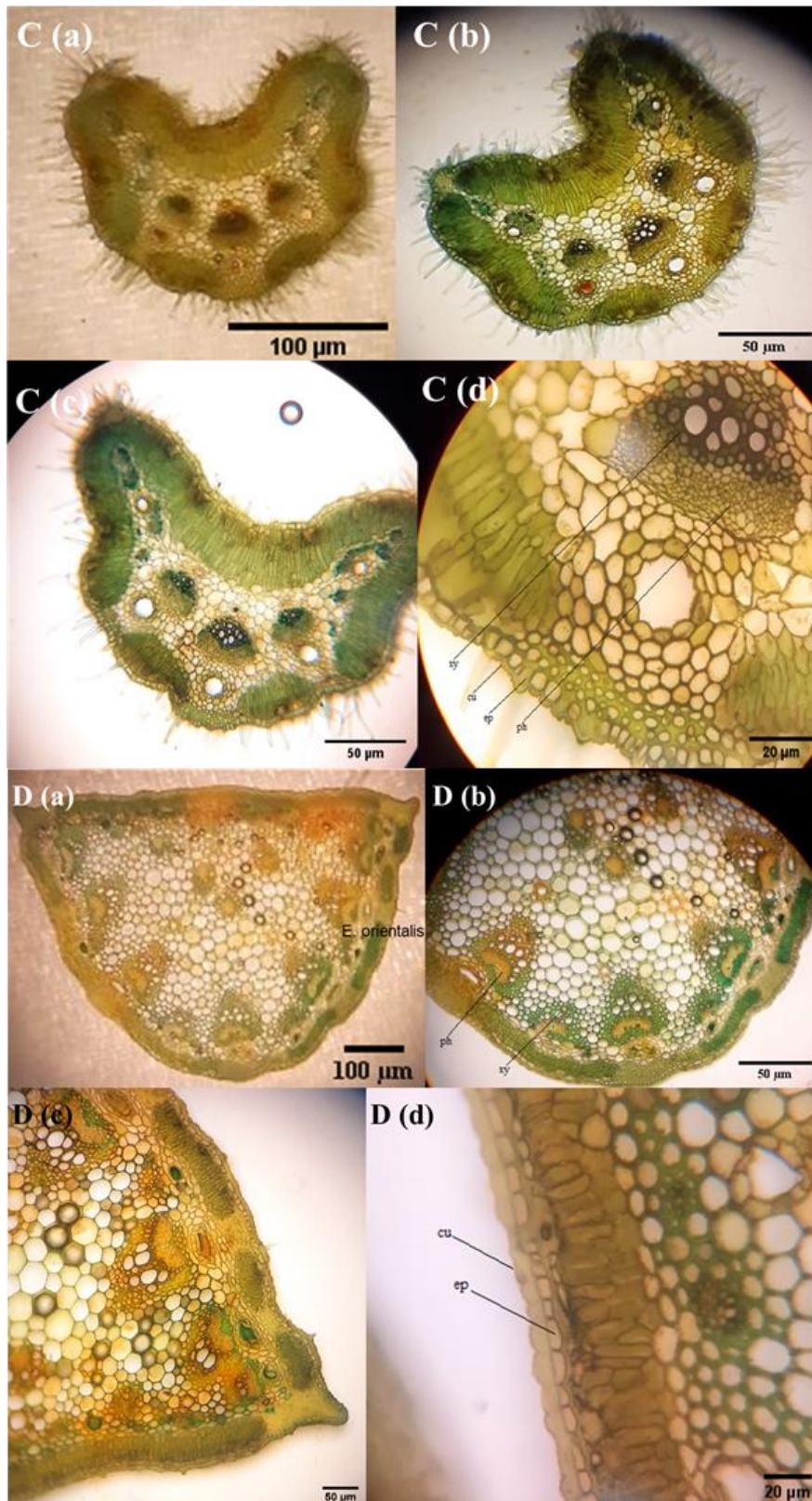
به ضخامت بسیار بیشتر کوتیکول، اپیدرم، آبکش و چوب در این گونه نسبت به دو گونه دیگر اشاره کرد. از جنبه ریخت‌شناسی نیز این گونه به آسانی با ساختار میوه کاذب از دو گونه دیگر قابل تشخیص بود. نتایج حاصل از تحلیل خوشه‌ای داده‌های تشریحی دمبرگ نشان داد که قرارگیری گونه‌های مورد بررسی در شاخه‌ها و گروه‌بندی آن‌ها، تنها ناشی از تفاوت‌های ساختاری نیست، بلکه می‌تواند بازتابی از شرایط بوم‌شناختی و سازگاری گونه‌ها باشد. گونه‌های *T. meifolius*، *D. persica* و *A. orientale* که در کنار هم قرار گرفته‌اند، از نظر فرم رویشی مشابه و فاقد ساختارهای دفاعی سخت مانند خار بودند (شکل ۵). این شباهت‌ها نشان داد که این گونه‌ها در شرایط بوم‌شناختی مشابهی رشد کرده و فشارهای محیطی مشابهی را تجربه کرده‌اند که باعث تثبیت صفات ریخت‌شناختی خاصی شده است.

در شاخه دوم که در برگ‌گیرنده گونه‌های جنس *Echinophora* است، گونه *E. platyloba* که تنها گونه خاردار بررسی شده در این مطالعه بود به خوبی از دیگر گونه‌ها تفکیک شد. این امر نشان‌دهنده استراتژی دفاعی متفاوت و سازگاری با فشارهای زیست‌محیطی ویژه است. به نظر می‌آید ویژگی متمایزکننده این گونه از چهار گونه باقیمانده این جنس می‌تواند شکل مقطع عرضی دایره‌ای با حاشیه سینوسی و ضخامت بیشتر دمبرگ باشد. دو گونه *E. orientalis* و *E. trichophylla* با دستجات آوندی سه‌گوشه، ضخامت بالاتر کوتیکول، اپیدرم، چوب و آبکش در کنار یکدیگر قرار گرفتند و از دو گونه *E. sibthorpiana* و *E. chrysantha* متمایز شده‌اند. این دو گونه همچنین در خصوصیات ریخت‌شناسی مانند ساقه شیاردار، برگ‌های ساقه‌ای بالایی ساده، برگ‌های نازک و خطی و نوع چترک میوه‌دار به یکدیگر شباهت زیادی داشتند. از سوی دیگر، گونه‌های *E. chrysantha* و *E. sibthorpiana* با شباهت در صفات ضخامت کوتیکول، اپیدرم، آبکش و چوب به هم نزدیک بودند.



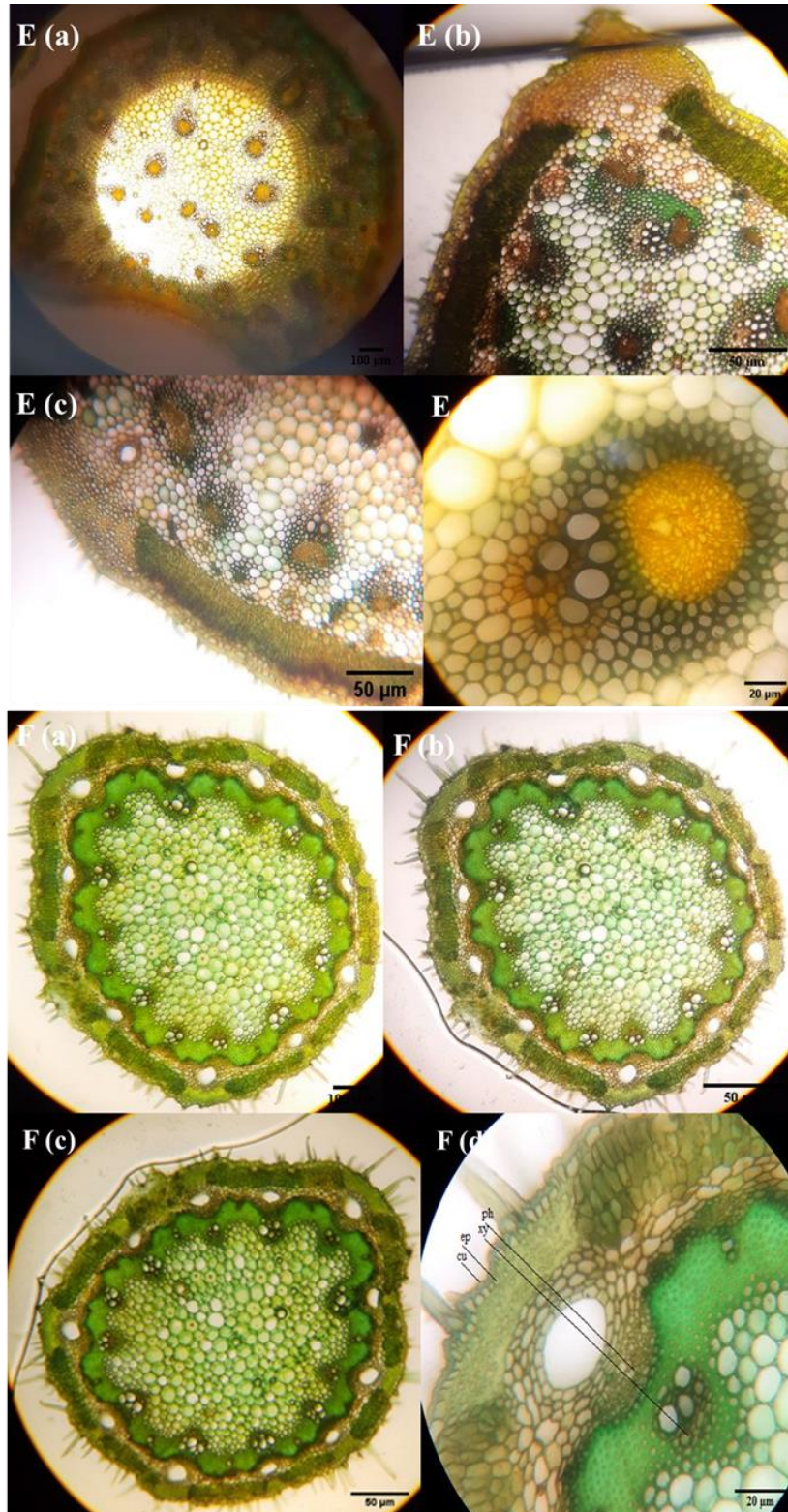
شکل ۱- برش عرضی دمبرگ در قبیله خوشاریزه: A. *A. orientale*, B. *D. persica*, a: بزرگنمایی $\times 4$ (نمای کلی)، b و c: بزرگنمایی $\times 10$ ، d: بزرگنمایی $\times 40$ ، cu: کوتیکول، ep: اپیدرم، ph: آوند آبکش، xy: آوند چوبی.

Fig. 1. Transverse section of petiole in the tribe Echinophoreae: A. *A. orientale*, B. *D. persica*, a: $\times 4$ magnification (general view), b, c: $\times 10$ magnification, d: $\times 40$ magnification, cu: Cuticle, ep: epidermis, ph: phloem, xy: xylem.



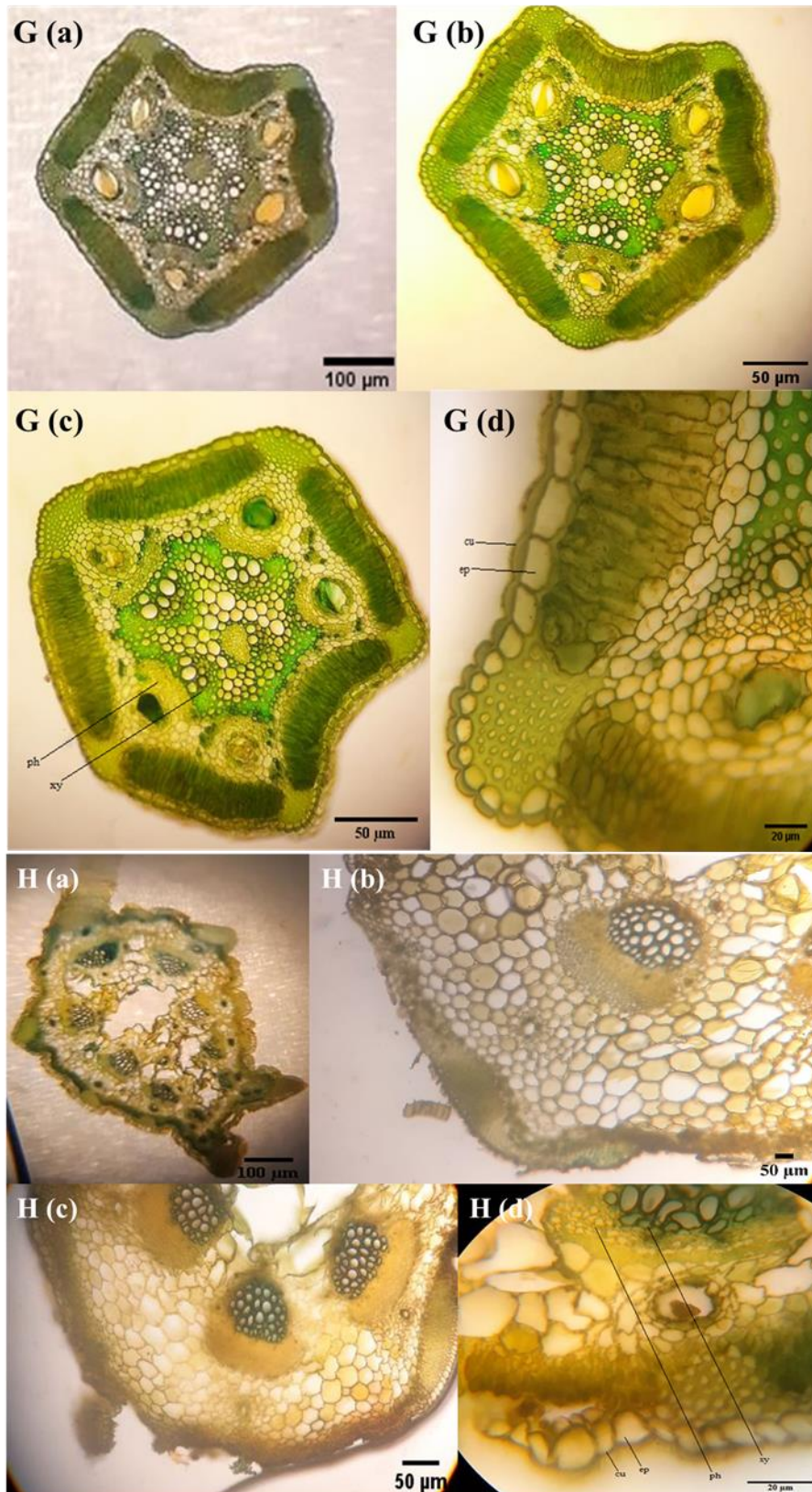
شکل ۲- برش عرضی دمبرگ در قبیله خوشاریزه: C. *E. chrysantha*, D. *E. orientalis*. a: بزرگنمایی ۴× (نمای کلی)، b و c: بزرگنمایی ۱۰×، d: بزرگنمایی ۴۰×، xy: آوند چوبی، ep: اپیدرم، ph: آوند آبکش، cu: کوتیکول.

Fig. 2. Transverse section of petiole in the tribe Echinophoreae: C. *E. chrysantha*, D. *E. orientalis*, a: $\times 4$ magnification (general view), b, c: $\times 10$ magnification, d: $\times 40$ magnification, cu: Cuticle, ep: epidermis, ph: phloem, xy: xylem.



شکل ۳- برش عرضی دمبرگ در قبیله خوشاریزه: E. *E. platyloba*، F. *E. sibthorpiana*، a: بزرگنمایی $\times 4$ (نمای کلی)، b و c: بزرگنمایی $\times 10$ ، d: بزرگنمایی $\times 40$ ، cu: کوتیکول، ep: اپیدرم، ph: آوند آبکش، xy: آوند چوبی.

Fig. 3. Transverse section of petiole in the tribe Echinophoreae: E. *E. platyloba*, F. *E. sibthorpiana*, a: $\times 4$ magnification (general view), b, c: $\times 10$ magnification, d: $\times 40$ magnification, cu: Cuticle, ep: epidermis, ph: phloem, xy: xylem.



شکل ۴- برش عرضی دمبرگ در قبیله خوشاریزه: G. *E. trichophylla*, H. *T. meifolius*, a: بزرگنمایی $\times 4$ (نمای کلی)،

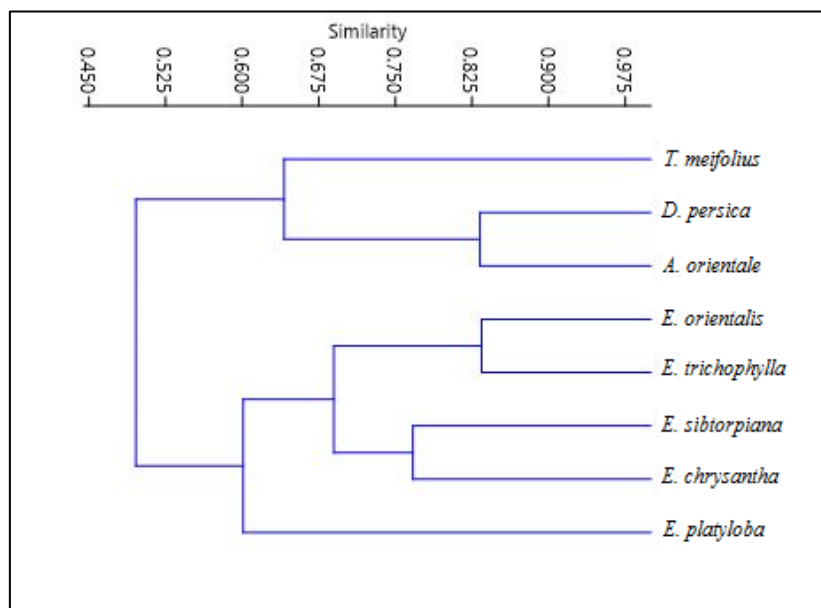
b و c: بزرگنمایی $\times 10$ ، d: بزرگنمایی $\times 40$ ، cu: کوتیکول، ep: اپیدرم، ph: آوند آبکش، xy: آوند چوبی.

Fig. 4. Transverse section of petiole in the tribe Echinophoreae: G. *E. trichophylla*, H. *T. meifolius*, a: $\times 4$ magnification (general view), b, c: $\times 10$ magnification, d: $\times 40$ magnification, cu: Cuticle, ep: epidermis, ph: phloem, xy: xylem.

جدول ۲- صفات تشریحی مورد مطالعه در دمبرگ قبیله خوشاریزه

Table 2. Studied anatomical characters of petiole in tribe Echinophoreae

Taxon	Petiole shape	Petiole thickness (μm)	Vascular bundle shape	Cuticle thickness (μm)	Epidermis thickness (μm)	Phloem thickness (μm)	Xylem thickness (μm)
<i>Anisosciadium orientale</i> DC.	Round with sinusoidal margin	504.293	Circular	6.009	15.366	30.732	70.711
<i>Dicyclophora persica</i> Boiss.	Round with sinusoidal margin	407.956	Oval	3.822	8.547	27.027	70.943
<i>Echinophora chrysantha</i> Freyn & Sint.	Cuneate oval with sinusoidal margin	424.31	Oval	1.022	2.662	8.849	14.31
<i>E. orientalis</i> Hedge & Lamond	Triangle with smooth edges	589.271	Triangular	4.159	8.319	11.765	27.036
<i>E. platyloba</i> DC.	Round with sinusoidal margin	1435.714	Circular	1.023	3.202	6.959	13.295
<i>E. sibthorpiana</i> Guss.	A square with a smooth edge	1000.621	Circular	1.022	2.329	4.162	7.752
<i>E. trichophylla</i> Sm.	A square with a smooth edge	382.779	Triangular	2.254	5.303	12.071	21.25
<i>Thecocarpus meifolius</i> Boiss.	Round with sinusoidal margin	424.707	Circular	11.191	21.655	72.944	252.38



شکل ۵- دندروگرام شباهت ویژگی‌های تشریحی دمبرگ.

Fig. 5. Similarity dendrogram of petiole anatomical characteristics.

نتیجه گیری

میان گونه‌های بررسی شده از قبیله خوشاریزه، صفات تشریحی دمبرگ معیارهای قابل اعتمادی برای بازشناسی گونه‌ها و بررسی روابط درون‌قبیله‌ای فراهم کردند.

سپاسگزاری

نگارندگان بر خود لازم می‌دانند که از مسئولان هرباریوم W (وین، اتریش)، هرباریوم تهران (T) در دانشگاه خوارزمی (تهران، ایران) و همچنین سرکار خانم مریم خواجه‌پیری که در انجام این پژوهش همکاری‌های زیادی را به عمل آوردند، سپاسگزاری و قدردانی نمایند. پژوهش حاضر مستخرج از رساله دکتری نگارنده نخست به راهنمایی نگارندگان دوم و سوم به دانشگاه خوارزمی (تهران) ارائه شده است.

نتایج بررسی تشریحی دمبرگ در قبیله خوشاریزه نشان داد که صفات ساختاری مانند ضخامت کوتیکول، اپیدرم، آبکش و چوب از شاخص‌ترین ویژگی‌ها در تفکیک گونه‌ها و جنس‌ها هستند. تحلیل خوشه‌ای، گونه‌ها را در دو شاخه اصلی جای داد. شاخه اول شامل نمایندگان جنس‌های *Dicyclophora*، *Anisosciadium* و *Thecocarpus* است و قرابت بیشتر دو جنس *Anisosciadium* و *Dicyclophora* را نسبت به *Thecocarpus* نشان داد. شاخه دوم، همه گونه‌های جنس *Echinophora* را در برمی‌گیرد که در میان آن‌ها گونه خاردار *E. platyloba* با مقطع دمبرگ با حاشیه سینوسی از سایر گونه‌ها تفکیک شده است. سایر گونه‌ها نیز براساس تفاوت در ضخامت بافت‌ها و آرایش دستجات آوندی به دو گروه قابل تشخیص تقسیم شدند. در مجموع، می‌توان نتیجه گرفت که در

References

- Abeysinghe, P.D. & Scharaschkin, T. 2019. Taxonomic value of petiole anatomy in the genus *Cinnamomum* (Lauraceae) found in Sri Lanka. *Ruhuna Journal of Science* 10(1): 1–17. DOI: 10.4238/gmr15048767.
- Akinsulire, O.P., Oladipo, O.T., Akinloye, A.J. & Illoh, H.C. 2018. Structure, distribution and taxonomic significance of leaf and petiole anatomical characters in five species of *Terminalia* (Combretaceae: Magnoliopsida). *Brazilian Journal of Biological Sciences* 5(10): 515–528. DOI: 10.21472/bjbs.051027.
- Anu, S. & Dan, M. 2020. Taxonomic significance on comparative petiole anatomy of twelve species of *Curcuma* L. (Zingiberaceae) from South India. *Plant Archives* 20(1): 35–41.
- Clarkson, J.J., Zuntini, A.R., Maurin, O., Downie, S.R., Plunkett, G.M., Nicolas, A.N., Smith, J.F., Feist, M.A.E., Gutierrez, K., Malakasi, P., Bailey, P., Brewer, G.E., Epitawalage, N., Zmarzty, S., Forest, F. & Baker, W.J. 2021. A higher-level nuclear phylogenomic study of the carrot family (Apiaceae). *American Journal of Botany* 108(7): 1252–1269. DOI: 10.1002/ajb2.1701.
- De Wet, H., Tilney, P.M. & Van Wyk, B.E. 2002. Vegetative morphology and anatomy of *Cissampelos* in South Africa. *South African Journal of Botany* 68(2): 181–190. DOI: 10.1016/S0254-6299(15)30418.
- Downie, S.R., Katz-Downie, D.S. & Spalik, K. 2000a. A phylogeny of Apiaceae, tribe Scandiceae: Evidence from Nuclear Ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer Sequences. *American Journal of Botany* 87(1): 76–95. DOI: 10.2307/2656687.
- Downie, S.R., Katz-Downie, D.S. & Watson, M.F. 2000b. A phylogeny of the flowering plant family Apiaceae based on chloroplast DNA rpl16 and rpoC1 intron sequences: towards a suprageneric classification of subfamily Apioideae. *American Journal of Botany* 87(2): 273–292. DOI: 10.2307/2656915.
- Downie, S.R., Ramanath, S., Katz-Downie, D.S. & Llanas, E. 1998. Molecular systematics of Apiaceae subfamily Apioideae: Phylogenetic analyses of nuclear ribosomal DNA Internal Transcribed Spacer and plastid rpoC1 intron sequences. *American Journal of Botany* 85(4): 563–591. DOI: 10.2307/2446441.

- Downie, S.R., Plunkett, G.M., Watson, M.F., Spalik, K., Katz-Downie, D.S., Valiejo-Roman, C.M., Terentieva, E.I., Troitsky, A.V., Lee, B.Y., Lahham, J. & El-Oqlah, A. 2001. Tribes and clades within Apiaceae subfamily Apioideae: The contribution of molecular data. *Edinburgh Journal of Botany* 58(2): 301–330. DOI: 10.1017/s0960428601000658.
- Downie, S.R., Spalik, K., Katz-Downie, D.S. & Reduron, J.-P. 2010. Major clades within Apiaceae subfamily Apioideae as inferred by phylogenetic analysis of nrDNA ITS sequences. *Plant Diversity and Evolution* 128(1–2): 111–136. DOI: 10.1127/1869-6155/2010/0128-0005.
- Drude, C.G.O. 1897–98. Umbelliferae. Pp. 63–250. In: Engler, A. & Prantle, K. (eds), *Die Natürlichen Pflanzenfamilien*, Vol. 38. W. Engelmann, Germany.
- Fereidounfar, S., Ghahremaninejad, F. & Khajehpiri, M. 2016. Phylogeny of the Southwest Asian *Pimpinella* and related genera based on nuclear and plastid sequences. *Genetics and Molecular Research* 15(4): 1–17. DOI: 10.4238/gmr15048767.
- Ghahremaninejad, F., Hoseini, E. & Mozaffarian, V. 2014. Fruit anatomy of the genus *Bupleurum* L. (Apiaceae) in Iran. *Iranian Journal of Botany* 20(1): 51–70. DOI: 10.22092/IJB.2014.6157.
- Hamzehloo, S., Ghahremaninejad, F. & Hoseini, E. 2020. Petiole anatomical features in *Salix* and some of its relatives in the family Salicaceae. *Rostaniha* 21(2): 185–205. DOI: 10.22092/BOTANY.2020.343283.1205.
- Hedge, I.C. & Lamond, J.M. 1973. A review of the tribe Echinophoreae (Umbelliferae). *Notes from the Royal Botanic Garden* 32(2): 167–188.
- Hedge, I.C. & Lamond, J.M. 1978. Further notes on Umbelliferae-Echinophoreae. *Notes from the Royal Botanic Garden* 37(1): 61–66.
- Kadluczka, D. & Grzebelus, E. 2022. Comparative fruit morphology and anatomy of wild relatives of carrot (*Daucus*, Apiaceae). *Agriculture* 12(12): 1–17. DOI: 10.3390/agriculture12122104.
- Khajehpiri, M., Saeidi, H., La Farge, C. & Ghahremaninejad, F. 2023. Typification and taxonomy of *Echinophora scabra* (Echinophoreae, Apioideae). *Phytotaxa* 594(2): 145–152. DOI: 10.11646/phytotaxa.594.2.6.
- Khajehpiri, M., Ghahremaninejad, F. & Mozaffarian, V. 2010. Fruit anatomy of the genus *Pimpinella* L. (Apiaceae). *Flora* 205(5): 344–356. DOI: 10.1016/j.flora.2009.12.030.
- Kızıllarslan, C. 2013. Fruit anatomy of some *Ferulago* (Apiaceae) species in Turkey. *Turkish Journal of Botany* 37(3): 434–445. DOI: 10.3906/bot-1109-7.
- Liu, M., Shi, L., van Wyk, B.E., Tilney, P.M. & Friis, I.B. 2003. Fruit anatomy of the genus *Bupleurum* (Apiaceae) in northeastern China and notes on systematic implications. *South African Journal of Botany* 69(2): 151–157. DOI: 10.1016/s0254-6299(15)30338-0.
- Liu, M.R., Plunkett, G.M., Lowry, P.P., Wyk, B.E. & Tilney, P.M. 2006. The taxonomic value of fruit wing types in the order Apiales. *American Journal of Botany* 93(9): 1357–1368. DOI: 10.3732/ajb.93.9.1357.
- Liu, M.R., Van Wyk, B.E. & Tilney, P.M. 2003. The taxonomic value of fruit structure in the subfamily Saniculoideae and related African genera (Apiaceae). *Taxon* 52(2): 261–270. DOI: 10.2307/3647394.
- Magee, A.R., Calvino, C.I., Liu, M.R., Downie, S.R., Tilney, P.M. & Wyk, B.E. 2010. New tribal delimitation for the early diverging lineages of Apiaceae subfamily Apioideae. *Taxon* 59(2): 567–580. DOI: 10.1002/tax.592021.

- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1979. Anatomy of the Dicotyledons. 2nd Edition, Clarendon Press, Oxford. 1–806.
- Mousavi, S., Mozaffarian, V., Mummenhoff, K., Downie, S.R. & Zarre, S. 2020. An updated lineage-based tribal classification of Apiaceae subfamily Apioideae with special focus on Iranian genera. *Systematics and Biodiversity* 19(1): 89–109. DOI: 10.1080/14772000.2020.1834002.
- Mozaffarian, V. 2007. Umbelliferae. In: Assadi, M. (Chief Editor), *Flora of Iran*, Vol. 54. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran (In Persian).
- Olson, M.E., Gaskin, J.F. & Ghahremaninejad, F. 2003. Stem anatomy is congruent with molecular phylogenies placing *Hypericopsis persica* in *Frankenia* (Frankeniaceae): comments on vascentric tracheids. *Taxon* 52(3): 525–532. DOI: 10.2307/3647451.
- Park, B.K., Son, D.C. & Ghimire, B. 2021. Taxonomic relevance of petiole anatomical and micro-morphological characteristics of *Clematis* L. (Ranunculaceae) taxa from South Korea. *PeerJ* 9, e11669. DOI: 10.7717/peerj.11669.
- Pimenov, M.G. & Leonoy, M.V. 1993. *The Genera of the Umbelliferae: A Nomenclature*. Royal Botanic Garden, Kew, UK, 1993.
- Pimenov, M.G., Valiejo-Roman, C.M., Terentieva, E.I., Samigullin, T.H. & Mozaffarian, V. 2004. Enigmatic genus *Haussknechtia* (Umbelliferae): systematic relationships based on molecular and carpological data. *Nordic Journal of Botany* 24(5): 555–565. DOI: 10.1111/j.1756-1051.2004.tb01640.x.
- Smitt, U.W., Jager, A.K., Adersen, A. & Gudiksen, L. 1995. Comparative studies in phytochemistry and fruit anatomy of *Thapsia garganica* and *T. transtagana*, Apiaceae (Umbelliferae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 117(4): 281–292. DOI: 10.1006/bojl.1995.0019.
- Takhtajan, A. 1997. *Diversity and Classification of Flowering Plants*. Columbia University Press.
- Talip, N., Rahman, M.Y., Sahid, I.B., Badron, U.H., Sahimi, S. & Azeyanty, J.A. 2016. Petiole vascular bundles and its taxonomic value in the tribe Dipterocarpeae (Dipterocarpaceae). *Sains Malaysiana* 45(2): 247–253.
- Valiejo-Roman, C.M., Terentieva, E.I., Samigullin, T.H., Pimenov, M.G., Ghahremaninejad, F. & Mozaffarian, V. 2006. Molecular data (nrITS-sequencing) reveal relationships among Iranian endemic taxa of the Umbelliferae. *Feddes Repertorium* 117(5–6): 367–388. DOI: 10.1002/fedr.200611106.