

**\* مطالعه ریزریخت‌شناسی اپیدرم و روزنه در گونه‌های منتخب از جنس مریم‌گلی در بخش‌های مرکزی ایران**

دریافت: ۱۴۰۲/۰۵/۰۱ ===== بازنگری: ۱۴۰۳/۰۵/۱۶ ===== پذیرش: ۱۴۰۳/۰۵/۲۱

سعیده مولایی: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی گیاهی و جانوری، دانشکده علوم و فناوری‌های زیستی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
سعید افشارزاده: دانشیار گروه زیست‌شناسی گیاهی و جانوری، دانشکده علوم و فناوری‌های زیستی، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران  
(s.afshar@sci.ui.ac.ir)

آزاده اخوان روفیگر: استادیار پژوهش بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران (a.akhavan@areeo.ac.ir)

**چکیده**

جنس مریم‌گلی (نعنائیان)، به دلیل پراکنش جهانی و تنوع ریخت‌شناسی گسترده، یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهی محسوب می‌شود. این پژوهش به منظور بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اپیدرم و روزنه در ۲۰ گونه منتخب از این جنس در مناطق مرکزی ایران انجام شد. برای این مطالعه نمونه‌های گیاهی با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی مورد بررسی قرار گرفتند. ویژگی‌های کمی شامل شمارش تعداد روزنه‌ها و اندازه‌گیری ابعاد آن‌ها و ویژگی‌های کیفی شامل آرایش سلول‌های اپیدرمی و نحوه قرارگیری سلول‌های نگهبان روزنه مورد تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که *Salvia virgata* و *S. syriaca* به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین شاخص روزنه و *S. officinalis* و *S. viridis* به ترتیب بیشترین و کمترین طول روزنه را داشتند. تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در شکل ظاهری روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی در میان گونه‌ها مشاهده شد، به طوری که روزنه‌ها در تمام گونه‌ها مربعی با نوع دیاسیتیک و سلول‌های اپیدرمی شیاردار و در برخی صاف بود. بر این اساس، ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اپیدرم و روزنه‌ها ابزارهای تشخیصی مفیدی برای شناسایی گونه‌ها محسوب می‌شوند. همچنین، مشخص شد که استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی، اطلاعات دقیقی برای بهبود روش‌های آرایه‌شناختی و کمک به شناسایی گیاهان فراهم می‌کند. تفاوت‌ها و شباهت‌های مشاهده شده احتمالاً به دلیل تأثیرات شرایط بوم‌شناسی و تفاوت‌های ژنتیکی بوده که درک بهتر این روابط می‌تواند به توسعه روش‌های دقیق‌تر برای طبقه‌بندی و شناسایی گونه‌ها در مطالعات گیاه‌شناسی کمک کند.

**واژه‌های کلیدی:** اپیدرم برگ، شاخص روزنه، میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)، میکروسکوپ نوری (LM)، نعنائیان، *Salvia*

**Micromorphological study of epidermis and stomata in selected species of *Salvia* in central Iran**

Received: 22.07.2024 ===== Revised: 06.08.2024 ===== Accepted: 11.08.2024

**Saiedeh Molaie:** MSc Student, Department of Plant and Animal Biology, Faculty of Biological Sciences and Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran

**Saeed Afsharzadeh:** Associate Prof., Department of Plant and Animal Biology, Faculty of Biological Sciences and Technology, University of Isfahan, Isfahan, Iran (s.afshar@sci.ui.ac.ir)

**Azadeh Akhavan Roofigar:** Assistant Research Prof., Natural Resources Research Division, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Isfahan, Iran (a.akhavan@areeo.ac.ir)

**Summary**

The genus *Salvia* L. (*Lamiaceae*) is considered as one of the largest plant genera due to its global distribution and extensive morphological diversity. This research aimed to examine the micromorphological characteristics of the epidermis and stomata in 20 selected species of this genus. Plant samples examined using light microscopy (LM) and scanning electron microscopy (SEM). Quantitative characteristics, including stomatal count and dimension measurements, and qualitative features, such as the arrangement of epidermal cells and the positioning of guard cells, were analyzed. The results showed that, *S. virgata* and *S. syriaca* had the highest and lowest stomatal index, and *S. viridis* and *S. officinalis* had the longest and shortest stomata, respectively. Significant differences in the appearance of stomata and epidermal cells among the species were noted with stomata in some species being square-shaped. Epidermal cells in some species were ridged while in others were smooth; and all species exhibited diacytic stomatal types. This study demonstrated that, micromorphological characteristics of the epidermis and stomata are useful diagnostic tools for identifying and classifying *Salvia* species. The use of LM and SEM provided precise information for this purpose, contributing to the improvement of taxonomic methods and plant identification. The observed differences and similarities are likely due to ecological conditions and genetic variations, and understanding these relationships can aid in the development of more exact methods for classifying and identifying species in botanical studies.

**Keywords:** *Lamiaceae*, leaf epidermis, light microscopy, scanning electron microscopy, stomatal index

\* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست به راهنمایی دکتر سعید افشارزاده و دکتر آزاده اخوان روفیگر ارائه شده به دانشگاه اصفهان

## مقدمه

جنس مریم‌گلی (*Salvia L.*) یکی از جنس‌های مهم نعنائیان (*Lamiaceae*) و زیرتیره *Nepetoideae* محسوب می‌شود که بیش از ۱۰۰۰ گونه در سراسر جهان دارد (Clebsch & Barner 2003). از نظر تشریحی، صفات عمومی جنس، ساقه چهارگوش در برش عرضی، کلانشیم توسعه یافته در زاویه‌های ساقه و وجود کلانشیم و اسکلرانشیم به عنوان بافت استحکامی در گیاه هستند (Bahadori et al. 2017). این جنس از نظر ریخت‌شناسی گل، گرده‌افشانی و اشکال متابولیت‌های ثانویه تنوع قابل توجهی را نشان می‌دهد (Clebsch & Barner 2003, Harley et al. 2004, Kamatou et al. 2008). گونه‌های مختلف این جنس بیشتر در سه منطقه جهانی آمریکای مرکزی و جنوبی با حدود ۵۰۰ گونه، آسیای غربی با حدود ۲۰۰ گونه و آسیای شرقی با حدود ۱۰۰ گونه پراکنده‌اند (Walker & Sytsma 2007). این جنس در آسیا، به ویژه در جنوب‌غربی و مرکز آن، دارای بیشترین تنوع گونه‌ای است (Hedge 1982)، به طوری که در حال حاضر، مراکز وسیعی از تنوع آن بسته به شرایط بوم‌شناختی، ساختار ریخت‌شناسی و رفتار رویشی گونه‌ها، در نواحی خاورمیانه گزارش شده است (Albaladejo et al. 2004). حدود ۹۵ گونه این جنس در ترکیه یافت می‌شوند که نزدیک به ۵۰ گونه انحصاری منطقه یاد شده هستند (Kahraman et al. 2010).

پراکنش اعضای این جنس بیشتر در نواحی مرکزی ایران و همچنین در بخش‌های غربی، شمال‌غربی، جنوب‌غربی و جنوب‌شرقی است ولی بیشترین تمرکز آن در نواحی سردسیری، نیمه‌سردسیری و گرمسیری کشور مشاهده می‌شود (Kharazian 2009). یکی از مهم‌ترین مناطق تنوع این جنس در جنوب‌غربی آسیا، ناحیه ایرانی-تورانی است. ایران با داشتن حدود ۶۱ گونه، دومین مرکز تنوع این جنس در آسیای جنوب‌غربی محسوب می‌شود. گونه‌های این جنس در بسیاری از زیستگاه‌های ایران سازگاری یافته‌اند، به طوری که در مناطق کوهستانی، جنگل‌های بلوط، مزارع، چمنزارها، دامنه‌های صخره‌ای آهکی، زمین‌های سنگلاخی، مناطق بیابانی و تپه‌های شنی کشور یافت می‌شوند (Jamzad 2012). عوامل بوم‌شناختی، فاصله جغرافیایی و ژنتیکی، تأثیر مهمی در پراکنش گونه‌های این جنس در سراسر ایران دارند (Mostafavi & Hesami 2023). در ناحیه فلورا ایرانیکا، ۷۰ گونه در این جنس در نظر گرفته شده است (Hedge 1982) و براساس فلور ایران، حدود ۶۱ گونه از آن در ایران رویش دارند که از میان آن‌ها، ۱۸ گونه (۲۹/۵٪) اندمیک هستند (جمزاد ۲۰۱۲).

تنوع ریزریخت‌شناسی سلول‌های اپیدرمی به عنوان یکی از منابع اصلی داده در طبقه‌بندی مورد استفاده قرار گرفته و نقش اساسی در سیستماتیک تیره‌های مختلف گیاهی ایفا می‌کند (Metcalf & Chalk 1979, Ghahremaninejad 2004, Ghahremaninejad et al. 2012, Karbalaie et al. 2021). صفات تشریحی سلول‌های اپیدرمی برگ در جنس مریم‌گلی از ویژگی‌های مهم برای تمایز گونه‌های مختلف آن محسوب می‌شوند. این ویژگی‌ها شامل اندازه و شکل سلول‌های اپیدرمی، توزیع روزنه‌ها و نحوه قرارگیری، اندازه سلول‌های نگهبان، تعداد سلول‌های فرعی و همچنین انواع کرک‌های غده‌ای و غیرغده‌ای است. ریخت‌شناسی اپیدرم برگ در جنس مورد مطالعه توسط بسیاری از محققان در سراسر جهان مطالعه شده است. با بررسی هر دو سطح برگ در این گیاه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی، مشخص شد که کرک‌های غده‌ای چندسلولی به صورت یکنواخت و پراکنده وجود دارند که نسبت به کرک‌های غیرغده‌ای فراوان‌ترند (Navarro & Qualidi 2000, Dyubeni & Buwa 2012). رسوبات کریستالی مشاهده شده در سطح اپیدرم نشان داد که این رسوبات برای رشد گیاه ضروری بوده و در مقابل اثرات سمی کمک می‌کنند (Corsi & Bottega 1999). بررسی‌های ریزریخت‌شناسی و تشریحی در سه گونه در این جنس مربوط به ترکیه با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی نشان داد که ساختار تشریحی ساقه و برگ در هر سه گونه مشابه، اما میزان کرک‌دار بودن و تزئینات روی میوه در این گونه‌ها متفاوت است (Özler et al. 2013, Polat et al. 2017). در مطالعه دیگری مشاهده شد که در این جنس، کرک‌هایی که روی برگ‌ها، ساقه، کاسه، جام‌گل و گاهی نیز روی پرچم‌ها یافت می‌شوند، به دو نوع غده‌ای و غیرغده‌ای مجزا شده‌اند. کرک‌های غده‌ای نیز خود به دو شکل کلاهک‌دار (*capitate*) و سپرمانند (*peltate*) مشاهده می‌شوند (Kaya 2011). همچنین، مطالعات پیشین نشان دادند که گونه‌های جنس مورد نظر در مناطق مختلف ایران از نظر ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی تنوع بالایی دارند. برای مثال، بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی، تشریحی و تزئینات گرده‌ای چهار گونه بیابانزی در مرکز ایران، بر تنوع بالای این گیاه در مناطق خشک ایران تاکید کرد (Jafari & Nikian 2008). به علاوه، مطالعه مورفومتری ۱۲ گونه از این جنس در ایران، اهمیت ویژگی‌های تشخیصی برای تمایز گونه‌ها را نشان داده است (Kharazian 2012). بررسی ویژگی‌های تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ‌های گونه‌های جنس مریم‌گلی در شمال-

نگهبان و الگوی سلول‌های اپیدرمی) تقسیم شدند. شکل سلول‌های اپیدرمی به طور ویژه مورد بررسی قرار گرفت و نوع روزنه با استفاده از میکروسکوپ نوری تعیین شد، در حالی که برای تعیین صفات کمی، مانند اندازه‌گیری طول و عرض سلول‌های اپیدرمی و روزنه‌ها، میکروسکوپ الکترونی مناسب‌تر بود. سلول‌های همراه روزنه‌ها را احاطه کرده و از سلول‌های اپیدرمی کوچک‌تر بودند. برحسب نوع استقرار آن‌ها در اطراف سلول‌های محافظ، به چند تیپ تقسیم شدند. نتایج به دست آمده توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی نشان داد که تیپ روزنه‌ای در تمام گونه‌های مورد مطالعه از نوع دیاسیتیک بود.

در ابتدا، منابع مرتبط با آرایه‌های مورد مطالعه بررسی شدند (هج ۱۹۸۲، جماد ۲۰۱۲). نمونه‌های گیاهی مورد استفاده در این تحقیق از هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان (SFAHAN) انتخاب شدند. برای این مطالعه، حداقل سه نمونه از نمونه‌های مختلف هر گونه بررسی شدند (جدول ۱).

- مطالعات توسط میکروسکوپ نوری (LM)

با استفاده از میکروسکوپ نوری و روش برش‌گیری دستی از هر گونه، حداقل سه نمونه در هر جمعیت بررسی گردید. برگ‌ها از نواحی مشابهی از ساقه انتخاب شدند و نمونه‌ها به مدت ۴۸-۲۴ ساعت در محلول اسید استیک و اتانول به نسبت ۱:۳ قرار گرفتند تا بافت برگ نرم شود. سپس، نمونه‌ها در محلول هیدروژن پراکسید و اسید استیک به نسبت ۱:۱ به مدت ده دقیقه در دمای ۸۰ تا ۱۰۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند تا بی‌رنگ و سفید شوند. پس از این فرآیند، نمونه‌ها از محلول خارج شده، با آب مقطر شستشو و برای جداسازی اپیدرم آماده شدند (کرک‌های فراوان که مانع تشخیص روزنه‌ها می‌شدند، از سطح برگ جدا شدند). سپس، یک لایه نازک از سطح زیرین برگ جدا شده و روی لام قرار داده شد. در نهایت، نمونه‌ها با بزرگ‌نمایی 40X مشاهده و عکس‌برداری شد.

- مطالعات توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM)

تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی روبشی از نمونه‌ها در دانشگاه صنعتی اصفهان (دانشکده مهندسی مواد) صورت گرفت. ابتدا، ابعاد کوچکی از نمونه‌های برگ انتخاب و با دقت روی پایه‌های مخصوص از جنس آلومینیوم با استفاده از چسب دوطرفه قرار داده شدند. سپس، نمونه‌ها را در یک نمونه‌گیر قرار داده و سطح آن‌ها با لایه‌ای به قطر ۱۰ نانومتر از طلا پوشش داده شد (این پوشش نازک تأثیری بر ریخت‌شناسی سطحی نمونه‌ها نداشت). عکس‌برداری در مقیاس‌های ۲۰، ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میکرومتر تهیه گردید.

شرق ایران حاکی از تفاوت‌هایی در ساختار کرک‌ها و تشریح برگ‌ها بین گونه‌های مختلف است (Mousavi et al. 2014). در مطالعه دیگری با استفاده از آرایه‌شناسی عددی، گونه‌های این جنس در دامنه جنوبی البرز مرکزی بررسی و کارآیی ویژگی‌های ریخت‌شناسی کمی در حل مشکلات طبقه‌بندی آن نشان داده شد (Alijanpour & Sheidai 2017). همچنین، در بررسی جمعیت‌های مختلف گونه‌ها مشاهده شد که شکل کرک‌ها و سلول‌های اپیدرمی با یکدیگر متفاوت است، به طوری که برخی دارای کرک‌های غده‌ای و تعدادی بدون غده و از لحاظ ساختار، اندازه و شکل متفاوت بودند (Bercu et al. 2012). اپیدرم در این جنس از یک لایه سلول تشکیل شده که به شکل‌های چهارگوش یا تخم‌مرغی و نوع سلول‌های پارانشیمی سطح پهنک اساس جداسازی برخی گونه‌ها در این جنس شده است. تیپ روزنه‌ای نیز از نوع آنموسیتیک و دیاسیتیک بود (Moon et al. 2009).

به دلیل تنوع گونه‌ای بالا، جنس مریم‌گلی دارای طیف وسیعی از تغییرات ریخت‌شناسی است و میزان شباهت بین گونه‌های آن عموماً زیاد است، به طوری که تشخیص دقیق اعضای آن از یکدیگر از طریق کلیدهای شناسایی متکی بر صفات ریخت‌شناسی بسیار مشکل است (Walker & Sytsma 2007). بنابراین، با توجه به توزیع گسترده و طبقه‌بندی پیچیده این جنس، ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی اپیدرم برگ در برخی از گونه‌های منتخب جنس مذکور با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی مورد بررسی قرار گرفت.

این مطالعه، به منظور درک بهتر ارزش طبقه‌بندی صفات ریزریخت‌شناسی در میان گونه‌های مختلف در مرکز ایران و تعیین تأثیر این صفات در حل تعارضات طبقه‌بندی این جنس انجام شده است. لذا هدف اصلی این تحقیق، آرایه اطلاعات دقیق‌تر و کارآمدتر برای تشخیص گونه‌های انتخابی جنس مریم‌گلی در مرکز ایران است.

## روش بررسی

- بررسی منابع و انتخاب نمونه‌ها

ویژگی‌های مختلف سلول‌های اپیدرمی برگ و نتایج تجزیه و تحلیل کمی و کیفی گونه‌های مورد مطالعه با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی در جدول ۲ خلاصه شده است. این ویژگی‌ها به طور کلی به دو دسته کمی (اندازه‌گیری طول و عرض روزنه‌ها و شمارش تعداد روزنه‌ها) و کیفی (آرایش سلول‌های اطراف سلول‌های

## جدول ۱- گونه‌های انتخابی مریم‌گلی همراه با اطلاعات مربوطه

Table 1. Selected *Salvia* species along with related data

Taxon	Locality, collector & herbarium No. (SFAHAN)
<i>Salvia aristata</i> Aucher ex Benth.	Isfahan Prov.: Fereydan, Daran, Tiran; Noroozi & Shams 13266
	Isfahan Prov.: Tiran; Noroozi & Feyzi 5239
	Isfahan Prov.: Fereydunshahr, Poshtkuh; Ghaedi 7254
<i>S. atropatana</i> Bunge	Isfahan Prov.: Khansar, Golestankuh; Feyzi 10030
	Chaharmahal-o-Bakhtiari Prov.: Shahr-e Kord, Rokh neck; Noroozi 2392
	Isfahan Prov.: Golpayegan; Shams & Feyzi 9848
<i>S. brachysiphon</i> Stapf	Isfahan Prov.: Fereydan, Qaleh Bahman; Feyzi & Shams 12596
	Isfahan Prov.: Daran, Ghahiz; Noroozi 3989
	Isfahan Prov.: Daran; Noroozi & Etemadi 769
<i>S. ceratophylla</i> L.	Chaharmahal-o-Bakhtiari Prov.: Shahr-e Kord, Lordegan; Noroozi 4378
	Isfahan Prov.: Tiran; Noroozi & Samanpour 5137
	Isfahan Prov.: Naein; Ghaedi 7277
<i>S. hydrangea</i> Dc. ex Benth.	Isfahan Prov.: Fereydunshahr; Noroozi & Shams 11837
	Isfahan Prov.: Meymeh, Mute; Feyzi 13183
	Isfahan Prov.: Shahreza, Honjan; Mohajeri 7629
<i>S. indica</i> L.	Chaharmahal-o-Bakhtiari Prov.: Shahr-e Kord, Rokh neck; Janighorban & Fadavi 4829
<i>S. limbata</i> C.A.Mey.	Isfahan Prov.: Kashan, Qamsar; Shams 10119
	Isfahan Prov.: Meymeh; Feyzi 13117
	Isfahan Prov.: Meymeh; Feyzi 9215
<i>S. macrosiphon</i> Boiss.	Isfahan Prov.: Bagh Abresham; Noroozi & Shams 11529
	Isfahan Prov.: Pinart Mt.; Noroozi & Feyzi 6978
	Isfahan Prov.: Kolah Ghazi Mt.; Feyzi 8915
<i>S. mirzayanii</i> Rech. f. & Esfand.	Fars Prov.: Shiraz, Sarvestan; Feyzi 9099
<i>S. nemorosa</i> L.	Hamedan Prov.: Hamedan, Heydare; Shams 13940
	Isfahan Prov.: Chadegan, Zayandeh-Rood Dam; Noroozi & Matin 6172
	Isfahan Prov.: Semirom; Mohajeri 7252
<i>S. officinalis</i> L.	Isfahan Prov.: Najafabad; Asfa & Ghaedi 11437
	Mazandaran Prov.: Noshahr Botanical Garden; Rasti, Ghaedi & Mousavi 8616
<i>S. palaestina</i> Benth.	Isfahan Prov.: Fereydunshahr; Noroozi & Khajeddin 877
	Isfahan Prov.: Naein; Feyzi 8953
	Fars Prov.: Shiraz, Sarvestan; Jamzad 9106
<i>S. reuteriana</i> Boiss.	Isfahan Prov.: Shahreza; Feyzi & Shams 10005
	Isfahan Prov.: Natanz; Feyzi & Shams 10711
	Isfahan Prov.: Semirom; Noroozi 4299
<i>S. sclarea</i> L.	Isfahan Prov.: Shahreza, Dehaqan; Janighorban & Shams 14597
	Isfahan Prov.: Semirom; Noroozi 3110
	Isfahan Prov.: Chadegan; Noroozi 6470
<i>S. spinosa</i> L.	Isfahan Prov.: Soffeh Mt.; Feyzi & Jaberolansar 16709
	Isfahan Prov.: Chadegan; Noroozi, Etemadi & Khajeddin 899
<i>S. splendens</i> Sellow ex Nees	Isfahan Prov.: Najafabad; Asfa & Ghaedi 11470
<i>S. syriaca</i> L.	Isfahan Prov.: Fereydan, Daran; Noroozi & Shams 13263
	Isfahan Prov.: Semirom, Padena; Noroozi 2965
	Isfahan Prov.: Chadegan; Noroozi & Heydari 5613
<i>S. verbascifolia</i> M.Bieb.	Isfahan Prov.: Fereydunshahr, Poshtkuh; Rahiminejad & Noroozi 1603
	Isfahan Prov.: Khansar, Golestankuh; Noroozi 548
	Isfahan Prov.: Semirom, Chanbare Mt.; Ghaedi 7717
<i>S. virgata</i> Jacq.	Isfahan Prov.: Najafabad; Asfa & Ghaedi 11429
	Isfahan Prov.: Fereydunshahr; Nekookhoo 14995
	Isfahan Prov.: Fereydunshahr, Tangeh Doozan; Noroozi & Feyzi 6866
<i>S. viridis</i> L.	Isfahan Prov.: Najafabad; Asfa 13720

## - شمارش روزنه‌ها و تجزیه و تحلیل

## نتیجه

در این مطالعه، ۲۰ گونه از جنس مریم‌گلی از مناطق مختلف مرکزی ایران از لحاظ کمی و کیفی مورد بررسی قرار گرفتند. مطالعات کمی شامل شمارش روزنه‌ها و اندازه‌گیری طول و عرض روزنه‌ها و بررسی‌های کیفی شامل نحوه آرایش سلول‌های اپیدرمی و چگونگی قرار گرفتن سلول‌های نگهبان روزنه‌ها بود.

برای شمارش روزنه‌ها و تعداد سلول‌های اپیدرم برگ و همچنین تهیه جدول شاخص روزنه، از میکروسکوپ نوری با درشت‌نمایی ۴۰ و مقیاس ۳۰ میکرومتر استفاده شد. ابعاد تصاویر تهیه شده در مقیاس فوق محاسبه گردید و مساحت سطح مقطع مشخص شده براساس میلی‌متر مربع به دست آمد و نهایتاً شاخص روزنه براساس فرمول مربوط محاسبه شد. سپس، برای تجزیه و تحلیل گونه‌های مورد مطالعه، از نرم‌افزار Digimizer (Ver. 5.4.9) استفاده گردید (جدول ۲).

## جدول ۲- شاخص‌ها و ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی در گونه‌های انتخابی مریم‌گلی

Table 2. Micromorphological features and characteristics of stomata and epidermal cells in selected *Salvia* species

Taxon	Epidermal cell appendage	Epidermal cell shape	Mean stomatal length ( $\mu\text{m}$ )	Mean stomatal width ( $\mu\text{m}$ )	Stomatal index
<i>Salvia aristata</i>	Furrowed	Irregular	18.25±1.18	13.12±0.88	15.85
<i>S. atropatana</i>	Smooth	Irregular	21.94±3.11	15.72±2.12	12.19
<i>S. brachysiphon</i>	Furrowed	Irregular	19.26±3.20	15.29±3.23	11.42
<i>S. ceratophylla</i>	Smooth	Irregular	20.97±1.40	13.50±1.44	15.9
<i>S. hydrangea</i>	Furrowed	Irregular	21.55±3.16	17.48±2.04	17.14
<i>S. indica</i>	Smooth	Irregular	25.04±4.58	16.53±1.63	17.39
<i>S. limbata</i>	Furrowed	Polygonal	19.17±2.15	16.25±0.91	19.04
<i>S. macrosiphon</i>	Smooth	Polygonal	17.26±1.12	15.17±1.28	13.33
<i>S. mirzayanii</i>	Smooth	Irregular	13.71±1.82	8.68±2.42	14.49
<i>S. nemorosa</i>	Furrowed	Irregular	20.35±3.55	16.56±1.20	17.24
<i>S. officinalis</i>	Smooth	Polygonal	10.48±0.60	7.36±0.89	14.89
<i>S. palaestina</i>	Smooth	Polygonal	22.46±3.75	15.82±1.76	10.63
<i>S. reuteriana</i>	Furrowed	Irregular	19.93±4.27	14.41±2.98	7.69
<i>S. sclarea</i>	Smooth	Irregular	12.54±1.22	11.97±0.79	18.36
<i>S. spinosa</i>	Smooth	Irregular	16.72±1.76	13.57±2.15	11.65
<i>S. splendens</i>	Smooth	Polygonal	16.70±2.65	12.76±1.18	17.24
<i>S. syriaca</i>	Furrowed	Polygonal	15.60±1.06	14.33±1.00	5.63
<i>S. verbascifolia</i>	Smooth	Irregular	21.99±4.04	12.91±0.82	13.51
<i>S. virgata</i>	Furrowed	Polygonal	18.99±2.12	16.41±1.85	20.83
<i>S. viridis</i>	Furrowed	Irregular	26.83±2.71	17.57±1.65	16.66

و الگوهای سطحی را نشان داد. تصاویر گرفته شده به وسیله میکروسکوپ نوری برای هر گونه در شکل‌های ۵-۱ و تصاویر مربوط به میکروسکوپ الکترونی روبشی برای هر گونه در شکل‌های ۱۵-۶ نشان داده شده است. مقایسه نتایج هر دو نوع میکروسکوپ، یافته‌های ثابتی از نظر ریخت‌شناسی سلول‌های

به علاوه، شکل سلول‌های اپیدرمی به دو دسته اصلی منظم (چندضلعی) و نامنظم تقسیم شدند. بررسی‌ها و مطالعات مربوط به میکروسکوپ الکترونی روبشی، تصاویر دقیقی از ریخت‌شناسی سطح اپیدرم برگ در گونه‌های مختلف ارائه کرد. این تصاویر ویژگی‌های ساختاری مختلفی از جمله وجود کرک‌ها

اندازه‌گیری‌ها توسط میکروسکوپ الکترونی روبشی نشان داد که در بین گونه‌های مورد بررسی، بیشترین طول روزنه در *S. viridis* با میانگین ۲۶/۸ میکرومتر و کوتاه‌ترین آن در *S. officinalis* با میانگین ۱۰/۴ میکرومتر بود. همچنین بر این اساس مشخص شد، *S. viridis* با میانگین ۱۷/۵۷ میکرومتر و *S. officinalis* با میانگین ۷/۳۶ میکرومتر به ترتیب دارای بیشترین عرض روزنه و کمترین آن بود (جدول ۲). شکل سلول‌های اپیدرمی در گونه‌های مورد بررسی شیاردار یا صاف بود. لازم به ذکر است، به علت وجود روزنه‌های بیشتر، نمونه‌گیری از قسمت زیرین برگ انجام گردید. کلید شناسایی گونه‌ها براساس ویژگی‌های کمی و کیفی ریزریخت‌شناسی به شرح زیر است:

روزنه‌ای و اپیدرمی نشان داد. با این حال، میکروسکوپ الکترونی روبشی ویژگی‌های سطحی دقیق‌تری را ارائه کرد که با استفاده از میکروسکوپ نوری قابل مشاهده نبود.

به طور معمول، شاخص روزنه با توجه به سن برگ و شرایط بوم‌شناسی برای یک گونه معین تقریباً ثابت است. شاخص روزنه‌ای برگ با نسبت تعداد روزنه‌ها به مجموع تعداد کل روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی محاسبه می‌شود. برای نمونه‌های مورد نظر در این مطالعه، با استفاده از تصاویر میکروسکوپ نوری با بزرگ‌نمایی ۴۰ و مقیاس ۳۰ میکرومتر، در سطح مقطعی به طول ۶/۲۵۴ و عرض ۶/۱۶۹ با مساحت ۴۳۱۸۰/۱۶ میلی‌متر مربع، شاخص روزنه‌ای محاسبه گردید.

در بین گونه‌های مورد بررسی، پایین‌ترین شاخص روزنه در *S. syriaca* و بالاترین آن در *S. virgata* بود (جدول ۲).

#### کلید شناسایی گونه‌های مورد مطالعه جنس مریم‌گلی (*Salvia*) در مناطق مرکزی ایران براساس ویژگی‌های کمی و کیفی ریزریخت‌شناسی اپیدرم و روزنه

- ۱- زواید سلول‌های اپیدرمی صاف ..... ۲
- ۱۲- زواید سلول‌های اپیدرمی شیاردار ..... ۱۲
- ۲- شکل سلول‌های اپیدرمی نامنظم ..... ۳
- ۹- شکل سلول‌های اپیدرمی چندضلعی ..... ۹
- ۳- میانگین طول روزنه کمتر از ۱۵ میکرومتر ..... ۴
- ۵- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۵ میکرومتر ..... ۵
- ۴- میانگین طول روزنه بین ۱۳ تا ۱۴ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۴ تا ۱۵ ..... *Salvia mirzayanii*
- میانگین طول روزنه کمتر از ۱۳ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۸ تا ۱۹ ..... *S. sclarea*
- ۵- میانگین طول روزنه بین ۱۵ تا ۱۷ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۱ تا ۱۲ ..... *S. spinosa*
- ۶- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۷ میکرومتر ..... ۶
- ۶- میانگین طول روزنه تا ۲۲ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۲ تا ۱۳ ..... *S. atropatana*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۰ میکرومتر، شاخص روزنه بیشتر از ۱۳ ..... ۷
- ۷- میانگین طول روزنه تا ۲۱ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۵ تا ۱۶ ..... *S. ceratophylla*
- ۸- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۱ میکرومتر ..... ۸
- ۸- میانگین طول روزنه بین ۲۲ تا ۲۱ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۳ تا ۱۴ ..... *S. verbascifolia*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۵ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۷ تا ۱۸ ..... *S. indica*

- ۹- میانگین طول روزنه کمتر از ۲۲ میکرومتر ..... ۱۰
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۲ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۰ تا ۱۱ ..... *S. palaestina*
- ۱۰- میانگین طول روزنه بین ۱۰ تا ۱۲ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۴ تا ۱۵ ..... *S. officinalis*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۲ میکرومتر ..... ۱۱
- ۱۱- میانگین طول روزنه بین ۱۷ تا ۱۸ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۳ تا ۱۴ ..... *S. macrosiphon*
- میانگین طول روزنه کمتر از ۱۷ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۷ تا ۱۸ ..... *S. splendens*
- ۱۲- شکل سلول‌های اپیدرمی نامنظم ..... ۱۳
- شکل سلول‌های اپیدرمی چندضلعی ..... ۱۸
- ۱۳- میانگین طول روزنه کمتر از ۱۹ میکرومتر ..... *S. aristata*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۹ میکرومتر ..... ۱۴
- ۱۴- میانگین طول روزنه بین ۱۹ تا ۲۰ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۷ تا ۸ ..... *S. reuteriana*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۰ میکرومتر ..... ۱۵
- ۱۵- میانگین طول روزنه بین ۲۰ تا ۲۱ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۷ تا ۱۸ ..... *S. nemorosa*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۹ میکرومتر، شاخص روزنه کمتر ..... ۱۶
- ۱۶- میانگین طول روزنه بین ۱۹ تا ۲۱ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۱ تا ۱۲ ..... *S. brachysiphon*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۱ میکرومتر ..... ۱۷
- ۱۷- میانگین طول روزنه بین ۲۱ تا ۲۲ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۷ تا ۱۸ ..... *S. hydrangea*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۲۶ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۶ تا ۱۷ ..... *S. viridis*
- ۱۸- میانگین طول روزنه بین ۱۵ تا ۱۶ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۵ تا ۶ ..... *S. syriaca*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۶ میکرومتر، شاخص روزنه ۳ برابر ..... ۲۰
- ۱۹- میانگین طول روزنه بین ۱۹ تا ۲۰ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۱۹ تا ۲۰ ..... *S. limbata*
- میانگین طول روزنه بیشتر از ۱۸ تا ۱۹ میکرومتر، شاخص روزنه بین ۲۰ تا ۲۱ ..... *S. virgata*

### بحث و نتیجه‌گیری

نشان داده‌اند که ویژگی‌های تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ‌ها و روزنه‌ها می‌توانند به عنوان ابزار مهمی در طبقه‌بندی و شناسایی گونه‌های *Salvia* مورد استفاده قرار گیرند (Metcalf & Chalk 1979).

جنس مریم‌گلی (*Salvia*) یکی از بزرگ‌ترین جنس‌های گیاهی است که به دلیل پراکنش جهانی و تنوع وسیع ریخت‌شناسی؛ طبقه‌بندی آن بدون دانش کافی از گستره وسیع تغییرات امکان‌پذیر نیست. مطالعات پیشین

مشکلات طبقه‌بندی این جنس نشان داده شده است (علیجانپور و شیدایی ۲۰۱۷).

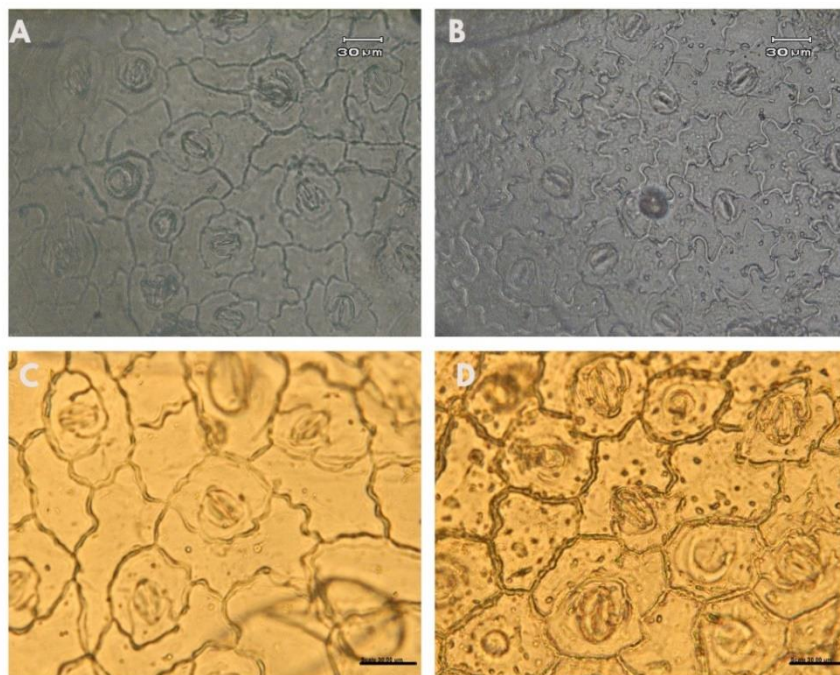
نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که گونه‌های جنس مریم‌گلی از تنوع بالایی در ایران برخوردارند و بین گونه‌های مطالعه شده از مناطق مرکزی ایران از نظر اندازه روزنه و شکل اپیدرم تفاوت‌های قابل توجهی وجود دارند. شباهت بین گونه‌ها می‌تواند به دلیل شرایط یکسان محیطی و بوم‌شناسی منطقه باشد، به طوری که در تمام گونه‌ها، لایه‌های اپیدرم سطح برگ به صورت یک لایه سلولی همراه با کرک‌های چندسلولی و یا غده‌ای بودند. سلول‌های پارانشیمی در بعضی جمعیت‌ها چندوجهی و در بعضی نامنظم بود. همچنین، از لحاظ کرک‌های سطح برگ نیز تفاوت‌هایی مشاهده شد. میزان کرک در برخی گونه‌ها تفاوت چشم‌گیری با دیگر گونه‌ها داشت، به طوری که می‌توان این تفاوت‌ها و شباهت‌ها را به شرایط بوم‌شناسی و یا وجود تفاوت‌های ژنتیکی در گونه‌ها نسبت داد. همچنین، نتایج این مطالعه نشان داد که تفاوت‌های کمی و کیفی مشاهده شده در صفات برگ گونه‌های مختلف جنس می‌توانند نقش مفیدی در شناسایی و تمایز این گونه‌ها ایفا کنند. علاوه بر این، تفاوت‌ها نشان‌دهنده این بود که استفاده توأم از روش‌های میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی اطلاعات دقیقی را برای تشخیص و طبقه‌بندی گونه‌ها فراهم می‌آورد. به علاوه، این نتایج حاکی از آن است که ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی روزنه‌ها و سلول‌های اپیدرمی می‌توانند به عنوان ابزارهای تشخیصی معتبر در تمایز بین گونه‌های مختلف این جنس مورد استفاده قرار گیرند. اساس این تفاوت‌ها و شباهت‌ها ممکن است ناشی از تأثیرات شرایط بوم‌شناختی مختلف و تفاوت‌های ژنتیکی باشد. به منظور کسب شناخت عمیق‌تر از این روابط و نحوه تأثیرگذاری آن‌ها بر صفات کمی و کیفی، مطالعه گونه‌ها در شرایط کشت یکسان می‌تواند به طبقه‌بندی و شناسایی گونه‌ها کمک کرده و بهبود روش‌های سیستماتیک را ممکن سازد.

در این مطالعه، ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی در ۲۰ گونه انتخابی از جنس *Salvia* مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که بیشترین طول روزنه مربوط به *S. indica* و بیشترین عرض روزنه مربوط به *S. hydrangea* بود. این نتایج با مطالعات سایر محققان همخوانی دارد که نشان دادند گونه‌های مختلف این جنس دارای تفاوت‌های قابل توجهی در ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی هستند (Dyubeni & Buwa 2012).

همچنین در بررسی حاضر، شاخص روزنه به عنوان یکی از ویژگی‌های تشخیصی مهم مورد مطالعه قرار گرفت و نشان داد که بالاترین شاخص روزنه مربوط به *S. virgata* و پایین‌ترین آن مربوط به *S. syriaca* بود. این نتایج همچنین نشان داد که حتی در داخل یک جنس، تفاوت‌های قابل توجهی در شاخص‌های روزنه‌ای وجود دارد که می‌تواند به عنوان ابزار تشخیصی مورد استفاده قرار گیرد (متکاف و چاک ۱۹۷۹). همچنین، بررسی‌های کیفی نشان داد که آرایش و تزیینات سلول‌های اپیدرمی در برخی گونه‌ها به صورت شیاردار و در برخی دیگر به صورت صاف بودند. نحوه قرارگیری سلول‌های اپیدرمی احاطه‌کننده سلول‌های نگهبان در همه گونه‌ها به صورت دیاسیتیک مشاهده گردید که این نتایج با مطالعات قبلی همخوانی دارد (برکو و همکاران ۲۰۱۲). مطالعات پیشین نیز با بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی و تشریحی گونه‌های مختلف جنس مریم‌گلی، بر تنوع بالای این گیاه در مناطق خشک ایران تأکید کرده‌اند (جعفری و نیکیان ۲۰۰۸).

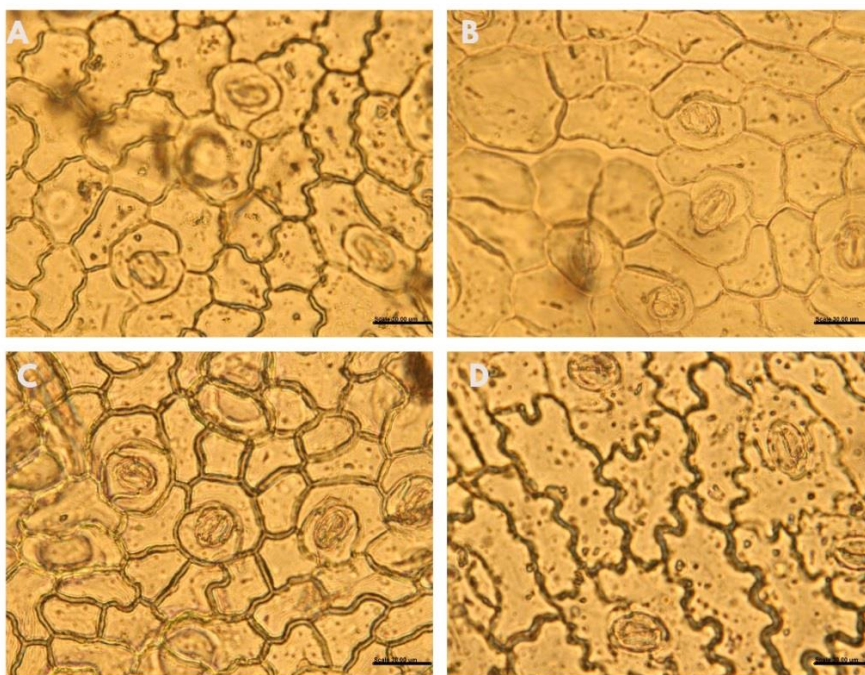
همچنین، بررسی مورفومتری گونه‌های جنس مذکور به اهمیت ویژگی‌های تشخیصی برای تمایز گونه‌ها پرداخته است (خرازیان ۲۰۱۲). وجود تفاوت‌های ساختاری کرک‌ها و تفاوت‌های تشریحی برگ‌های گونه‌های مختلف آن در مناطق شمال‌شرقی ایران نیز مطالعه و مورد بررسی قرار گرفته است (موسوی و همکاران ۲۰۱۴). در نهایت، با استفاده از آرایه‌شناسی عددی، کارایی ویژگی‌های ریخت‌شناختی کمی در حل





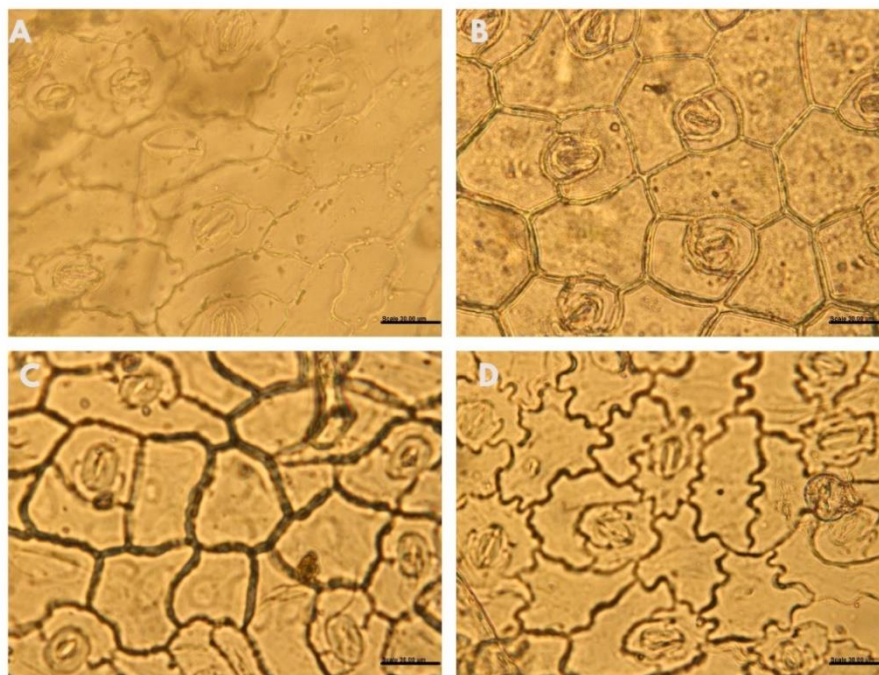
شکل ۱- تصویر میکروسکوپ نوری اپیدرم و روزنه: A. *Salvia aristata*, B. *S. hydrangea*, C. *S. atropatana*, D. *S. nemorosa* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

**Fig. 1.** Light microscopy image of the epidermis and stomata: A. *Salvia aristata*, B. *S. hydrangea*, C. *S. atropatana*, D. *S. nemorosa* (Bar = 30 µm).



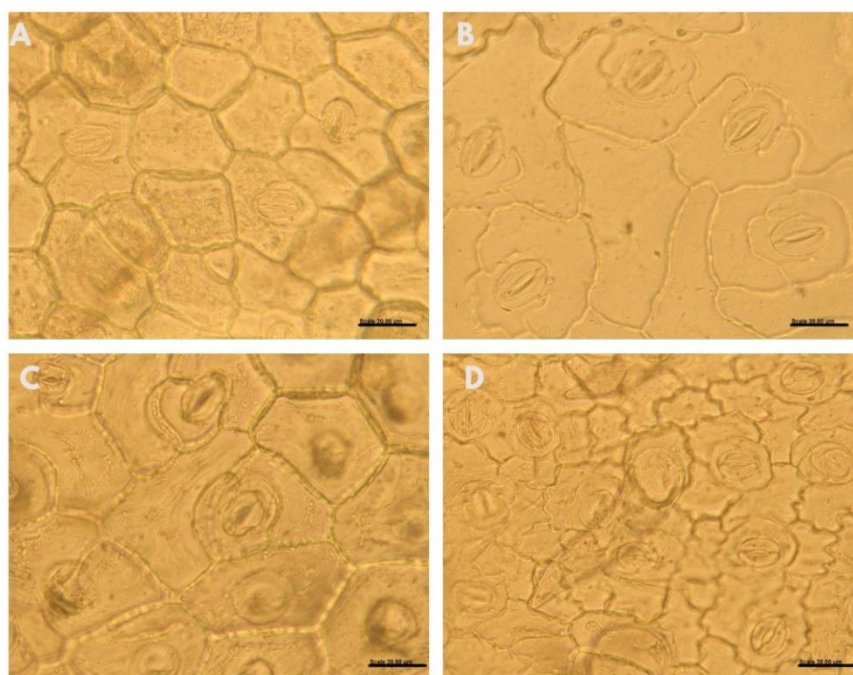
شکل ۲- تصویر میکروسکوپ نوری اپیدرم و روزنه: A. *Salvia reuteriana*, B. *S. macrosiphon*, C. *S. syriaca*, D. *S. brachysiphon* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

**Fig. 2.** Light microscopy image of the epidermis and stomata: A. *Salvia reuteriana*, B. *S. macrosiphon*, C. *S. syriaca*, D. *S. brachysiphon* (Bar = 30 µm).



شکل ۳- تصویر میکروسکوپ نوری اپیدرم و روزنه: A. *Salvia ceratophylla*, B. *Salvia limbata*, C. *Salvia officinalis*, D. *Salvia sclarea* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

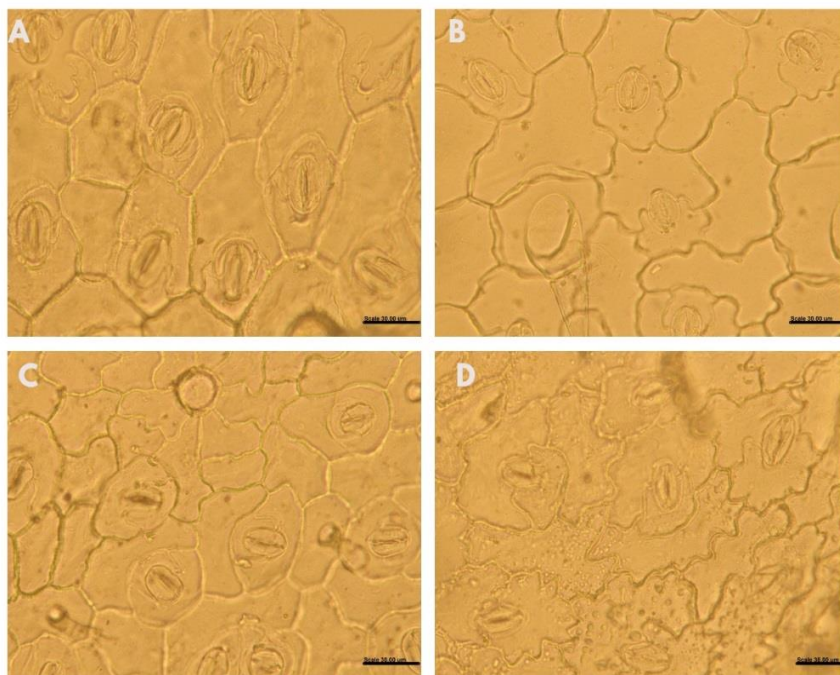
**Fig. 3.** Light microscopy image of the epidermis and stomata: A. *Salvia ceratophylla*, B. *S. limbata*, C. *S. officinalis*, D. *S. sclarea* (Bar = 30 µm).



شکل ۴- تصویر میکروسکوپ نوری اپیدرم و روزنه: A. *Salvia palaestina*, B. *Salvia viridis*, C. *Salvia splendens*, D. *Salvia spinosa* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

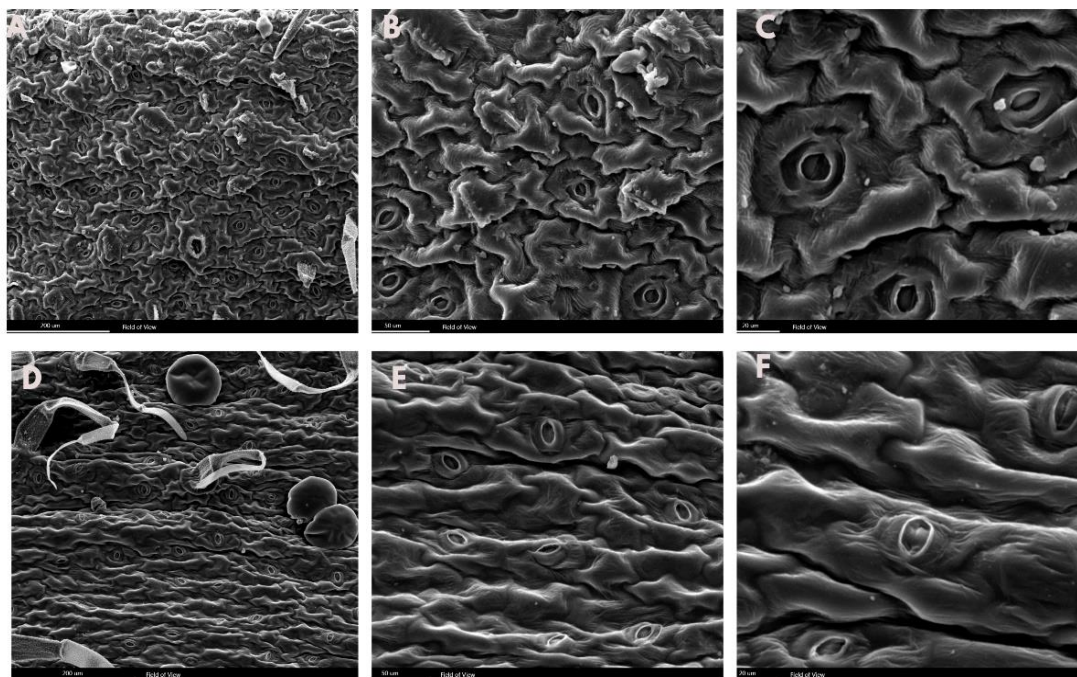
**Fig. 4.** Light microscopy image of the epidermis and stomata: A. *Salvia palaestina*, B. *S. viridis*, C. *S. splendens*, D. *S. spinosa* (Bar = 30 µm).





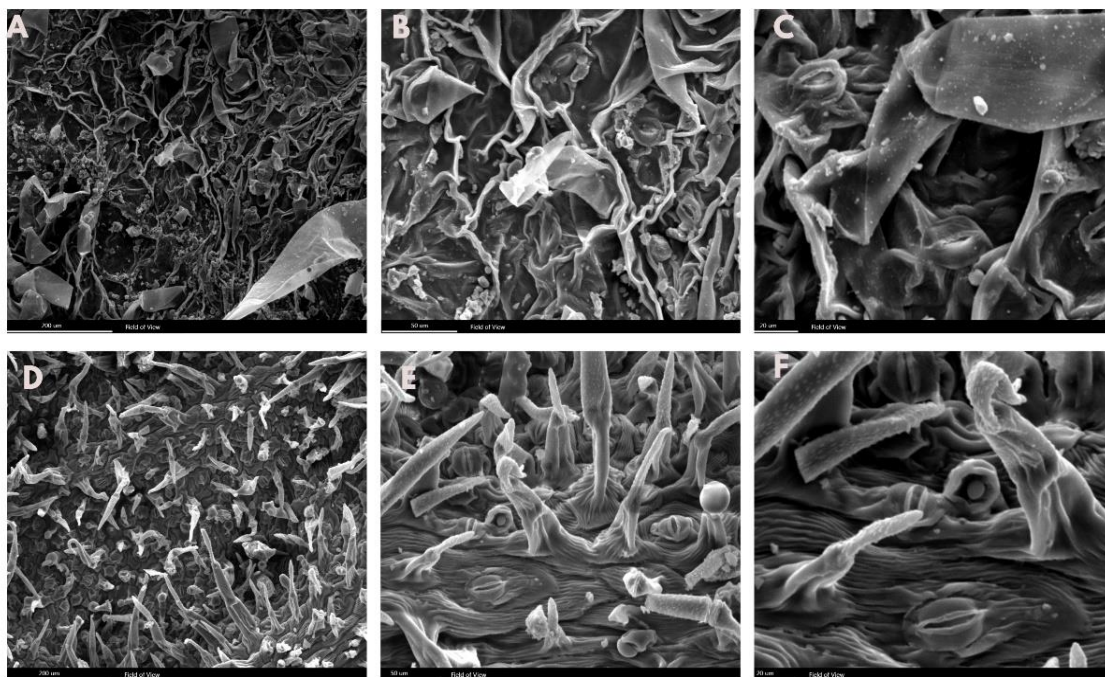
شکل ۵- تصویر میکروسکوپ نوری اپیدرم و روزنه: A. *Salvia virgata*, B. *S. verbascifolia*, C. *S. mirzayanii*, D. *S. indica* (مقیاس = ۳۰ میکرومتر).

**Fig. 5.** Light microscopy image of the epidermis and stomata: A. *Salvia virgata*, B. *S. verbascifolia*, C. *S. mirzayanii*, D. *S. indica* (Bar = 30  $\mu$ m).

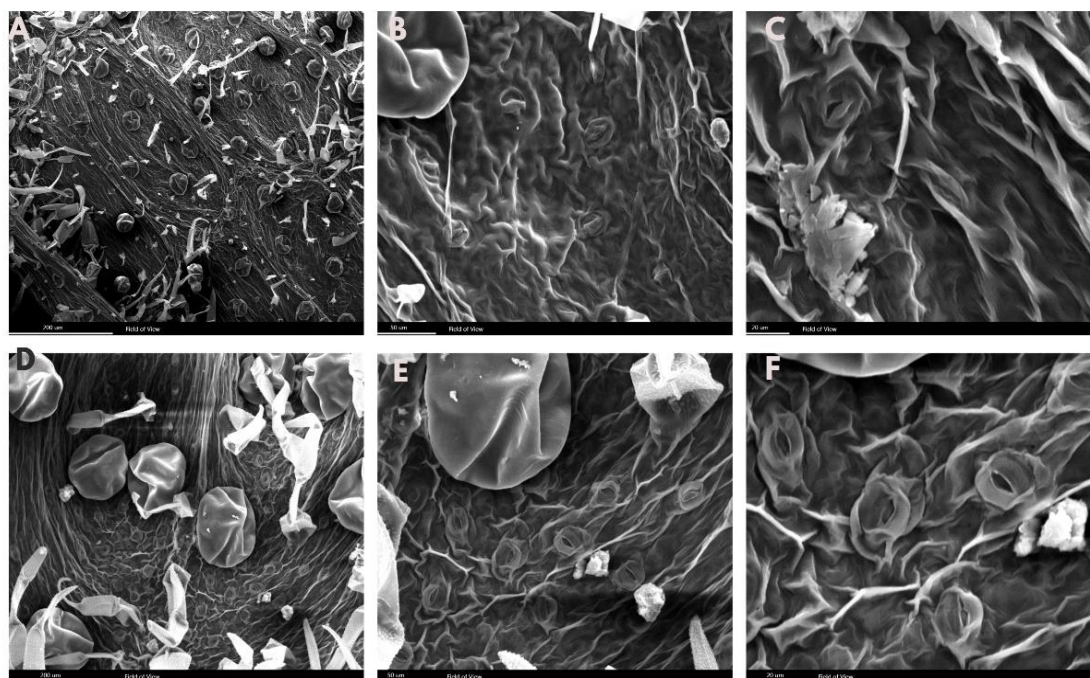


شکل ۶- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia aristata* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. hydrangea* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 6.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia aristata* [Bar = 200  $\mu$ m (A), 50  $\mu$ m (B), and 20  $\mu$ m (C)]. Bottom row: *S. hydrangea* [Bar = 200  $\mu$ m (D), 50  $\mu$ m (E), and 20  $\mu$ m (F)].

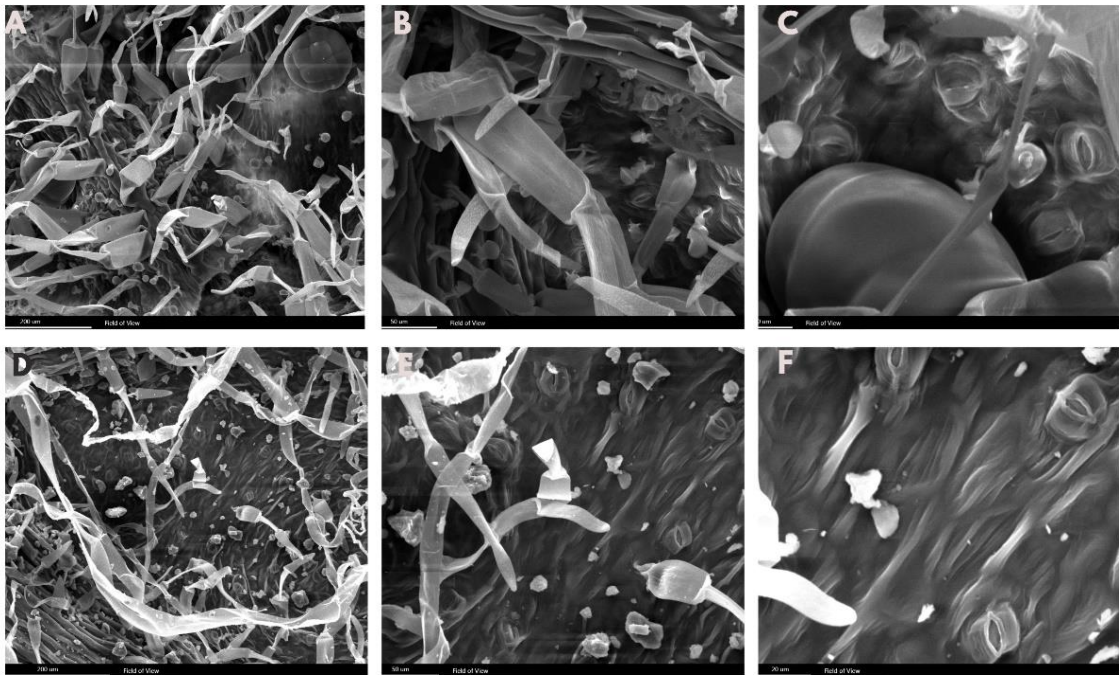


شکل ۷- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia atropatana* [مقیاس = 200 میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. nemorosa* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].  
**Fig. 7.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia atropatana* [Bar = 200 μm (A), 50 μm (B), and 20 μm (C)]. Bottom row: *S. nemorosa* [Bar = 200 μm (D), 50 μm (E), and 20 μm (F)].



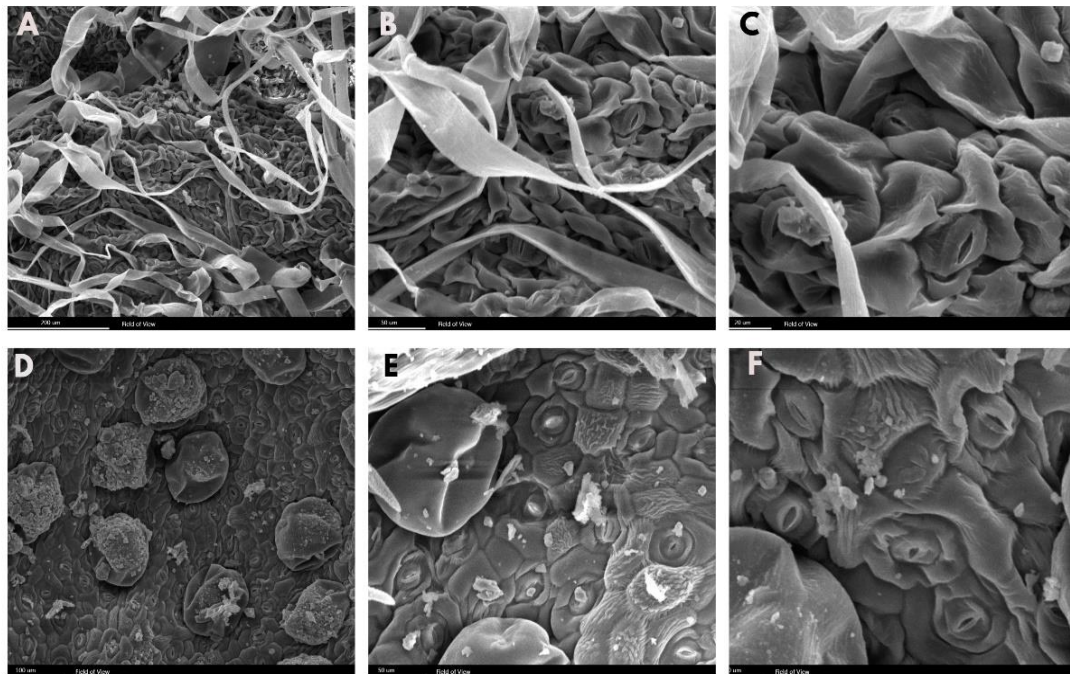
شکل ۸- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia reuteriana* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. macrosiphon* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].  
**Fig. 8.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia reuteriana* [Bar = 200 μm (A), 50 μm (B), and 20 μm (C)]. Bottom row: *S. macrosiphon* [Bar = 200 μm (D), 50 μm (E), and 20 μm (F)].





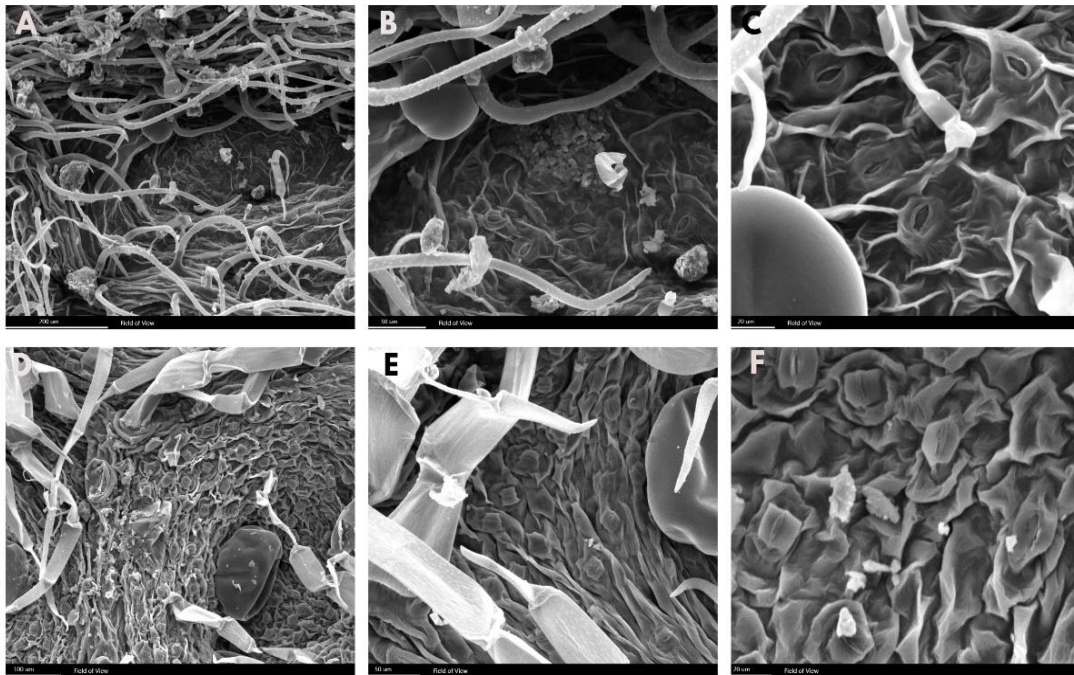
شکل ۹- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia syriaca* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. brachysiphon* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 9.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia syriaca* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. brachysiphon* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].



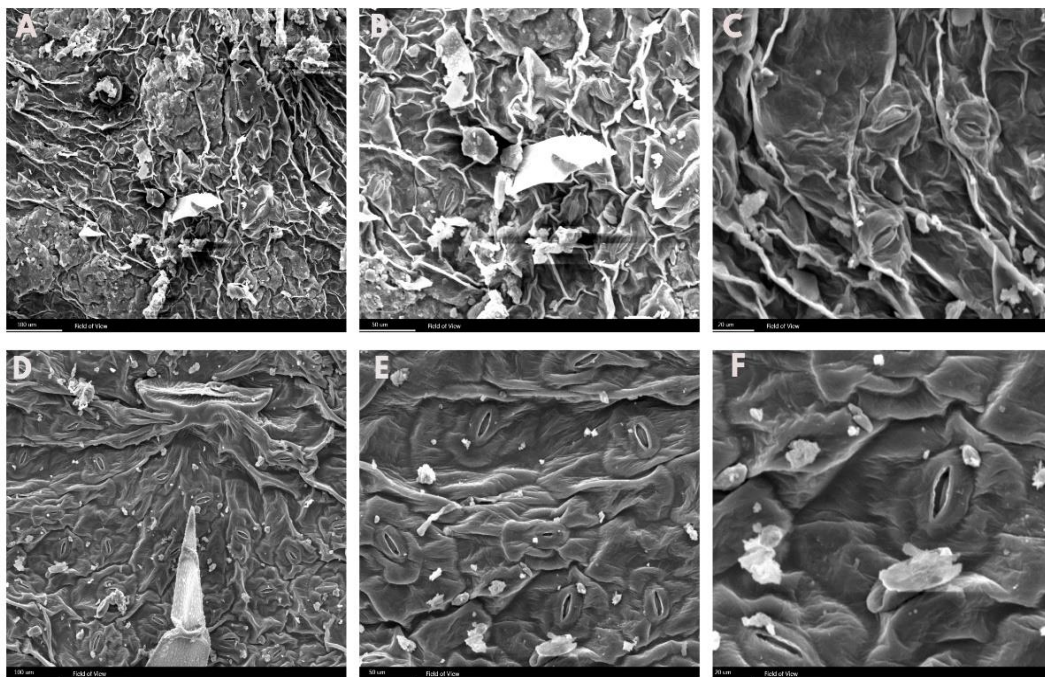
شکل ۱۰- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia ceratophylla* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. limbata* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 10.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia ceratophylla* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. limbata* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].



شکل ۱۱- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia officinalis* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. sclarea* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

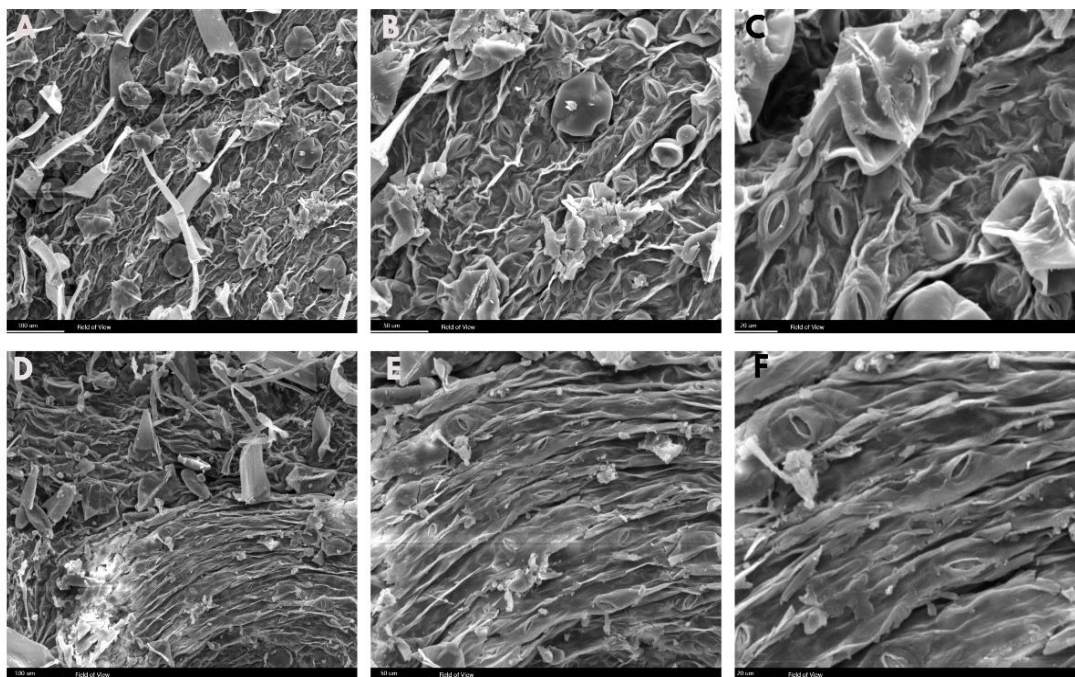
**Fig. 11.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia officinalis* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. sclarea* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].



شکل ۱۲- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia palaestina* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. viridis* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

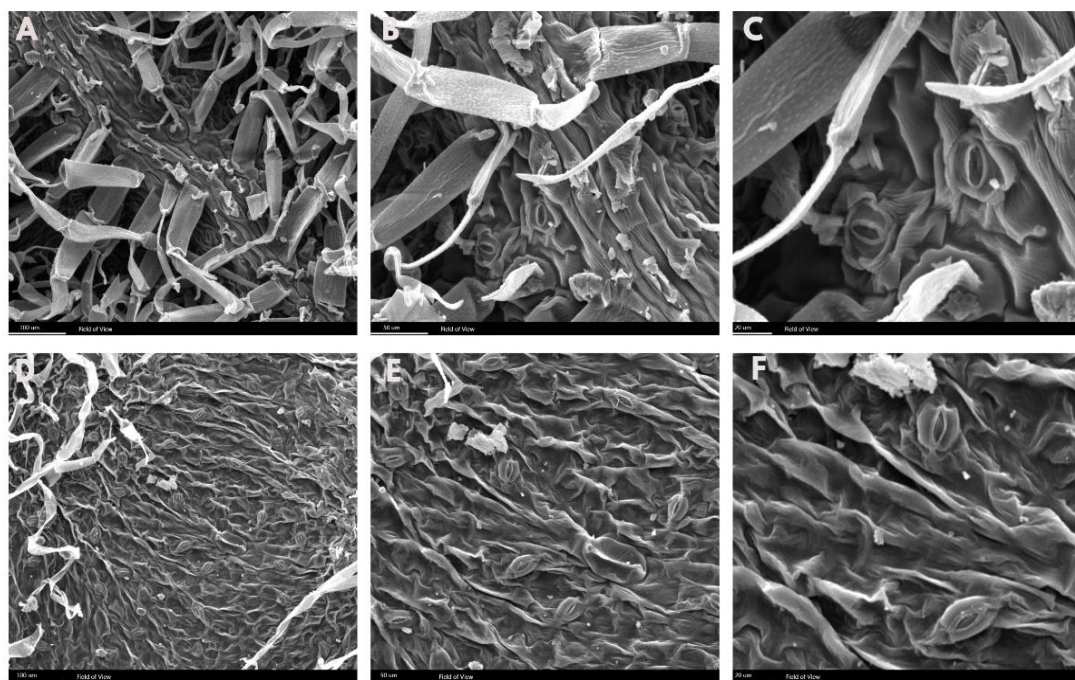
**Fig. 12.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia palaestina* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. viridis* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].





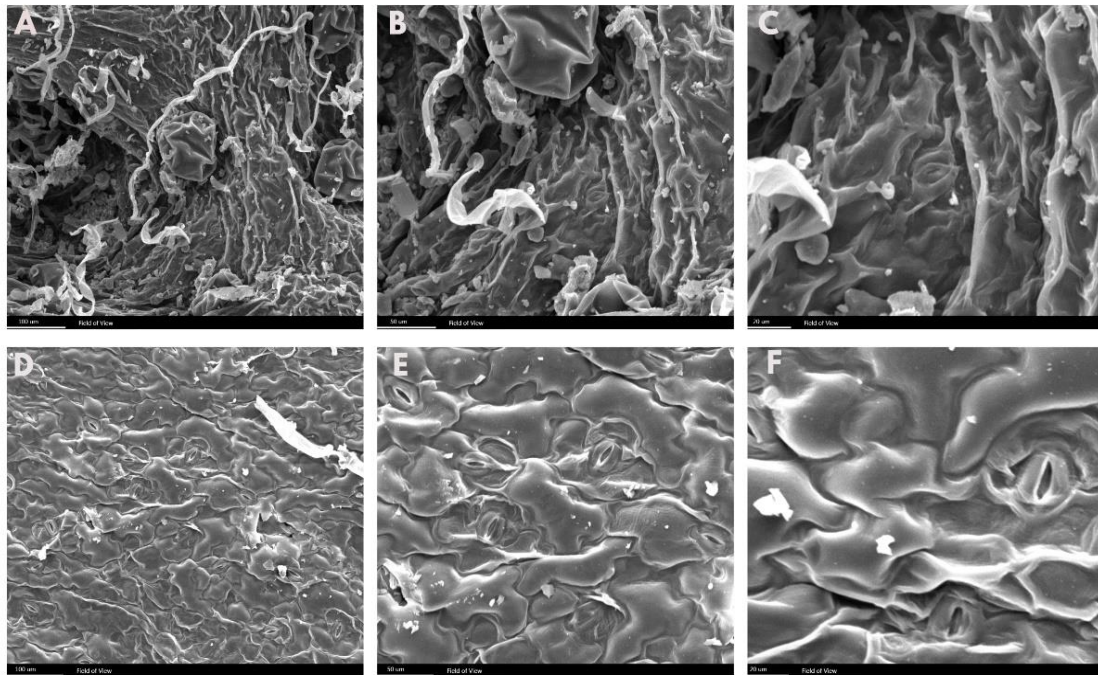
شکل ۱۳- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia splendens* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. spinosa* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 13.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia splendens* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. spinosa* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].



شکل ۱۴- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia virgata* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. verbascifolia* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 14.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia virgata* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (A), 50  $\mu\text{m}$  (B), and 20  $\mu\text{m}$  (C)]. Bottom row: *S. verbascifolia* [Bar = 200  $\mu\text{m}$  (D), 50  $\mu\text{m}$  (E), and 20  $\mu\text{m}$  (F)].



شکل ۱۵- تصویر میکروسکوپ الکترونی روبشی اپیدرم و روزنه: ردیف بالا *Salvia mirzayanii* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (A)، ۵۰ میکرومتر (B) و ۲۰ میکرومتر (C)]. ردیف پایین *S. indica* [مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر (D)، ۵۰ میکرومتر (E) و ۲۰ میکرومتر (F)].

**Fig. 15.** Scanning electron microscopy (SEM) image of the epidermis and stomata. Top row: *Salvia mirzayanii* [Bar = 200  $\mu$ m (A), 50  $\mu$ m (B), and 20  $\mu$ m (C)]. Bottom row: *S. indica* [Bar = 200  $\mu$ m (D), 50  $\mu$ m (E), and 20  $\mu$ m (F)].

## References

- Albaladejo, R.G., Aparicio, A. & Silvestre, S. 2004. Variation patterns in the *Phlomis* x *composita* (Lamiaceae) hybrid complex in the Iberian Peninsula. *Botanical Journal of the Linnean Society* 145: 97–108. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2003.00266.x.
- Alijanpour, B. & Sheidai, M. 2017. Numerical taxonomy study of *Salvia* L. (Lamiaceae) species in southern slope of Central Alborz, Iran. *Nova Biologica Reperta* 4: 107–115 (In Persian).
- Bahadori, S., Sonboli, A. & Jamzad, Z. 2017. Anatomical and morphological characteristics of *Salvia candidissima* Vahl. ssp. *candidissima* (Lamiaceae) as a new record from Iran. *The Iranian Journal of Botany* 22(2): 104–111. DOI: 10.22092/IJB.2016.107943.
- Bercu, R., Negrean, G. & Broasca, L. 2012. Leaf anatomical study of taxons *Salvia nemorosa* subsp. *tesquicola*, *Salvia nutans*, and *Salvia sobrogensis* from Dobrudja. *Botanica Serbica* 36(2): 103–109. DOI: 10.1556/abot.54.2012.3-4.3.
- Clebsch, B. & Barner, C. 2003. *The New Book of Salvias: Sages for Every Garden*. Portland, Timber Press.
- Corsi, G. & Bottega, S. 1999. Glandular hairs of *Salvia officinalis*: new data on morphology, localization and histochemistry in relation to function. *Annals of Botany* 28(5): 657–664. DOI: 10.1006/anbo.1999.0961.
- Dyubeni, L. & Buwa, L.V. 2012. Foliar micromorphology of *Salvia greggii* A. Gray (Lamiaceae). *African Journal of Plant Science* 6(1): 32–38. DOI: 10.5897/AJPS11.064.



- Ghahremaninejad, F. 2004. Value of trichome characteristics for the separation of bifurcating hairy *Astragalus* L. (Fabaceae) at the sectional level. *Turkish Journal of Botany* 28(1): 241–245.
- Ghahremaninejad, F., Khalili, Z., Maassoumi, A.A., Mirzaie-Nodoushan, H. & Riahi, M. 2012. Leaf epidermal features of *Salix* species (Salicaceae) and their systematic significance. *American Journal of Botany* 99(4): 769–777. DOI: 10.3732/ajb.1100019.
- Harley, R.M., Atkins, S., Budantsev, A.L., Cantino, P.D., Conn, B.J., Grayer, R. & Harley, M.M. 2004. Labiatae. Pp. 167–275. In: Kadereit, J.W. (ed.), *The Families and Genera of Vascular Plants*. Berlin. Springer-Verlag.
- Hedge, I.C. 1982. Labiatae. Pp. 401–476. In: Rechinger, K.H. (ed.), *Flora Iranica*, Vol. 150. Graze: Academische Druck-U. Verlagsantalt.
- Jafari, A. & Nikian, M. 2008. Micromorphological, anatomical and pollen ornamentation study on four desert species of *Salvia* in Center of Iran. *Asian Journal of Plant Sciences* 7: 736–741. DOI: 10.3923/ajps.2008.736.741.
- Jamzad, Z. 2012. *Flora of Iran* Vol. 76. Lamiaceae. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. 1074 pp.
- Kahraman, A., Celep, F. & Dogan, M. 2010. Anatomy, trichome morphology and palynology of *Salvia chrysophylla* Stapf (Lamiaceae). *South African Journal of Botany* 76(2): 187–195. DOI: 10.1016/j.sajb.2009.10.003.
- Kamatou, G.P.P., Viljoen, A.M., Makunga, N.P. & Ramogola, W.P.N. 2008. South African *Salvia* species: A review of biological activities and phytochemistry. *Journal of Ethnopharmacology* 119(3): 664–672. DOI: 10.1016/j.jep.2008.06.030.
- Karbalaei, Z., Akhavan, R.A., Balali, G.R. & Bagheri, A. 2021. Foliar micromorphology of some selected species of the genus *Artemisia* and its taxonomic implications. *Rostaniha* 22(2): 273–285. DOI: 10.22092/BOTANY.2022.356460.1277.
- Kaya, A. 2011. Morphological, Anatomical and trichomes properties of *Salvia wiedemanni* Boiss. endemic to Turkey. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences* 8(3): 227–238.
- Kharazian, N. 2009. Taxonomy and morphology of *Salvia spinosa* L. (Lamiaceae) in Iran. *Taxonomy and Biosystematics* 1(1): 9–20 (In Persian).
- Kharazian, N. 2012. Morphometric study of some *Salvia* L. (Lamiaceae) species in Iran. *Scientific Journal of Biological Sciences* 1: 126–137. DOI: 10.14196/SJBS.VII6.371.
- Metcalf, C.R. & Chalk, L. 1979. *Anatomy of Dicotyledons*, Vol. I. London: Oxford University Press.
- Moon, H.K., Hong, S.P., Smets, E. & Huysmans, S. 2009. Phylogenetic significance of leaf micromorphology and anatomy in the tribe *Menthae* (Nepetoideae: Lamiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 160: 211–223. DOI: 10.1111/j.1095-8339.2009.00979.x.
- Mostafavi, G. & Hesami, S. 2023. Genetic and chemical diversity among *Salvia multicaulis* populations employing AFLP markers and the essential oil profile. *Rostaniha* 24(2): 139–150. DOI: 10.22092/BOT.J.IRAN.2023.362816.1363.
- Mousavi, M., Jafari, A. & Najafi, Sh. 2014. Anatomical and micromorphological studies on leaves of *Salvia* L. species in Iran. *Journal of Romanian Biotechnology Letters* 19: 9058–9068.
- Navarro, T. & El Qualidi, J. 2000. Trichome morphology in *Teucrium* L. (Labiatae), a taxonomic review. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 57: 277–297. DOI: 10.3989/ajbm.1999.v57.i2.203.
- Özler, H., Pehlivan, S., Celep, F., Doğan, M., Kahraman, A., Fisne, A.Y. & Bagherpour, S. 2013. Pollen morphology of *Hymenosphace* and *Aethiopsis* sections of the genus *Salvia* (Lamiaceae)

- in Turkey. Turkish Journal of Botany 37(6): 1070–1084. DOI: 10.3906/bot-1209-50.
- Polat, R., Cakilcioglu, U., Selvi, S., Türkmen Z. & Kandemir, A. 2017. The anatomical and micromorphological properties of three endemic and medicinal *Salvia* species (Lamiaceae) in Erzincan (Turkey). Plant Biosystems 151(1): 63–73. DOI: 10.1080/11263504.2015.1076083.
- Walker, J.B. & Sytsma, K.J. 2007. Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the stamina lever. Annals of Botany 100(2): 375–391. DOI: 10.1093/aob/mcl176.