

DOI: 10.22092/BOTANY.2022.357030.1287

بررسی گرده‌شناسی نعنائیان از برخی رویشگاه‌های ایران*

دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۱ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۴

زهرا حسنی: دانشجوی کارشناسی ارشد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران
 زهره کریمی✉: استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گلستان، گرگان، ایران (z.karimi@gu.ac.ir, karimiln@yahoo.com)

چکیده

دانه گرده ۳۳ گونه متعلق به ۲۰ جنس از نعنائیان، پراکنده در برخی رویشگاه‌های ایران با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی روبشی (SEM) مورد بررسی قرار گرفت. ریخت‌شناسی گرده گونه‌های *Otostegia persica*، *Hymenocrater oxyodontus* و مشخصات سطح اگزین در *Salvia splendens* و *S. hypoleuca* و *Phlomis herba-venti* subsp. *lenkoranica* برای نخستین بار مورد مطالعه قرار گرفت. این بررسی اندازه‌های متغیر قابل توجهی را در دانه‌های گرده به صورت بسیار کوچک، کوچک، متوسط تا بزرگ نشان داد. به علاوه، در مطالعه حاضر، پنج نوع شکل دانه گرده به صورت دوکی-گرد، نیمه‌دوکی، دوکی-کشیده، مخروطی-گرد و نیمه‌دوکی-پهن مشاهده شد. شیار در دانه‌های گرده اعضای این تیره به دو شکل سه‌شیاری و شش‌شیاری بود، گرچه به صورت هشت‌شیاری نیز در گونه‌های *Ziziphora clinopodioides* و *Z. tenuior* مشاهده شد. ده نوع تزئینات مختلف اگزین نیز به صورت مشبک (reticulate) و ریزمشبک (micro-reticulate)، چاله یا حفره‌دار (foveolate)، چین‌دار (rugulate)، چین‌ظریف (rugulose)، دو بار مشبک (bi-reticulate)، حفره‌دار-چین‌دار (rugolate-foveolate)، حفره‌دار-مشبک (foveolate-reticulate)، حفره‌دار-چین‌ظریف (foveolate-rugulose) و ریزحفره‌دار-چین‌دار (micro-foveolate-rugulate) مشاهده شد. این بررسی نشان داد که مشخصات دانه‌های گرده برای کاربردهای طبقه‌بندی ارزشمند بوده و ممکن است ابزار مفیدی برای تمایز بین جنس‌ها و گونه‌ها در طبقه‌بندی نعنائیان باشد.

واژه‌های کلیدی: اگزین، تزئینات، سه‌شیاری، شش‌شیاری، شکل دانه گرده

A palynological study of the *Lamiaceae* in some habitats in Iran

Received: 02.12.2021 / Accepted: 13.04.2022

Zahra Hasani: MSc Student, Department of Biology, Faculty of Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran

Zohreh Karimi✉: Assistant Prof., Department of Biology, Faculty of Sciences, Golestan University, Gorgan, Iran
 (z.karimi@gu.ac.ir, karimiln@yahoo.com)

Summary

Pollen grains of 33 species belonging to 20 genera of the family *Lamiaceae* distributed in some habitats in Iran were studied using light and scanning electron microscope. For this purpose, pollen grains of *Otostegia persica*, *Hymenocrater oxyodontus*, and exine sculpture of three species, namely, *Salvia splendens*, *S. hypoleuca*, and *Phlomis herba-venti* subsp. *lenkoranica* were studied for the first time based on pollen morphology. The present study, therefore, showed considerable variation from very small, small, and medium to large size in pollen grains. In addition, the shapes varied from prolate-spheroidal, sub-prolate, sub-spheroidal, and sub-oblate to spheroidal in our study. The pollen grains colpi observed into two different shapes i.e. tricolpate and hexacolpate, although octacolpate was observed in two species of *Ziziphora clinopodioides* and *Z. tenuior*. In the present study, 10 different exine ornamentation of pollen grains viz. micro-reticulate, reticulate, foveolate, foveolate-rugulose, foveolate-reticulate, bi-reticulate, rugulate-foveolate rugulose, regulate, and micro-foveolate-rugulate were also found. The present survey, therefore, indicated that, pollen characters are valuable for taxonomic applications and may be a useful tool to differentiate variation between genera and species in the family *Lamiaceae* classification.

Keywords: Exine, hexacolpate, pollen grains shape, sculpture, tricolpate

* مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده نخست به راهنمایی دکتر زهره کریمی ارائه شده به دانشگاه گلستان

مقدمه

Phlomis tuberosa و *Thymus gobicus* Czern. است. اردتمان (۱۹۴۵) دانه گرده را براساس اندازه به ابعاد بسیار کوچک (زیر ۱۰ میکرومتر)، کوچک (بین ۱۰ تا ۲۵ میکرومتر)، متوسط (بین ۲۵ تا ۵۰ میکرومتر) و بزرگ (بین ۵۰ تا ۱۰۰ میکرومتر) دسته‌بندی کرد. محققان ریخت‌شناسی، گرده ۵۹ گونه *Salvia* را از نظر شکل ظاهری نیز توصیف کردند و نشان دادند که دانه‌های گرده شش‌شیاری، دوکی کشیده، گرد یا کروی و مشبک هستند (Henderson et al. 1968).

ریخت‌شناسی دانه گرده *Salvia viridis* L. با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و نوری مورد بررسی قرار گرفت که طی نتایج به دست آمده، تزئینات آگزین در این گیاه به صورت مشبک حفره‌دار معرفی گردید (Gráfica 2020) که با نتایج تحقیقات صورت گرفته توسط آلز و همکاران (Özler et al. 2013) روی این گونه مشابهت داشت. هر دو تحقیق فوق تایید می‌کند که دانه گرده *S. viridis* هم به صورت شش‌شیاری و هم هشت‌شیاری وجود دارد. دانه‌های گرده برخی جنس‌های دیگر نعنائیان نیز مورد مطالعه قرار گرفته که شکل آن‌ها براساس اندازه نسبت محور قطبی به استوایی، دوکی تا گرد ($P/E = 1 - 1/4$)، نیمه‌دوکی ($P/E = 1/1 - 3/4$) و دوکی-کشیده ($P/E = 1/2 - 4$) دسته‌بندی شده است. منافذ دانه گرده تیره مذکور نیز به صورت سه‌شیاری و شش‌شیاری دیده شده است (Myoung & Yuon 2012). طبق توضیحات فوق، گرده کاکوتی کوهی (*Ziziphora clinopodioides* Lam. به شکل دوکی تا گرد است، درحالی‌که دانه گرده *Origanum vulgare* دوکی کشیده می‌باشد. تزئینات آگزین دانه گرده در *O. vulgare* ریزمشبک، در *Z. clinopodioides* مشبک و در *Lamium album* L. حفره‌دار است (Badamtsetseg et al. 2012). در فلور گرده تایوان، ریخت‌شناسی گرده برخی از گونه‌های متعلق به نعنائیان نیز توصیف شده است (Huang 1972). به علاوه، گرده‌های جنس *Phlomis* L. مطالعه شده و با خویشاوندان نزدیک خود *Eremostachys* Bunge و *Paraphlomis* Prain مقایسه شده‌اند (Azizian & Moore 1982). به علاوه، با توجه به گوناگونی ویژگی‌های جنینی و فیتوشیمیایی، دسته‌بندی اردتمان (۱۹۴۵) توسط برخی دیگر از محققان نیز مورد حمایت قرار گرفت (Cantino & Sanders 1986).

تحقیقات سیستماتیک نعنائیان نشان داد که ویژگی‌های گرده، کرک و برخی مشخصات ریخت‌شناسی می‌توانند ابزاری مفید برای تمایز بین جنس‌های موجود در این تیره و زیرتیره‌های آن باشد (Kayaa & Kutlukh 2007). طبقه‌بندی سطح زیرتیره در تیره مذکور قبلاً بر پایه ریخت‌شناسی دانه گرده معرفی شده

نعنائیان متعلق به نعناسا نان یکی از بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی راسته فوق است که دارای ۲۲۰ تا ۲۳۶ جنس (Duarte & Lopes 2007) و بیش از ۷۰۰۰ گونه در جهان می‌باشد (Zhao et al. 2021). این تیره، به علت داشتن روغن‌های معطر، چوب، وجود گیاهان زینتی و گیاهان دارویی و همچنین استفاده در پخت و پز و از طرفی اهمیت آن در بوم‌شناختی، مردم‌گیاه‌شناسی و فلورزیستیک، به یکی از متمایزترین تیره‌های نهاندانگان تبدیل شده (Zhao et al. 2021) که مدت‌هاست به عنوان یک گروه هدف برای مطالعات بیوسیسستماتیک و ریزریخت‌شناسی یا بررسی‌های شیمی آرایه‌شناسی بسیاری از گیاه‌شناسان مورد توجه قرار دارد (Stevens 2012). نعنائیان شامل گیاهان بوته‌ای یا درختی یک‌ساله، دوساله و چندساله، دارای پراکندگی تقریباً جهانی است، اما در سردترین مناطق با عرض جغرافیایی یا ارتفاع زیاد وجود ندارد (Thorne 1992, Harley 2004). این تیره در ایران، دارای ۴۸ جنس، ۴۲۵ گونه (Ghahremaninejad et al. 2017) و ۹۷ زیرگونه است (Rechinger et al. 1982) که ۱۶۵ گونه از این گیاهان بومی هستند. تعداد گونه‌ها از مناطق مرکزی به سمت شرق، جنوب‌شرق و جنوب کاهش می‌یابد (Jamzad 2012, 2013).

ریخت‌شناسی گرده نعنائیان در دنیا توسط چندین محقق بررسی شده (Erdtman 1945, Cantino et al. 1992, Doaigey et al. 2018) ولی در ایران تنها جنس‌های *Nepeta* L. (Azizian et al. 2001)، *Salvia* L. (Ranjbar et al. 2015)، *Dracocephalum* L. (Jafari & Nikian 2008) و *Stachys* L. (Salmaki et al. 2007) مورد مطالعه قرار گرفته است. ریخت‌شناسی دانه گرده در این تیره تغییرات چشمگیری از نظر اندازه (بسیار کوچک، کوچک و متوسط)، نسبت طول محور قطبی به طول محور استوایی، شکل (دوکی تا گرد، نیمه‌دوکی تا دوکی کشیده) تعداد منافذ (سه‌شیاری در نمای استوایی، شش‌شیاری در نمای استوایی و تزئینات آگزین به شکل‌های تک‌مه‌ای (tuberculate)، ریزمشبک (micro-reticulate) و دوبار مشبک (bireticulate) می‌باشند (Myoung & Yuon 2012, Badamtsetseg et al. 2012).

شکل، اندازه و تزئینات آگزین که بیشتر از ریخت‌شناسی دانه گرده در رفع مشکلات سیستماتیک و فیلوژنتیک استفاده می‌شود، به ترتیب توسط اردتمان (Erdtman 1945) و مون (Moon 2008) مورد مطالعه قرار گرفتند. تعدادی از آرایه‌هایی که مورد بررسی قرار گرفتند شامل *Origanum vulgare* L.

قابل اعتماد آن در شناسایی گونه‌ها پرداخته شد. از سوی دیگر، تاکنون گزارشی از مشخصات ریخت‌شناختی گونه برخی جنس و گونه‌های این تیره با استفاده از میکروسکوپ نوری یا الکترونی در دنیا و ایران وجود نداشت که در این تحقیق، گونه‌هایی مانند *Hymenocrater Otostegia persica* (Burm.) Boiss. و مشخصات سطح‌اگرین در گونه‌های *oxyodontus* Rech.f و *Salvia splendens* Sellow ex Schult. و *S. hypoleuca* Benth. و *Phlomis herba-venti* subsp. *lenkoranica* (Knorring) Rech.f برای نخستین بار گزارش می‌شوند.

روش بررسی

در پژوهش حاضر، تعداد ۳۳ گونه و دو زیرگونه متعلق به ۲۰ جنس از نعنائیان در ایران در بازدیدهای صحرایی در فصل گلدهی از اوایل اردیبهشت ۱۳۹۹ تا اواخر پاییز همان سال جمع‌آوری گردید. سپس نمونه‌ها جهت مطالعه و شناسایی به هرباریوم دانشگاه گلستان منتقل شدند. شناسایی نمونه‌ها با مراجعه به فلورا ایرانیکا (Rechinger et al. 1982) و فلور ایران، تیره نعنائیان (Jamzad 2012, 2013) انجام شد. لازم به ذکر است به علت عدم دسترسی به برخی گونه‌ها، از نمونه‌های هرباریومی دانشگاه گلستان استفاده گردید (جدول ۱).

است (Erdtman 1945). بر این اساس، این تیره به چهار زیرتیره *Nepetoideae*، *Lamioideae*، *Scutellarioideae*، *Ajugoideae* و *Scutellarioideae* تقسیم گردیده که زیرتیره‌های *Lamioideae* دارای دانه‌های گرده سه‌شپاری (tricolpate) و زیرتیره *Nepetoideae* دارای دانه‌های گرده شش‌شپاری (hexacolpate) است (Badamtsetseg et al. 2012). این در حالی است که جدیدترین مطالعات براساس ژنوم پلاستییدی کدکننده پروتین در ۱۷۰ آرایه، وجود ۱۲ زیرتیره در این تیره را پیشنهاد نموده است (Zhao et al. 2021).

از آنجایی که در نعنائیان شباهت‌های ریخت‌شناختی مانند شکل گل آذین، شکل، رنگ، اندازه و طرز قرار گرفتن گلبرگ‌ها، شکل، رنگ و پوشش برگ‌های ساقه‌ای و قاعده‌ای، شکل ساقه و غیره، بین گونه‌های یک جنس و یا جنس‌های نزدیک به هم، گاهی باعث سردرگمی در تشخیص و شناسایی آن‌ها می‌گردد، لذا نیاز به بررسی آرایه‌شناختی بیشتری احساس می‌گردد. از طرفی، در ایران بیشتر تحقیقات گرده‌شناسی روی گونه‌های یک جنس و یا مقایسه درون‌قبیله‌ای یا بین دو جنس صورت گرفته و مقایسه بین گونه‌های مختلف یک تیره کمتر انجام شده است. بنابراین در تحقیق حاضر، ویژگی‌های دقیق‌تری از نظر گرده‌شناسی بین برخی گونه‌های نعنائیان با جمع‌آوری از مناطق رویشی ایران انجام گردید و نیز به ارزیابی کارایی صفات

جدول ۱- فهرست گونه‌های مورد بررسی (جمع‌آوری شده و هرباریومی) در ایران

Table 1. List of the studied species (both collected and herbarium specimens) in Iran

Taxon	Location, date, collector, Herbarium No.
<i>Hymenocrater oxyodontus</i> Rech.f.	Golestan prov.: Yanghidareh-Kalaleh, 11 Jul. 2004, Noroozi 1892
<i>Lagochilus cabulicus</i> Benth.	Golestan prov.: Almeh, 15 Jun. 2012, Azizi 7973
<i>Lamium album</i> L.	Golestan prov.: Azadshahr, 23 Apr. 2020, Hasani 7977
<i>Lavandula angustifolia</i> Mill.	Golestan prov.: Gorgan, 26 May 2020, Hajilari 7972
<i>Leonurus cardiaca</i> L.	Gilan prov.: 9 May 2016, Kachooi 4430
<i>Lycopus europaeus</i> L.	Golestan prov.: Almeh, 5 Jul. 2020, Hasani 7974
<i>Melissa officinalis</i> L.	Mazandaran prov.: Noor, Shahrak-e Emam, 11 Jul. 2019, Babaii & Mahdavi 9087
<i>Mentha aquatica</i> L.	Mazandaran prov.: Noor, Shahrak-e Emam, 16 May 2020, Babaii & Mahdavi 7976
<i>Me. longifolia</i> (L.) Hudson	Mazandaran prov.: Amol, 10 Aug. 2020, Hasani 1874
<i>Nepeta cataria</i> L.	Gilan prov.: 20 Jul. 1969, Javaheri 2561
<i>Origanum vulgare</i> L.	Mazandaran prov.: Noor, Shahrak-e Emam, 22 Aug. 2020, Babaii & Mahdavi 7807
<i>Otostegia persica</i> (Burm.) Boiss.	Fars prov.: Shiraz to Jahrom, 9 Jun. 2004, Niyazi 6754

Table 1 (contd)

جدول ۱ (ادامه)

<i>Phlomis herba-venti</i> subsp. <i>lenkoranica</i> (Knorring) Rech.f.	Khorasan Shomali prov.: Bojnourd, 17 May 2020, Karimi & Malkeshi 7808
<i>Ph. herba-venti</i> subsp. <i>pungens</i> (Wild.) Maire ex DeFillipps	Semnan prov.: 5 Jul. 2016, Kaviani 3000
<i>Ph. olivieri</i> Benth.	Golestan prov.: Golestan forest, 17 May 2016, Karimi 7812
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Mazanderan prov.: Amol, 10 Sept. 2020, Hasani 9865
<i>Rosmarinus officinalis</i> L.	Golestan prov.: Gorgan, 29 Sept. 2020, Hajilari 9873
<i>Sa. nemorosa</i> L.	Golestan prov.: Gorgan, 12 Jun. 2020, Hasani 9508
<i>Sa. officinalis</i> L.	Golestan prov.: Gorgan, 12 May 2020, Hasani 9506
<i>Sa. splendens</i> Sallow ex Schult.	Khorasan Shomali prov.: Bojnord, 13 Sept. 2020, Malkeshi 9501
<i>Sa. hypoleuca</i> Benth.	Khorasan Shomali prov.: Bojnord, 14 Sept. 2015, Malkeshi 9510
<i>Scutellaria pinnatifida</i> A. Ham.	Semnan prov.: 26 Jul. 2020, Ahad Khani 9511
<i>Sc. tournefortii</i> Benth.	Mazanderan prov.: Amol, 12 May 2020, Hasani 9502
<i>Stachys alpina</i> L.	Mazanderan prov.: Amol, 10 Aug. 2020, Hasani 9503
<i>St. annua</i> (L.) L.	Gilan prov.: 20 Jul. 2013, Heydari 9504
<i>St. byzantina</i> K. Koch.	Mazanderan prov.: Noor, Shahrak-e Emam, 15 Aug. 2020, Babaii & Mahdavi 9505
<i>St. inflata</i> Benth.	Mazanderan prov.: Behshahr, 8 Nov. 2011, Sarmadi 3345
<i>St. lavandulifolia</i> Vahl.	Markazi prov.: Arak, 11 May 1995, Mostafavi 3991
<i>St. turcomanica</i> Trautv.	Khorasan Shomali prov.: Bojnord, 22 May 2005, Kordi 4459
<i>Teucrium hircanicum</i> L.	Mazanderan prov.: Noor, Shahrak-e Emam, 11 Aug. 2014, Janighorban 7780
<i>T. polium</i> L.	Golestan prov.: Golestan forest, 26 May 2008, Karimi 5568
<i>Ziziphora clinopodioides</i> Lam.	Khorasan Shomali prov.: Shirvan, 5 Jul. 2012, Ghaviandam 6240
<i>Z. tenuior</i> L.	Golestan prov.: Marave-tapeh, 11 May 2012, Karimi 1163

ارزیابی دقیق صفات کمی مانند مساحت دانه گرده و سایر صفات کیفی دانه‌های گرده از ۵-۳ تصویر و نرم‌افزار (Mac (Rasband 1997-2021) Biophotonics ImageJ استفاده شد.

نتیجه

- شکل دانه گرده

مطالعه دانه گرده نعنایان مشخص نمود که دانه گرده دارای پنج شکل دوکی-گرد (perolate-spheroidal)، نیمه‌دوکی (sub-prolate)، دوکی-کشیده (perolate)، مخروطی-گرد (oblate-spheroidal) و نیمه‌دوکی-پهن (suboblate) بود. لازم به ذکر است، برخی از دانه‌های گرده گیاهان مورد مطالعه به علت عدم تعداد کافی و یا از دست رفتن در حین آماده‌سازی برای میکروسکوپ الکترونی، فاقد تصاویر الکترونی و فقط دارای تصاویری با میکروسکوپ نوری بودند (شکل ۱ ZE ZG ZF V ZD). دانه‌های گرده به حالت دوکی-کشیده در گونه‌های *Ph. herba-venti* subsp. *lenkoranica* N. *cataria* *St. inflata*، *Pr. vulgaris* (شکل ۱ J

- بررسی ریزریخت‌شناسی دانه گرده توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی SEM

برای مشاهده دانه گرده گونه‌ها، ابتدا با استفاده از سوزن تشریح، شکافی در سطح کیسه بساک‌ها ایجاد کرده و دانه‌های گرده را خارج ساخته و پس از شستشو با الکل ۷۰٪، زیر میکروسکوپ نوری مشاهده شد و تعدادی عکس با میکروسکوپ نوری دوربین‌دار موجود در گروه زیست‌شناسی دانشگاه گلستان تهیه گردید. ضخامت اگزین، طول بزرگ‌ترین قطر دانه گرده، طول محور قطبی، محور استوایی دانه گرده، منافذ و تعداد آن‌ها به خوبی قابل تشخیص بودند ولی برای مشاهده دقیق‌تر اگزین و جبهه و همچنین تزیینات سطح آن (Punt et al. 2007)، دانه‌های گرده را پس از خروج از بساک‌های خشک بلافاصله روی پایه حاوی چسب کربنی قرار داده و پس از زراندود کردن (Azimishad et al. 2020)، آن را به میکروسکوپ الکترونی (SEM) واقع در مرکز پژوهشی متالوژی رازی کرج منتقل و تعدادی عکس تهیه شد. تعیین اندازه دانه گرده، براساس بزرگ‌ترین طول محور قطبی و شکل دانه گرده مطابق با نسبت P/E انجام گرفت (Erdtman 1945, Punt et al. 2007). برای

یا حفره‌دار (شکل ۱ D1, W1)، در گونه‌های *S. officinalis* و *Ph. herba-venti* subsp. *pungens* *P. vulgaris* و subsp. *lenkoranica* ریزمشبک (شکل ۱ S1, M1, N1, P1)، در گونه *La. cabulicus* چین‌دار (شکل ۱ B1)، در گونه *Ph. olivieri* حفره‌دار-چین‌دار (شکل ۱ O1) و در گونه‌های *St. annua* *St. lavandulifolia* *S. splendens* *Sa. nemorosa* *O. vulgare* *Salvia hypoleuca* به صورت دوبار مشبک وجود داشت (شکل ۱ ZB1, X1, U1, R1, K1, T1). ضخامت آگزین در گونه‌های مختلف متفاوت بود، به طوری که گونه *Sc. tournefortii* با ۰/۰۵۲ میکرومتر دارای کمترین و *Lamium album* با ۰/۸۴۱ میکرومتر دارای بیشترین ضخامت و در سایر گونه‌ها، بین ۰/۲۴۶ تا ۰/۰۶۴ میکرومتر متغیر بود. طول محور قطبی (P) دانه‌گرده گونه *Z. tenuior* با طول ۴۱/۶۴ میکرومتر بیشترین طول، در حالی که گونه *St. turcommanica* با ۱۴/۷۸ میکرومتر دارای کمترین طول بود. در سایر گونه‌های مورد مطالعه، طول‌گرده بین ۱۴/۴۱۵ تا ۳۹/۹۱۵ میکرومتر متغیر بود. محور استوایی (E) دانه‌گرده گونه *Sa. splendens* با ۵۱/۲۳۸ میکرومتر بیشترین و گونه *St. turcommanica* با ۱۴/۲۵ میکرومتر دارای کمترین طول بود، در حالی که در بقیه گونه‌ها طول محور استوایی بین ۱۴/۵۱۱ تا ۴۱/۸۸ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

- اندازه‌گرده

با توجه به جدول ۲ و طبقه‌بندی اردتزمان (۱۹۴۵) می‌توان دریافت که اندازه‌گرده در گونه‌های متفاوت از کوچک تا متوسط متغیر بود. گونه *O. persica* با ۱۸/۶۶ میکرومتر مربع کمترین و گونه *Sa. splendens* با ۱۸۳۵/۹۹۱ میکرومتر مربع، دارای بیشترین مساحت بود. در سایر گونه‌ها، مساحت‌گرده بین ۳۷/۴۳ تا ۹۷۷/۴۴۹ میکرومتر مربع متغیر بود. نسبت محور قطبی به محور استوایی گونه *Sa. splendens* با نسبت ۰/۷۷۷±۰/۰۶ کمترین نسبت را داشت که شامل گرده‌هایی با شکل نیمه‌دوکی-پهن بود، در حالی که *Ph. herba-venti* subsp. *lenkoranica* با نسبت ۱/۵۹±۰/۳۳ دارای گرده‌های دوکی کشیده بود. در گونه‌های *O. persica* و *H. oxoydantus* نیز به ترتیب با نسبت‌های ۱/۲۱±۰/۰۶ و ۱/۰±۰/۰۲ به ترتیب دارای گرده‌های نیمه‌دوکی و دوکی-گرد بودند. در سایر گونه‌ها، این نسبت از ۰/۹۷ تا ۱/۴۲ متغیر و شامل گرده‌های با شکل دوکی-گرد، نیمه‌دوکی، مخروطی-گرد، نیمه‌دوکی-پهن بودند. نسبت محور استوایی به محور قطبی گونه *La. cabulicus* با نسبت ۰/۶۲±۰/۰۳ کمترین و گونه *Sa. Splendens* با ۱/۳۱±۰/۱۰ بیشترین نسبت را دارا بود. در گونه *Ph. herba-venti* subsp. *lenkoranica* با نسبت ۰/۶۸۷±۰/۱۵، در گونه‌های *O. persica* و *H. oxoydantus* نیز به ترتیب با نسبت‌های ۰/۶۲ تا ۱/۰۴ متغیر بود. صفات کمی دیگر نظیر بیشترین طول و عرض شیارها نیز اندازه‌گیری گردید که در جدول ۲ نشان داده شده است.

Lamium album دوکی-گرد در گونه‌های *ZD, ZA, Q, P, M, S. officinalis, M. aquatica, Ly. europeus, La. cabulicus, Sc. pinnatifida, Sa. hypoleuca, Sa. nemorosa* و نیز در دو گونه *Ziziphora* (شکل ۱ B, C, H, S, R, J, V, ZG, ZF)، نیمه‌دوکی در گونه‌های *Ph. herba-venti* subsp. *pungens* *O. vulgare* *St. annua* *St. lavandulifolia* *St. byzantia* *Ph. olivieri* (شکل ۱ *Ot. persica* و *M. longifolia* *Me. officinalis* *T. polium*) و مخروطی-گرد در گونه‌های *L, W, J, G, X, Z, ZB, O, K, N* (شکل ۱ *St. alpina* *Le. cardiac* *H. oxydatus* *Lav. angustifolia*) و نیمه‌دوکی-پهن در گونه *S. splendens* مشاهده گردید (شکل T۱).

- شیار در دانه‌گرده

دانه‌های گرده در این تیره از لحاظ تعداد شیار به سه‌شیاری (*tri-colpate*) و شش‌شیاری (*hexa-colpate*) دسته‌بندی شدند. دانه‌های گرده سه‌شیاری در گونه‌های *Lamium album* *Leonurus cardiac* و همچنین در سه گونه از جنس *Phlomis* *St. alpina* *St. annua* *St. byzantia* *St. lavandulifolia* *St. cabulicus* و *O. persica* وجود داشت (شکل ۱ B, ZB, Z, Y, X, O, N, M, E, C). سایر گونه‌ها دارای دانه‌های گرده شش‌شیاری بودند (شکل ۱). طول شیار گونه *Sa. splendens* با ۳۷/۷۴۳±۰/۶۴۸ بیشترین طول و گونه *St. alpina* با ۱۷/۱±۰/۵۳۳۴۶ کمترین طول را دارا بودند. در *Ph. herba-venti* subsp. *lenkoranica* طول شیار ۲۶/۰۹۴±۳/۷۱۰ بود، در حالی که در گونه‌های *O. persica* و *H. oxoydantus* به علت عدم وجود تصویر الکترونی از گرده، اندازه طول شیار میسر نگردید، ولی در سایر گونه‌ها بین ۱۷/۱۴۱ تا ۳۵/۶۵۲ میکرومتر اندازه‌گیری شد.

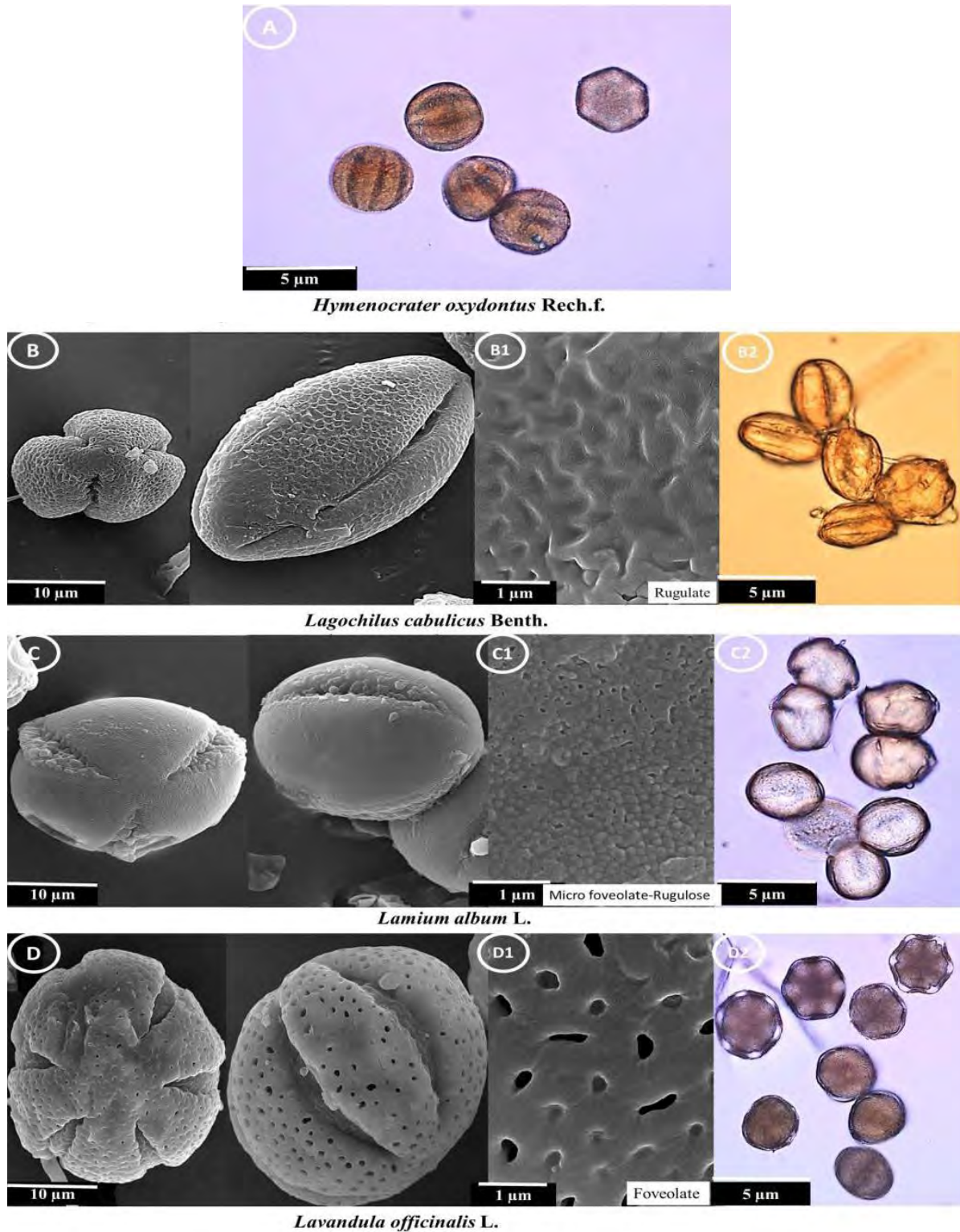
- تزئینات و ضخامت آگزین

آگزین در این تیره به صورت مشبک (*reticulate*) و ریزمشبک (*micro-reticulate*)، حفره‌دار (*foveolate*) و چین‌دار (*rugulate*)، چین‌ظریف (*rugulose*)، دوبار مشبک (*bi-reticulate*)، حفره‌دار-چین‌دار (*rugulate-foveolate*)، حفره‌دار-مشبک (*foveolate-reticulate*) و حفره‌دار-چین‌ظریف (*foveolate-rugulose*) دیده شد. دانه‌های گرده با آگزین مشبک در گونه‌های *St. byzantia* *St. alpina* *Me. officinalis* *M. longifolia* *M. aquatic* وجود داشت (شکل ۱ H1, Z1, I1, G1, A1). در گونه *St. inflata* تزئینات آگزین به صورت چین‌دار ظریف (*rugulose*) بود (شکل ۱ ZA1). سطح آگزین به صورت حفره‌دار-چین‌دار یا ریزحفره‌دار-چین‌دار ظریف (شکل ۱ ZE, ZD1) در گونه‌های *R. officinalis* *Le. cardiaca* *N. cataria* *T. hircanicum* و *St. alpina* مشاهده گردید (شکل ۱ Y1, Q1, E1, J1). تزئینات در گونه *Lamium album* به صورت حفره‌دار-چین‌ظریف (شکل ۱ C1)، در گونه‌های *La. angustifolia* *Sc. tornefortii* چاله‌دار

جدول ۲- صفات کمی دانه گرده گونه‌های مورد بررسی

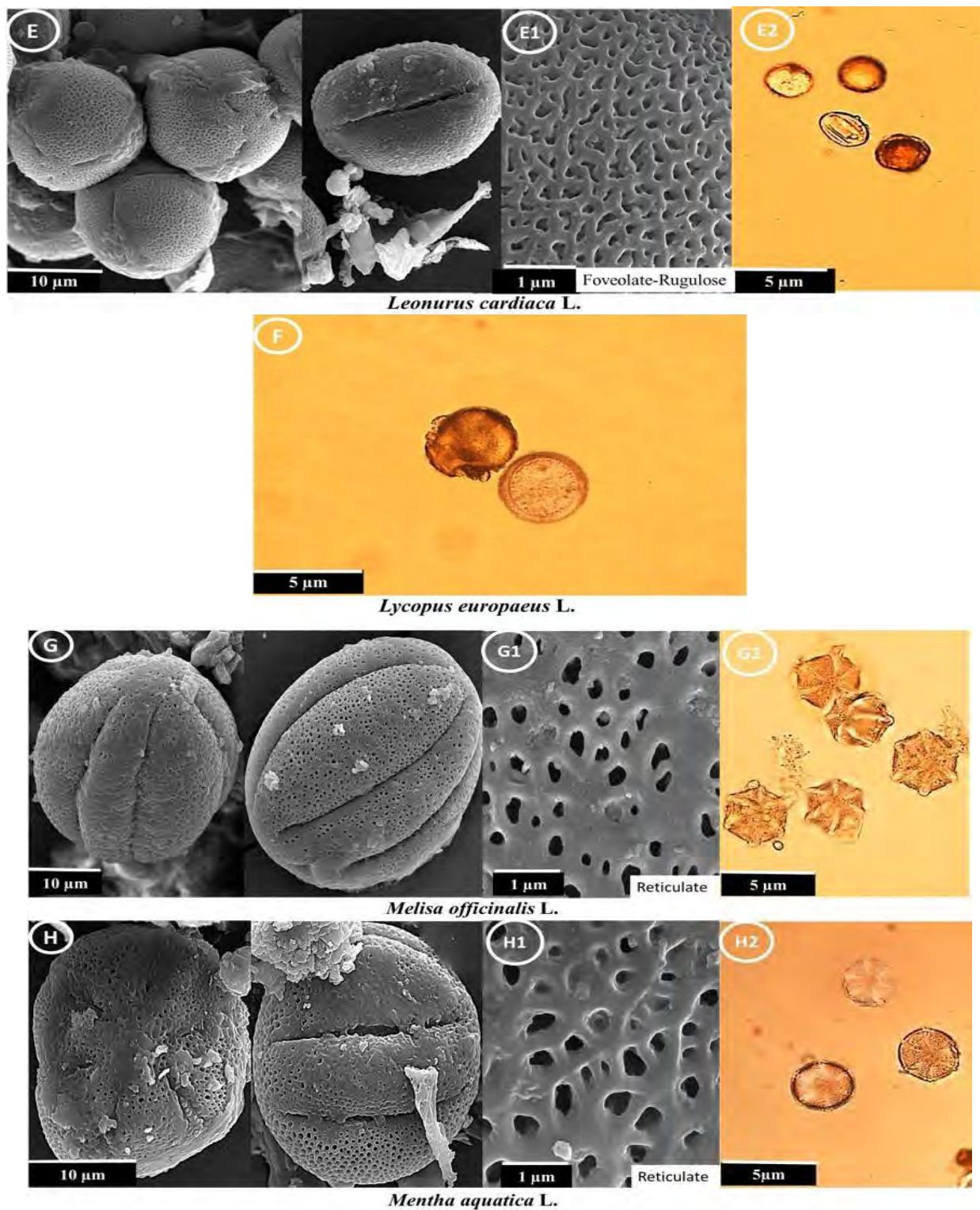
Table 2. Quantitative characters of the pollen grains of the studied species

Taxon	Polar axis length (µm) (P)	Tropical axis length (µm)	Ratio of polar to equatorial axis (P/E)	Pollen area (µm ²)	Exin thickness (µm)	Pollen size	Groove length (µm)	Groove width (µm)	Largest groove width (µm)	Smallest groove width (µm)
<i>Hymenocrater oxyodontus</i>	35.41±0.68	35.49±0.72	0.02±1.00	107.7±3.17	0.079±0.004	Medium	-	-	-	-
<i>Lagochilus cabulicus</i>	27.86±4.73	17.20±2.12	0.08±1.10	394.50±13.74	0.084±0.005	Medium	24.95±5.042	0.777±0.106	1.472	0.292
<i>Lamium album</i>	20.99±0.14	19.25±0.46	0.09±1.10	351.12±15.30	0.841±0.006	Small	18.436±0.597	3.035±0.333	4.935	1.025
<i>Lavandula angustifolia</i>	29.79±0.21	30.95±0.43	0.76±0.97	749.59±62.86	0.196±0.014	Medium	26.209±0.803	2.470±0.346	3.935	1.053
<i>Leonurus cardiaca</i>	14.41±0.743	14.51±0.57	0.08±0.98	209.92±55.93	0.099±0.007	Small	17.141±0.915	2.539±0.562	4.259	0.344
<i>Lycopus europeus</i>	33.75±2.96	31.58±1.69	1.06±0.04	94.21±19.18	0.246±0.016	Medium	-	-	-	-
<i>Melisa officinalis</i>	32.63±0.25	29.251±1.46	1.10±0.12	880.89±153.74	0.151±0.01	Medium	33.424±0.212	0.779±0.115	1.903	0.206
<i>Mentha aquatica</i>	0.26± 28.98	28.30±0.61	1.021±0.93	741.67±23.37	0.12±0.01	Medium	26.091±0.483	0.921±0.116	1.635	0.321
<i>M. Longifolia</i>	1.59±25.29	21.89±0.27	1.16±0.07	518.81±28.21	0.118±0.01	Medium	21.328±0.574	1.358±0.184	2.126	0.549
<i>Nepeta cataria</i>	27.66±0.43	21.73±3.63	1.315±0.16	699.94±153.58	0.096±0.01	Medium	23.793±2.382	0.825±0.132	1.226	0.468
<i>Origanum vulgare</i>	22.2±78.74	20.73±0.67	1.13±0.22	471.63±9.23	0.096±0.003	Small	18.365±2.419	0.515±0.044	0.658	0.294
<i>Ostegia persica</i>	0.06±9.21	4.11±1.2	1.21±0.06	66.18±0.11	0.16±0.01	Very small	-	-	-	-
<i>Phlomis herba-venti</i> subsp. <i>lenkoranica</i>	32.16±1.15	21.84±0.04	1.59±0.33	517.17±79.83	0.084±0.004	Medium	26.094±3.710	3.644±0.606	5.744	1.257
<i>Ph. herba-venti</i> subsp. <i>pungens</i>	29.08±0.14	1.59±24.69	1.16±0.12	610.89±52.14	0.087±0.003	Medium	33.82±1.187	1.944±0.4	4.929	0.496
<i>Ph. olivieri</i>	45.28±1.17	0.92±21.50	1.33±0.11	600.27±21.02	0.143±0.0008	Medium	27.451±0.626	1.639±0.335	2.818	0.565
<i>Prunella vulgaris</i>	32.11±0.95	2.20±23.79	1.36±0.08	874.23±162.94	0.121±0.005	Medium	31.160±0.720	1.093±0.134	2.14	0.355
<i>Rosmarinus officinalis</i>	35.34±0.25	0.52±26.06	1.37±0.08	695.43±81.57	0.067±0.003	Medium	35.652±1.012	0.971±0.167	1.894	0.278
<i>Salvia nemorosa</i>	3.05±35.69	34.261±0.97	1.06±0.15	977.45±40.71	0.093±0.004	Medium	32.42±2.187	1.617±0.211	4.11	0.61
<i>Sa. officinalis</i>	29.73±0.05	26.63±0.839	1.12±0.03	715.59±23.33	0.082±0.003	Medium	26.829±1.468	1.997±0.399	3.729	0.906
<i>Sa. splendens</i>	39.92±5.21	51.24±3.05	0.77±0.06	1835.99±278.56	0.131±0.012	Medium	37.743±0.648	1.766±0.167	2.812	0.719
<i>Sa. hypoleuca</i>	32.63±0.86	32.65±1.63	1.004±0.055	886.079±33.26	0.064±0.007	Medium	29.574±2.181	1.790±0.136	2.715	-
<i>Scutellaria pinnatifida</i>	23.29±0.37	20.87±0.7	1.129±0.045	37.43±1.34	0.113±0.009	Small	-	-	-	-
<i>Sc. tournefortii</i>	22.69±2.08	17.76±0.29	1.27±0.10	347.28±40.16	0.052±0.004	Small	25.782±0.204	0.465±0.037	0.733	0.364
<i>Stachys alpina</i>	20.57±0.99	21.24±1.77	0.97±0.04	360.50±40.27	0.102±0.01	Small	17.053±1.346	3.251±0.753	6.056	0.28
<i>St. annua</i>	34.21±0.45	26.98±1.13	1.28 ±0.05	799.45±17.004	0.087±0.004	Medium	0.234±31.070	3.240±0.412	5.703	0.943
<i>St. byzantina</i>	21.81±1.29	18.02±0.42	1.21±0.08	327.18±16.22	0.075±0.003	Small	23.700±0.160	1.686±0.356	4.704	0.286
<i>St. inflata</i>	37.31±3.003	27.73±0.31	1.34±0.10	847.99±48.93	0.073±0.003	Medium	2.178±30.493	1.906±0.218	3.018	0.352
<i>St. lavandulifolia</i>	28.90±4.43	24.03±0.80	1.17±0.01	631.05±216.80	0.090±0.004	Medium	30.821±0.319	2.470±0.262	3.605	1.021
<i>St. turcommanica</i>	14.78±1.4	14.25±0.5	1.031±0.074	19.9±1.42	0.080±0.008	Small	-	-	-	-
<i>Teucrium hircanicum</i>	31.29±2.59	21.98±0.73	1.42±0.07	529.72±35.67	0.115±0.007	Medium	32.165±1.756	1.538±0.119	1.903	1.142
<i>T. polium</i>	21.49±1.35	17.60±0.97	1.25±0.12	351.69±32.64	0.086±0.006	Small	-	-	-	-
<i>Ziziphora clinopodioides</i>	30.05±1.9	28.16±2.72	1.11±0.06	76.33±10.83	0.129±0.006	Medium	-	-	-	-
<i>Z. tenuior</i>	41.64±1.08	41.88±1.38	1.00±0.05	145.42±44.90	0.100±0.008	Medium	-	-	-	-



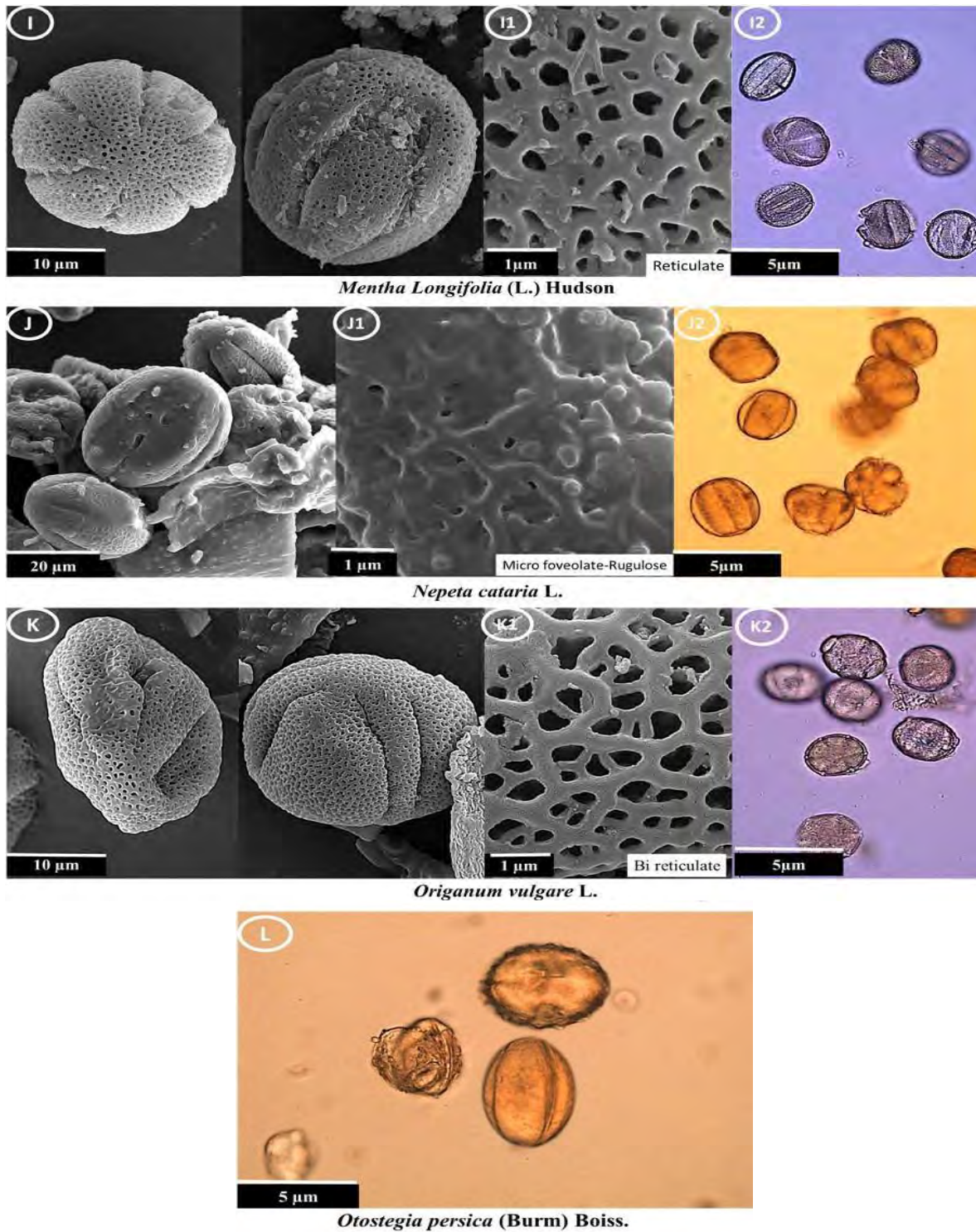
شکل ۱- نماى کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (B, C, D)، تزئینات سطح اگزین از نماى نزدیک (B1, C1, D1)، نماى دانه گرده با میکروسکوپ نوری (A, B2, C2, D2).

Fig. 1. Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (B, C, D), Surface sculpture in close view (B1, C1, D1), Pollen grains using light microscope (A, B2, C2, D2).



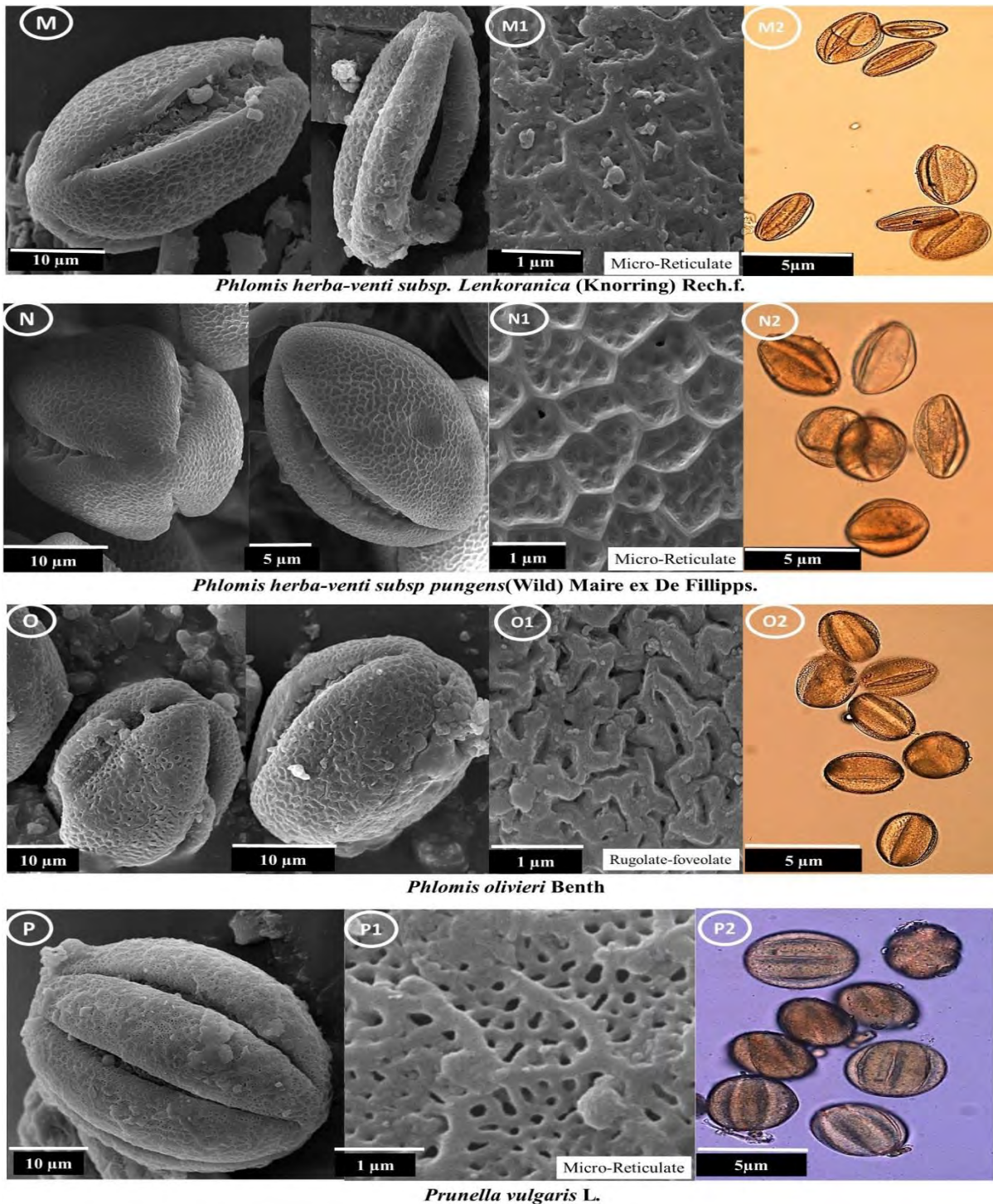
شکل ۱ (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (E, G, H)، تزئینات سطح آگزین از نمای نزدیک (E1, G1, H1)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (F, E2, G2, H2).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (E, G, H), Surface sculpture in close view (E1, G1, H1), Pollen grains using light microscope (F, E2, G2, H2).



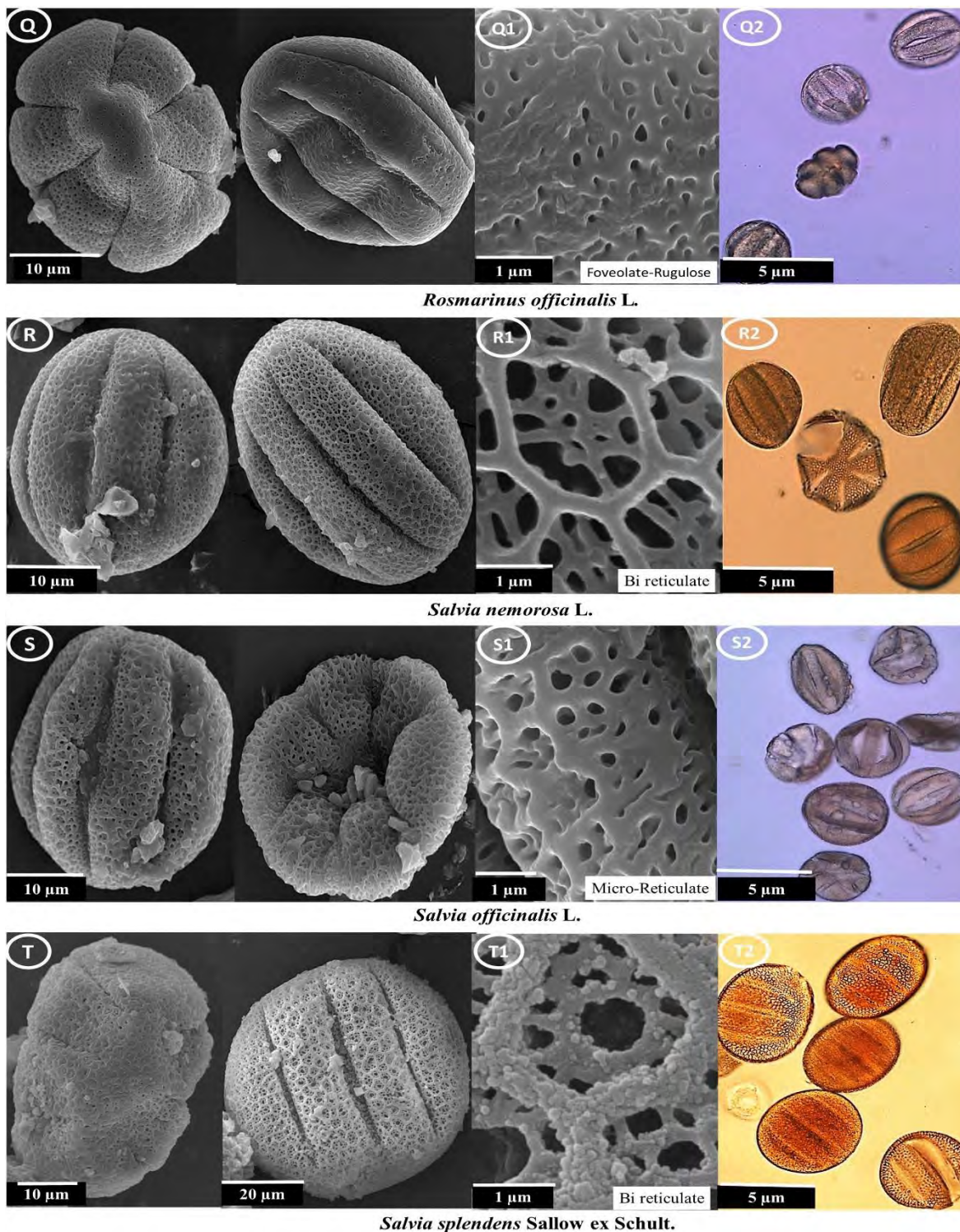
شكل 1 (ادامه) - نماى كلى دانه گرده با استفاده از ميكروسكوپ SEM (I, J, K)، تزئينات سطح اگزین از نماى نزديك (I1, J1, K1)، نماى دانه گرده با ميكروسكوپ نورى (I2, J2, K2, L).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (I, J, K), Surface sculpture in close view (I1, J1, K1), Pollen grains using light microscope (L, I2, J2, K2).



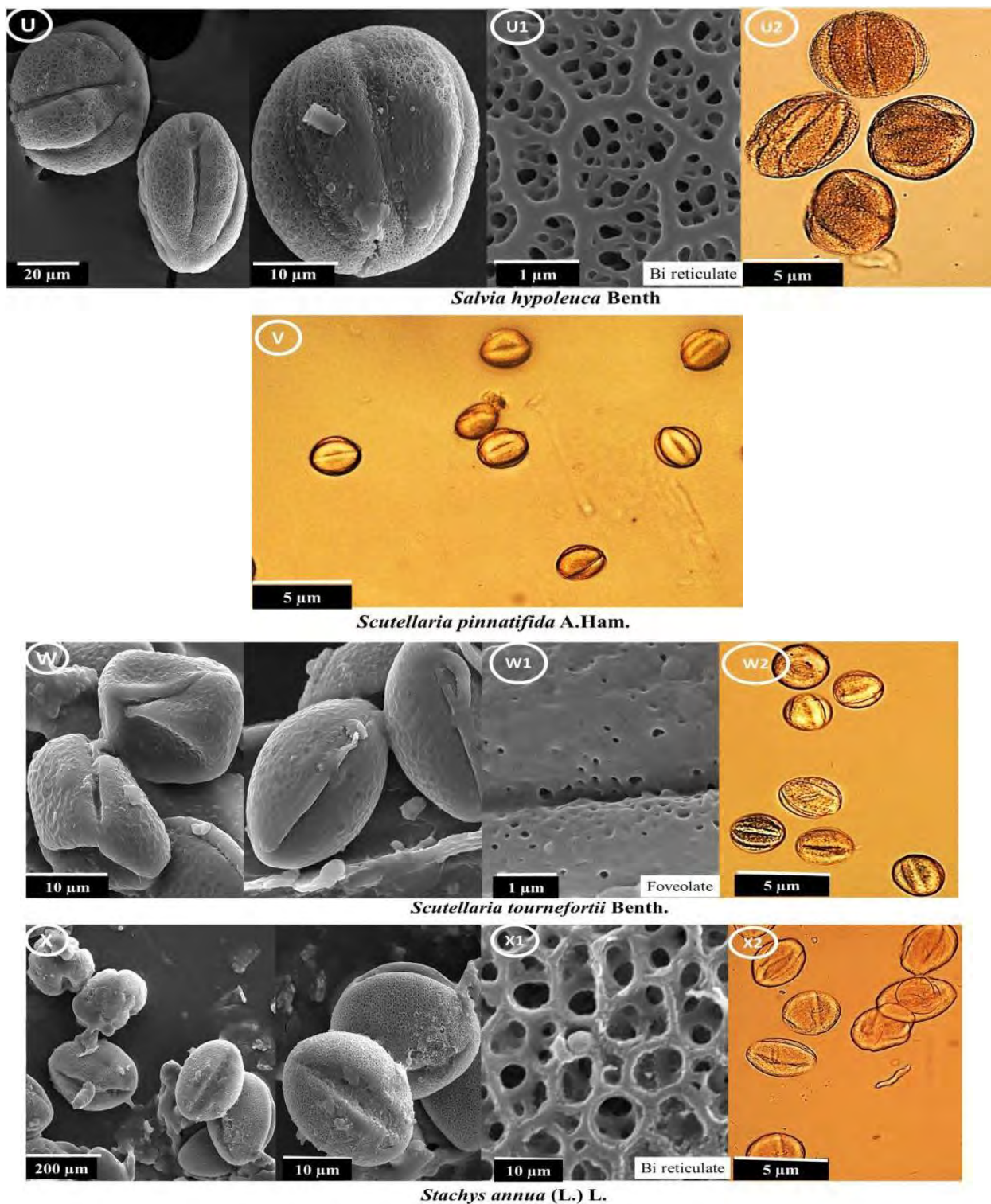
شکل ۱ (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (M, N, O, P)، تزئینات سطح آگزین از نمای نزدیک (P1, N1, O1, M1)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (P2, O2, N2, M2).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (M, N, O, P), Surface sculpture in close view (M1, N1, O1, P1), Pollen grains using light microscope (M2, N2, O2, P2).



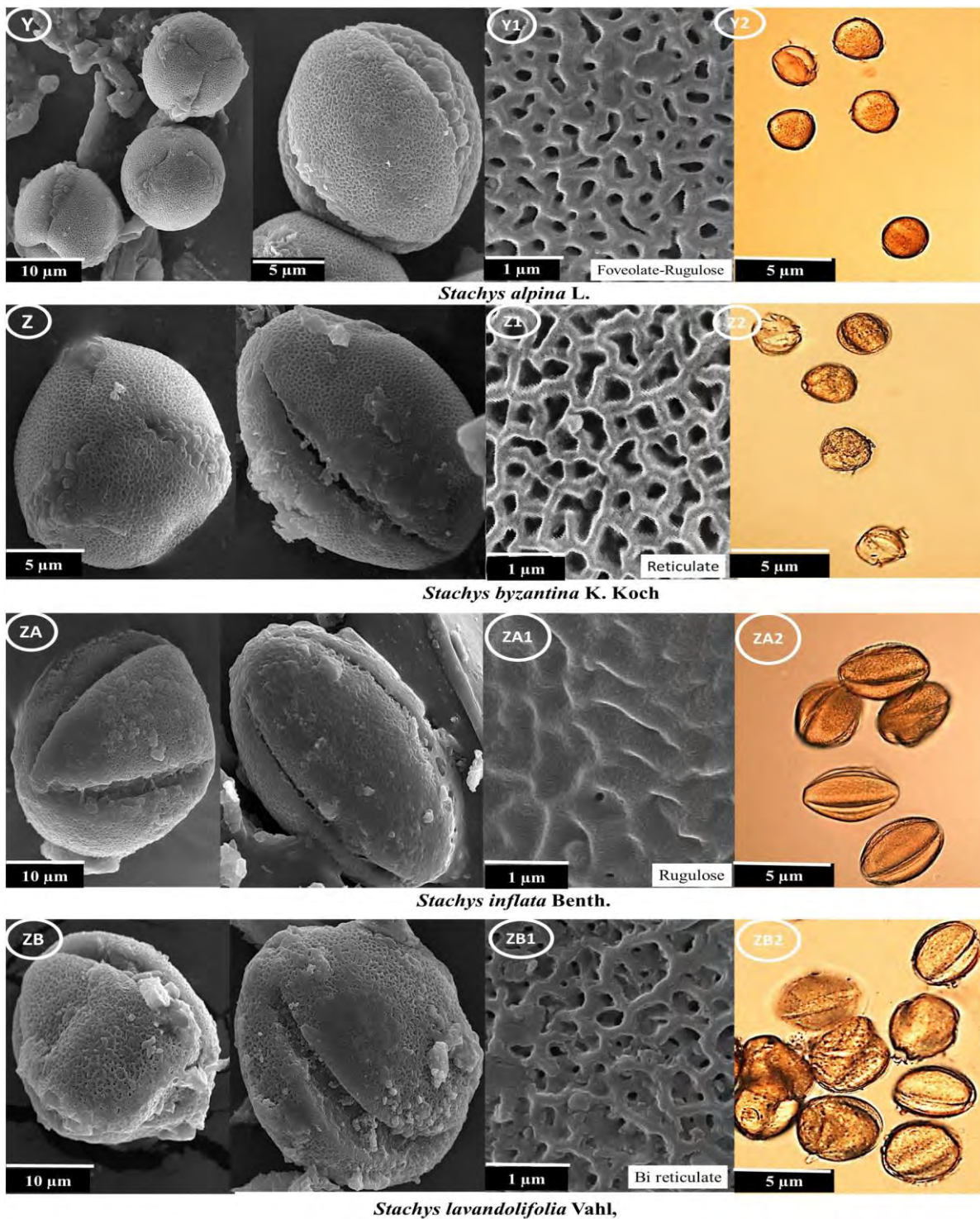
شکل 1 (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (Q, R, S, T)، تزئینات سطح از نمای نزدیک (Q1, R1, S1, T1)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (Q2, R2, S2, T2).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (Q, R, S, T), Surface sculpture in close view (Q1, R1, S1, T1), Pollen grains using light microscope (Q2, R2, S2, T2).



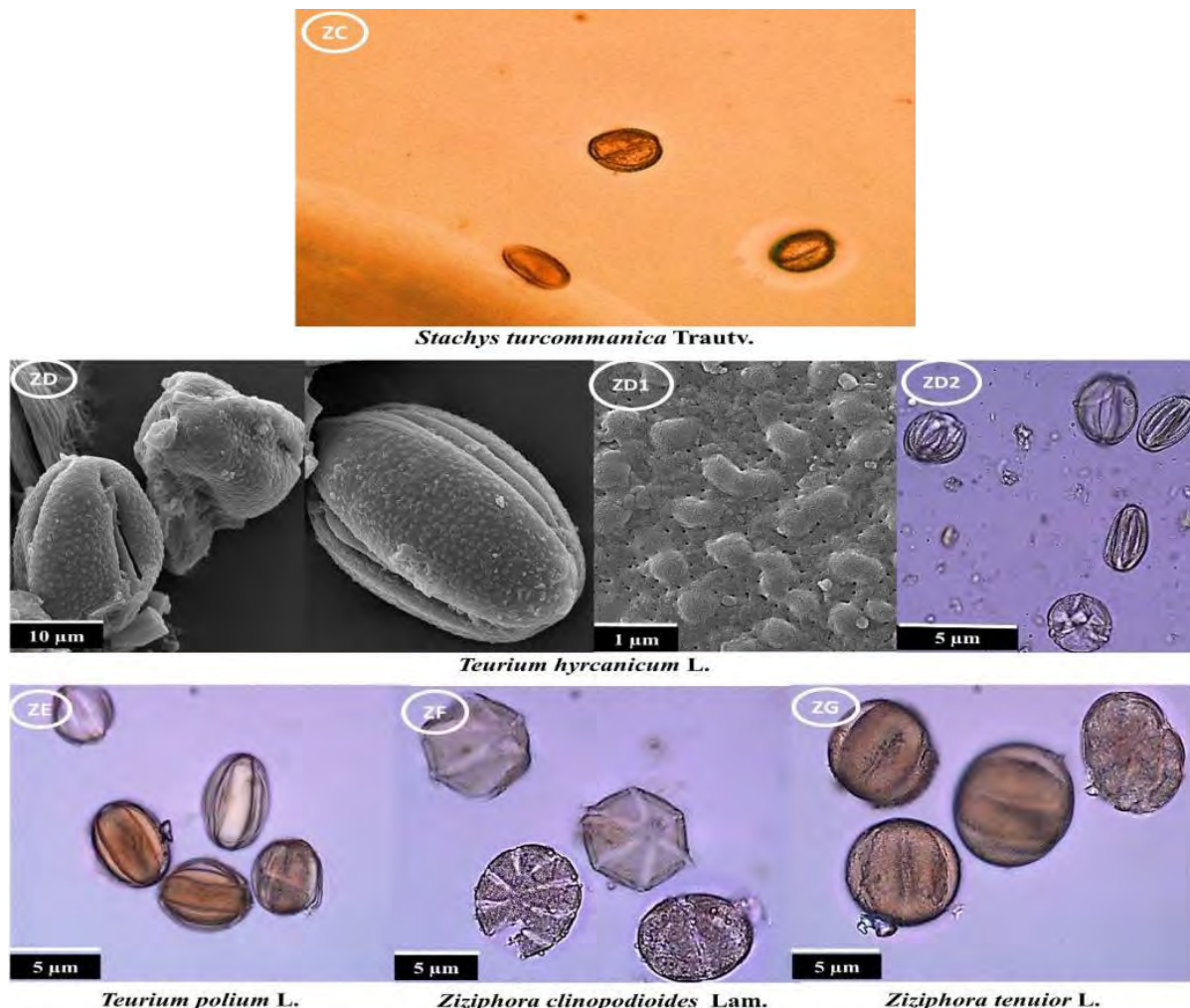
شکل ۱ (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (U, W, X)، تزئینات سطح آگزین از نمای نزدیک (U1, W1, X1)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (X2, W2, U2, V).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (U, W, X), Surface sculpture in close view (U1, W1, X1), Pollen grains using light microscope (V, U2, W2, X2).



شکل ۱ (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (Y, Z, ZA, ZB)، تزئینات سطح اگزین از نمای نزدیک (ZB2, ZA2, Z2, Y2)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (ZB1, ZA1, Z1, Y1).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (Y, Z, ZA, ZB), Surface sculpture in close view (Y1, Z1, ZA1, ZB1), Pollen grains using light microscope (Y2, Z2, ZA2, ZB2).



شکل ۱ (ادامه) - نمای کلی دانه گرده با استفاده از میکروسکوپ SEM (ZD)، تزئینات سطح اگزین از نمای نزدیک (ZD1)، نمای دانه گرده با میکروسکوپ نوری (ZC, ZD2, ZE, ZF, ZG).

Fig. 1. (contd). Polar and equatorial pollen grains using SEM microscope (ZD), Surface sculpture in close view (ZD1), Pollen grains using light microscope (ZC, ZD2, ZE, ZF, ZG).

بحث

کردن گونه‌ها و یا آرایه‌های بالاتر قابل استفاده دانسته‌اند (Badamtsetseg et al. 2012). در تحقیق دیگری، ریخت‌شناسی گرده ۵۷ جنس متعلق به دو زیرتیره *Lamioideae* و *Pogostemoideae* مطالعه شد و جنس‌های مختلف از جمله *Lamiophlomis* Kudo (Bunge ex Benth.) *Phlomis* (Benth.) Vved. به ترتیب از *Phlomis*، *Marrubium* و *Stachys* براساس ساختار گرده از هم جدا گردیدند (Abu-Asab & Cantino 1992, 1994).

مطالعه دانه گرده ۳۳ گونه و دو زیرگونه از ۲۰ جنس مورد مطالعه نشان داد که پنج شکل دوکی-گرد، نیمه‌دوکی، دوکی-کشیده، مخروطی-گرد و نیمه‌دوکی-پهن در نعنایان دیده می‌شود. الطایی (Al-taie 2019) نیز در مطالعه خود به چهار شکل دانه گرده دوکی-گرد، نیمه‌دوکی، دوکی-کشیده، مخروطی-گرد و مخروطی اشاره کرده است. محققان در بررسی ۲۱ گونه از ۱۶ جنس این تیره، تنها به سه شکل دوکی-کشیده، گرد و نیمه‌دوکی اشاره کرده‌اند که این مشخصه را برای جدا

بررسی حاضر نشان داد که دانه‌های گرده سه‌شیاری در گونه‌های *St. alpina*، *Le. cardiaca*، *Lamium album*، *St. byzantia*، *St. annua* و *La. cabulicus* و سه گونه *Phlomis* وجود داشت که نشان‌دهنده این است که دانه‌های گرده در این تیره از لحاظ تعداد شیاری در دو گروه سه‌شیاری و شش‌شیاری دسته‌بندی می‌شوند که با نتایج داشت؛ گرچه حالت هشت‌شیاری نیز در بین دانه‌های گرده شش‌شیاری در دو گونه جنس *Ziziphora* مشاهده شد. در این مطالعه، دانه‌های گرده *Otostegia persica* و *Hymenocrater oxyodontus* نیز برای نخستین بار بررسی گردید که به ترتیب دارای سه و شش شیاری بودند.

به علاوه، در تحقیق حاضر، مشخص گردید که طول شیاری در گونه *Sa. splendens* با ۳۷/۷۴۳ میکرومتر بیشترین و در گونه *St. alpina* با ۱۷/۰۵۳ میکرومتر کمترین طول را داشت، در حالی که در سایر گونه‌ها بین ۱۷/۱۴۱ تا ۳۵/۶۵۲ میکرومتر متغیر بود (در بیشتر گونه‌ها طول شیاری از عرض آن‌ها دو یا سه برابر بزرگتر است). برخی بررسی‌های ریخت‌شناختی دانه گرده گونه‌هایی از جنس‌های *Salvia*، *Eremostachys Bunge*، *Ajuga L.*، *Phlomis* و *Lamium* با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و نوری مشخص شد که شکل گرده *Ajuga* به صورت دوکی-کشیده با شیارهای نوک تیز و سطح آگزین شکاف‌دار و دانه‌های گرده *Lamium* با شیارهای نوک تیز و طول دو برابر عرض بودند (Zafar et al. 2006, Erkara et al. 2011, Firdous et al. 2015).

مطالعه آگزین نیز در این تحقیق نشان داد که در تیره مورد نظر، تزئینات سطح آگزین به صورت مشبک و ریزمشبک، دوبار مشبک، حفره‌دار، چین‌دار، چین‌ظریف، حفره‌دار-چین‌دار، حفره‌دار-مشبک و حفره‌دار چین‌ظریف بودند.

دانه‌های گرده مشبک در گونه‌های *M. aquatic*، *M. longifolia* و *Me. officinalis* نیز مشاهده گردید. نتایج محققان نشان داد که ساختار تزئینات آگزین در گرده‌های جنس *Mentha* به دو شکل دیده می‌شود که در *M. pulegium* به صورت دوبار مشبک و در بقیه گونه‌های مشبک دیده شد. محققان این صفت را برای کاربردهای طبقه‌بندی ارزشمند دانستند. گرچه محققان در مطالعات خود جنس *Mentha* را در زیرتیره *Nepetoideae*، قبیله *Mentheae* قرار داده‌اند

در گونه *Lamium album*، تزئینات سطح آگزین حفره‌دار-چین‌ظریف و دانه‌دار و شکل آن دوکی-گرد بود که با تحقیق ابو-اساب و کانتینو (۱۹۹۴، ۱۹۹۲) که دانه گرده گونه مذکور را سه‌شیاری، دوکی-گرد و دارای سطح آگزین دانه‌دار، توصیف کردند همخوانی داشت؛ علیرغم

ولی موقعیت جنس *Mentha* از نظر آرایه‌شناختی پیچیده است (Celenk et al. 2008). ریخت‌شناسی گرده و ساختار آگزین ۱۰ گونه جنس *Mentha* با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی نشان داد که همه گونه‌ها شش‌شیاری و دانه‌دار (granular) و همچنین از نظر شکل از دوکی کشیده تا نیمه‌دوکی متفاوت بودند (Celenk et al. 2008) که با مشاهدات حاصل از تحقیق حاضر (بجز سطح آگزین) همخوانی داشت.

تزئینات سطح آگزین در گونه *Me. officinalis* در تحقیق حاضر به صورت شش‌شیاری و نیمه‌دوکی و اندازه متوسط مشاهده شد که مشخصاتی حد واسط گونه‌های جنس *Mentha* را نشان می‌دهد. بررسی فیلولوژی اعضای این تیره همچنین نشان داد که گونه مذکور دارای دانه‌های گرده مشبک بوده و از نظر موقعیت تاکسونومیکی آن به لحاظ قرار داشتن در این تیره وضعیتی نامشخص دارد، به طوری که گاه مشخصاتی حد واسط دو قبیله *Salvinieae* و *Mentheae* را نشان می‌دهد (Moon et al. 2008).

در گونه *Ly. europaeus* در تحقیق حاضر، تزئینات سطح آگزین به صورت شش‌شیاری و دوکی-گرد و اندازه کوچک دیده شد که با گزارش الطایی (Al-taie 2019) مطابقت ولی با گزارش‌های دیگر که اندازه دانه گرده را متوسط و شکل آن را دوکی-مخروطی و یا دوکی-گرد گزارش کرده‌اند مغایرت داشت (Moon & Hong 2003, Myoung & Yuon 2012).

به علاوه، در مطالعه گرده‌شناسی مشخص شد که جنس *Mentha* بیشترین ارتباط را با *Lycopus* در قبیله *Mentheae* دارد که به همین دلیل، ریخت‌شناسی گرده در دو جنس *Mentha* و *Lycopus* بسیار به هم شبیه هستند (Briquet 1896, Henderson 1968). گرچه در تحقیق حاضر، به علت عدم وجود گرده کافی از جنس *Lycopus* عکس‌برداری الکترونی انجام نگرفت ولی با توجه به تصاویر میکروسکوپ نوری که در این تحقیق انجام شد، چنین شباهتی مشاهده نگردید.

مطالعه حاضر همچنین نشان داد که جنس مریم‌گلی (*Salvia*) دارای تزیینات اگزین دوبار مشبک و ریزمشبک بود. گرچه نحوه آرایش شبکه‌ای جبه در گونه‌های مورد بررسی در این تحقیق به شکل‌های متنوع پنج‌وجهی ساده در *Sa. nemorosa* تا پنج‌وجهی زگیل‌دار در *Sa. splendens* و بیضوی (گاهی مثلثی) در *Sa. hypoleuca* از یکدیگر متفاوت بودند، ولی سطح اگزین در گونه *Sa. officinalis* به صورت ریزمشبک دیده شد. مشخصات سطح اگزین در *Sa. splendens* و *Sa. hypoleuca* برای نخستین بار توسط مطالعه حاضر گزارش می‌گردد. دانه‌های شش‌شیری و تزیینات شبکه‌ای نیز توسط برخی محققان تایید شده (Ranjbar et al. 2015) که از نظر شکل و اندازه و نوع و آرایش تزیینات در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشند (Jafari & Nikian 2008). در تحقیق دیگری که روی *Salvia* و آرایه‌های خویشاوند آن انجام شد، مشخص گردید که هترومورفیسیم یا چندشکلی در منافذ و تزیینات گرده و همچنین تعداد شیارها و شکل‌های مختلف دانه گرده از منظر نمای قطبی و نمای استوایی دیده می‌شود (Moon et al. 2008) و در بررسی رنجبر و همکاران (۲۰۱۵) نیز اشاره شده که دانه گرده در این جنس و آرایه‌های خویشاوند آن، شش‌شیری بوده و فقط گونه *Sa. splendens* متناسب با افزایش سطح پلوئیدی دارای شیارهای بیشتری شده است. تحقیق حاضر، نتایج این مطالعات را تایید نمود.

دانه‌های گرده در گونه *N. cataria* تحت بررسی در این تحقیق به صورت موند و هم قطبی (isopolar)، شش‌شیری با تزیینات سطح اگزین به صورت ریزحفره‌دار-چین‌دار و اندازه متوسط دیده شدند. دانه گرده هشت گونه بومی ایران از جنس *Nepeta* نیز به وسیله میکروسکوپ الکترونی مورد بررسی قرار گرفت و گرده جنس *Nepeta* به شرح موند، هم‌قطبی، دوکی-کشیده یا بیضوی، تقریباً به صورت دایره‌ای در نمای قطبی با شش شیار هم اندازه و فاصله یکسان و اندازه متوسط دانه گرده توصیف شدند (Azizian et al. 2001). در بررسی‌های گرده‌شناسی دیگری از دانه‌های گرده جنس مذکور، شکل‌های دوکی-گرد یا گرد و شش‌شیری در *N. cataria* دیده شد (Pădure 2014). نتایج مطالعات فوق‌الذکر با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت داشت.

گزارش محققان که سطح اگزین را ریزمشبک عنوان کرده‌اند (Zafar et al. 2006, Erkara et al. 2011, Firdous et al. 2015). این تزیینات در گونه *Lagochilus cabolicus* دارای دانه گرده سه‌شیری با سطح اگزین چین‌دار و شکل دوکی-کشیده بود. مطالعات عظیمی‌شاد و همکاران (Azimishad et al. 2020) نشان داد که تزیینات اگزین در گونه‌های *Lagochilus* به صورت مشبک، دوبار مشبک و ریزمشبک و یا به صورت مشبک ناکامل دیده می‌شود که در تحقیق آن‌ها این گونه دارای اگزین دوبار مشبک گزارش شده است.

در بررسی حاضر، در تزیینات سطح اگزین در گونه‌های *Stachys* تنوع مشاهده می‌شود؛ چنانچه در گونه *St. inflata* به صورت چین‌دار ظریف و در *St. byzantia* مشبک و در *St. alpina* حفره‌دار-چین‌دار ظریف و در گونه‌های *St. lavandulifolia* و *St. annua* به صورت دوبار مشبک بود. گرچه گاهی برای تزیینات سطح اگزین در یک گونه گزارش‌های متفاوت اعلام می‌گردد، اما تزیینات اگزین در گونه *S. lavandulifolia* به صورت مشبک (Al-Taie 2019) و ریزمشبک (Salmaki et al. 2007) گزارش شده است. تزیینات سطح اگزین در گونه *St. palustris* نیز دوبار مشبک گزارش شده (Badamtsetseg et al. 2012) و برای گونه *Scutellaria tournefortii* با شکل نیمه‌دوکی و اندازه کوچک، سه‌شیری و تزیینات اگزین حفره‌دار مشاهده گردیده است که با مطالعات ابو-اساب و کانتینو (۱۹۹۴، ۱۹۹۲) و (2011) *Hasaninejad et al.* تطابق دارد ولی با گزارش وگستاف (Wagstaff 1992) که تزیینات اگزین را از ریزمشبک تا سوراخ‌دار گزارش کرده متفاوت است.

علاوه بر این، در این تحقیق، مشخص شد که دو زیرگونه *Ph. herba-venti* subsp. *Ph. herba-venti* subsp. *pungens* و *lenkoranicaa* دارای سطح اگزینی به صورت ریزمشبک بودند. مشخصات دانه گرده زیرگونه *Ph. herba-venti* subsp. *lenkoranica* با شکل نیمه‌دوکی و اندازه متوسط، سه‌شیری و نسبت قطبی به استوایی ۱/۵۹ و ضخامت اگزین ۰/۰۸۴ میکرومتر (جدول ۲) برای نخستین بار گزارش می‌گردد، در حالی که اگزین در گونه *Ph. olivieri* به صورت حفره‌دار-چین‌دار قابل مشاهده بود. بررسی حاضر، تنوع ساختار سطح اگزین در جنس *Phlomis* را تایید نمود، در صورتی که سایر محققان سطح اگزین را مشبک-منقوط و ریزمشبک گزارش نموده‌اند (Zafar et al. 2006, Erkara et al. 2011, Firdous et al. 2015).

اگزین، ضخامت اگزین، طول و عرض شیارها، فاصله بین شیارها، تعداد شیارها و اندازه گرده حتی گونه‌های یک جنس متفاوت هستند و می‌توانند به عنوان صفاتی مؤثر در جدا کردن گونه‌ها استفاده شوند؛ گرچه برای هر گونه نوع صفات و یا تعداد صفات متمایز کننده متفاوت می‌باشد. مون و همکاران (Moon et al. 2009) نیز در بررسی فیلوژنی نعنایان براساس توزیع ویژگی‌های ریخت‌شناختی مانند تزئینات گرده، شکل گرده و شکل و انواع کرک در این تیره به گروه‌های تکنیا دست یافتند که تا حد زیادی با محدودیت‌های زیرقبیله آن مطابقت داشت. همچنین، این محققان نتوانستند هیچ صفت سیناپومورف ریخت‌شناختی را برای هر گروه تشخیص دهند، در حالی که نوروزی و همکاران (Noroozi et al. 2021) چنین نتیجه‌ای را در بررسی تیره گل‌گاوزبان به دست آورده‌اند. از نظر این محققان، گرچه ریخت‌شناسی دانه گرده کمک شایانی در فیلوژنی می‌کند ولی به آن معنا نیست که یک یا چند صفت محدود مانند اندازه و شکل دانه گرده و یا تعداد منافذ برای جدا کردن و تمایز تمامی جنس‌ها، قبیله‌ها و زیرتیره‌های نعنایان قابل استفاده باشند، بلکه برای هر جنس و یا قبیله، یک یا تعداد متنوعی از صفات متفاوت وجود دارد که ممکن است برای موارد مذکور ارزش تکاملی داشته ولی در موارد مشابه دیگر، این نوع ارزش‌گذاری وجود نداشته باشد. به همین دلیل، در تحقیقات فیلوژنی تیره‌های گیاهی، ارزش تکاملی صفات گرده‌های متفاوت بوده و گاه نوع در این مسئله به تاثیر عوامل زیست-محیطی و جغرافیایی بر می‌گردد (نوروزی و همکاران ۲۰۲۱). در تحقیق دیگری که روی گرده‌ش‌ناختی گو نه‌های *Lagochilus Bunge ex Benth.* از نعنایان متمرکز بود، نتایج مشابه بالا حاصل شد که تایید نمود برخی صفات در یک گونه و یا جنس ممکن است صفاتی آپومورف یا پیشرفته باشد، حال آن‌که در گونه و جنس دیگر صفاتی اجدادی محسوب گردد. لذا انتخاب صفت تکاملی در این تیره بایستی با دقت صورت گیرد (Azimishad et al. 2020).

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد است که به این وسیله نگارندگان از معاونت پژوهشی و فناوری، مالی و اداری و همچنین پشتیبانی و مدیریت گروه زیست‌شناسی دانشگاه گلستان که در حمایت علمی و فراهم کردن امکانات لازم صمیمانه همکاری نمودند، سپاسگزاری و قدردانی می‌گردد.

در بررسی خصوصیات کمی و ریخت‌شناختی گرده گونه‌های جنس *Nepeta* با استفاده از میکروسکوپ‌های الکترونی و نوری گزارش شده که در همه گونه‌ها به صورت شعاعی متقارن، هم‌قطبی و شش‌شیاری، گرد، دوکی-گرد، نیمه‌دوکی و دوکی-کشیده با تزئینات اگزین ریزمشبک و دوبار مشبک بودند (Talebi et al. 2020) که براساس این تزئینات، *N. haussknechtii* Bornm. به بخش جدیدی منتقل شد (Razavi et al. 2018). این در حالی است که تزئینات اگزین مشاهده شده در این تحقیق با گزارش طالبی (Talebi et al. 2020) تطابق نداشت.

بررسی ریخت‌شناسی دانه‌های گرده جنس *Teucrium* در این تحقیق نشان داد که دانه‌های گرده گونه‌های مورد مطالعه، مورق، جورقطب با تقارن شعاعی و دارای سه شیار در سطح استوایی بوده و از نظر شکل به دو صورت نیمه‌دوکی و دوکی-کشیده دیده شدند. تزئینات سطح اگزین مطالعه شده نیز به صورت ریزحرفه‌دار-چین‌دار ظریف یا زگیل‌دار دیده شد که با مطالعه سیّار (Sayyar 2014) مطابقت دارد؛ گرچه وی در بررسی گونه‌های کلپوره در پایان‌نامه خود، شکل دانه گرده همه گونه‌ها را به صورت دوکی-گرد و دوکی کشیده و از نظر تزئینات سطح اگزین، به دو نوع زگیل‌دار و چاله‌دار با برآمدگی‌های کمتر از یک میکرومتر و چاله‌دار گزارش نمود که از نظر نوع نامگذاری تزئینات اگزین با این تحقیق متفاوت بود.

نتیجه‌گیری

در این تحقیق مشخص شد، برخی از گونه‌های تیره تحت بررسی (نعنایان) از نظر اندازه، کوچک و یا بسیار کوچک بودند و دسته‌های دیگر در اندازه‌های متوسط قرار داشتند که می‌تواند به علت تنوع تعداد کروموزوم‌ها در گونه‌های این تیره باشد. برای تایید این مطلب، مطالعه روی ریخت‌شناسی گرده *Mentha* نشان داد اندازه گرده گونه‌های آن برای روشن‌ساختن روابط ژنی در قبیله *Mentheae* مفید است و همچنین رابطه‌ای بین سطح پلوئید یا تعداد کروموزوم و اندازه گرده در سطح گونه وجود دارد، به طوری که سطوح پلوئیدی بالا در جنس *Mentha* به استثنای *M. longifolia* و *M. piperita*، رابطه مستقیمی با افزایش اندازه دانه گرده دارد (Celenk et al. 2008). همچنین، در بررسی حاضر مشخص گردید که گونه‌های مورد بررسی از نظر شکل دانه گرده، تزئینات سطح

References

- Abu-Asab, M.S. & Cantino, P.D. 1992. Pollen Morphology in Subfamily Lamioideae (Labiatae) and its Phylogenetic Implications. Pp. 97–122. *In*: R.M. Harley & T. Reynolds (eds), *Advances in Labiatae Science*. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, UK.
- Abu-Asab, M.S. & Cantino, P.D. 1994. Systematic implications of pollen morphology in subfamilies Lamioideae & Pogostemonoideae (Labiatae). *Annals of the Missouri Botanical Garden* 81(4): 653–686.
- Aktaş, K., Özdemirm, C., Özkanp, M. & Baran, P. 2020. Pollen morphology of some Turkish *Salvia* L. (Lamiaceae: Mentheae) species. *Planta Daninha* 38: 1–14. [https://doi: 10.1590/s0100-83582020380100012](https://doi.org/10.1590/s0100-83582020380100012).
- Al-Taie, S.S.K. 2019. Palynological study in some medicinal species of Lamiaceae (Labiatae) family in Iraq. *Plant Archives* 19(1): 1003–1008.
- Azimishad, F., Sheidai, M., Keshavarzi, M., Talebi, S. & Noormohammadi, Z. 2020. Systematic significance of micromorphological and palynological characteristics in *Lagochilus* Bunge ex Benth. (Lamiaceae) in Iran. *Acta Biologica Szegediensis* 63(2): 143–155. [https://doi: 10.14232/abs.2019.2.143-155](https://doi.org/10.14232/abs.2019.2.143-155).
- Azizian, D., Jamzad, Z. & Serpooshan, F. 2001. Pollen morphology & taxonomy of the genus *Nepeta* sect. *Psilonepeta* (Labiatae) in Iran. *Iranian Journal of Botany* 9(1): 19–26.
- Azizian, D. & Moore, D.M. 1982. Morphological & palynological studies in *Phlomis* L., *Eremostachys* Bunge & *Paraphlomis* Prain (Labiatae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 85: 225–248.
- Badamtsetseg, B., Myoung, L.S. & Yuon, L.H. 2012. Pollen morphology of the family Lamiaceae in Mongolia. *Journal of Korean Nature* 5(2): 169–179. [https://doi: 10.7229/jkn.2012.5.2.169](https://doi.org/10.7229/jkn.2012.5.2.169).
- Briquet, J. 1897. Labiatae. Pp. 290–291. *In*: A. Engler & K. Prantl. (eds), *Die natürlichen Pflanzenfamilien, Nachträge zum II.–IV. Teil*. Leipzig: Engelmann.
- Cantino, P.D. 1992. Evidence for a polyphyletic origin of the Labiatae. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 79: 361–379.
- Cantino, P.D. & Sander, R.W. 1986. Subfamilial classification of Labiatae. *Systematic Botany* 11: 163–185.
- Cantino, P.D., Harley, R.M. & Wagstaff, S.J. 1992. Genera of Labiatae: Status and Classification. Pp. 511–522. *In*: R.M. Harley & T. Reynolds (eds), *Advances in Labiatae Science*. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, UK.
- Celenk, S. Tamimcilar, G. Bicakci, A. Kaynak, G. & Malyer, H. 2008. A palynological study of the genus *Mentha* L. (Lamiaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 157(1): 141–154. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2008.00789.x>
- Doaigey, A.R., El-Zaidy, M.A., Alfarhan, A.E., Milagy, S. & Jacob, T. 2018. Pollen morphology of certain species of the family Lamiaceae in Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Science* 25: 354–360.
- Duarte, M. & Lopes, J.F. 2007. Stem and leaf anatomy of *Plectranthus neochilus* Schltr. Lamiaceae. *Revista Brasileira de Farmacognosia-Brazilian Journal of Pharmacognosy* 17(4): 549–556.
- Erdtman, G. 1945: Pollen morphology and plant taxonomy IV. Labiatae, Verbenaceae and Avicenniaceae. *Svensk Botanisk Tidskrift* 39: 279–285.
- Erkara, I.P., Kose, Y.B. & Alan, S. 2011. Pollen morphology of some Turkish *Ajuga* L.

- (Lamiaceae) & its taxonomic value. *Bangladesh Journal Botany* 40: 29–33.
- Firdous, S., Ahmed, H., Hussain, M. & Shah, M. 2015. Pollen Morphology of *Ajuga* L., *Lamium* L. and *Phlomis* L. (Lamiaceae) from District Abbottabad Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 47(1): 269–274.
- Ghahremaninejad, F., Ataei, N. & Nejad Falatoury, A. 2017. Comparison of angiosperm flora of Afghanistan and Iran in accordance with APG IV system. *Nova Biologica Reperta* 4(1): 73–97 (In Persian with English abstract).
- Gráfica, P. 2020. 'Planta Daninha'. Pp. 1–14. [https://doi: 10.1590/S0100-83582020380100012](https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100012).
- Harley, R.M., Atkins, S., Budantsev, A.L., Cantino, P.D., Conn, B.J., Grayer, R., Harley, M.M., Dekok, R., Krestovskaja, T., Morales, R., Paton, A.O. & Upson, T. 2004. Labiatae. Pp. 167–275. *In: The Families and Genera of Vascular Plants, Flowering Plants: Dicotyledons (Lamiales except Acanthaceae including Avicenniaceae)*. J.W. Kadereit (ed.), Vol. VII. Berlin & Heidelberg. Springer Verlag.
- Hasaninejad, M., Jamzad, Z. & Uosofi, M. 2011. A palynological study of *Scutellaria* L. (Lamiaceae) in Iran. *Taxonomy & Biosystematics* 3(7): 33–44.
- Henderson, D.M., Prentice, H. & Hedge, I.C. 1968. Pollen morphology of *Salvia* and some related taxa. *Grana Palynology* 8: 70–85.
- Huang, T.C. 1972. Pollen Flora of Taiwan. National Taiwan University, Botany Department Press. 297 pp.
- 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(8): 736–741.
- Jamzad, Z. 2012. Lamiaceae. Flora of Iran. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran. Vol. 76. 1074 pp. (In Persian).
- Jamzad, Z. 2013. A survey of Lamiaceae in the flora of Iran. *Rostaniha* 14(1): 59–67.
- Kaya, A. & Kutluk, H. 2007. Pollen morphology of *Acinos* Miller species growing in Turkey. *Journal of Integrative Plant Biology* 49: 1386–1392.
- Noroozi, M., Ghahremaninejad, F., Bogler, D.M., Witherspoon, J., Ryan, G.L., Miller, J.S., Riahi, M. & Cohen, J.I. 2022. Parsing a plethora of pollen: the role of pollen size and shape in the evolution of Boraginaceae. *Cladistics*. <https://doi.org/10.1111/cla.12488>.
- Moon, H.K. 2008. Systematic Studies in Mentheae (Lamiaceae): Morphology, Evolutionary Aspects and Phylogeny. Unpublished, D.Phil. Thesis, K.U., Leuven.
- Moon, H.K. & Hong S.P. 2003. Pollen morphology of the genus *Lycopus* (Lamiaceae). *Annales Botanici Fennici* 40: 191–198.
- Moon, H.K., Vinckier, S., Smets, E. & Huysmans, S. 2008. Comparative pollen morphology and ultrastructure of Mentheae subtribe Nepetinae (Lamiaceae). *Review of Palaeobotany and Palynology* 149: 174–186.
- Moore, P.D., Webb, J.A. & Collinson, M.E. 1991. Pollen Analysis. Oxford: Blackwell.
- Myoung, L.S. & Yuon, L.H. 2012. Pollen morphology of the family Lamiaceae in Mongolia. *Journal of Korean Nature* 5(2): 169–179. [https://doi: 10.7229/jkn.2012.5.2.169](https://doi.org/10.7229/jkn.2012.5.2.169).
- Naderifar, M., Sonboli, A. & Gholipour, A. 2015. Pollen morphology of Iranian *Dracocephalum* L. (Lamiaceae) and its taxonomic significance. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 22(2): 99.

- Özler, H., Pehlivan, S., Celep, F., Dogan, M., Kahraman, A. & Yavru, F.A. 2013. Pollen morphology of *Hymenosphace* and *Aethiops* section of the genus *Salvia* L. (Lamiaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany 37: 1070–1084.
- Pădure, I.M. 2014. 'Nepeta (Lamiaceae) morphology and anatomy in Romania and their taxonomic significance'. Plant, fungal and habitat diversity investigation and conservation. Proceedings of IV BBC-Sofia 2006 (<https://www.researchgate.net/publication/268215959>). doi: 10.13140/2.1.2828.5129.
- Punt, P., Hoen, P., Blackmore, S., Nilsson, S. & Thomas, A.L. 2007. Glossary of pollen and spore terminology. Review of Palaeobotany and Palynology 143(1–2): 1–81. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2006.06.008>.
- Ranjbar, M., Pakatchi, A., & Radjabian, T. 2015. Pollen morphology study of *Salvia* sect. *Plethiosphace* & sect. *Hemisphace* (Lamiaceae) in Iran. Nova Biologica Reporta 1(2): 16–28 (In Persian with English abstract).
- Rasband, W.S. 1997–2021. ImageJ, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland & USA. <http://rsb.info.nih.gov/ij>.
- Razavi, S.M., Ghaffari, A.A. & Bidarlord, M. 2018. Pollen morphology of some *Nepeta* L. species in NW Iran. Botany Letters 165(2): 286–291. doi: 10.1080/23818107.2017.1411830.
- Rechinger, K.H., Hedge, I.C. Ietswaart, J.H., Jalas, J., Mennema, J. & Seybold, S. 1982. Flora Iranica (Labiatae). Akademische Druck-Verlagsanstalt. Graz, Akademische Verlagsgesellschaft. Salzburg 150: 403–476.
- Salmaki, Y., Jamzad, Z., Zarre, S. & Bräuchler, C. 2007. Pollen morphology of *Stachys* (Lamiaceae) in Iran and its systematic implication. Flora 203: 627–639.
- Sayyar, M. 2014. Morphology of Pollen Grains of the Genus *Teucrium* L. Belongs to the Family Lamiaceae in Ardabil Province, Payam-e Noor University Publication. Tehran, Iran (Dissertation, In Persian).
- Stevens, P.F. 2012. "Lamiales (Lamiaceae Family)". Angiosperm Phylogeny Website. Retrieved 25 March 2015.
- Talebi, S., Nahooji, M., Yarmohammadi, M. & Azizi, N. 2020. Pollen morphological traits analysis of eighteen 'Nepeta' species in Iran. Mediterranean Botany 41(1): 85–99. <https://doi.org/10.5209/mbot.62919>.
- Thorne, R.F. 1992. Classification and geography of the flowering plants. The Botanical Review 58: 225–327.
- Wagstaff, S.J. 1992. A Phylogenetic Interpretation of Pollen Morphology in the Tribe Menthaeae (Labiatae). Pp. 113–124. In: R.M. Harley & T. Reynolds (eds), Advances in Labiatae Science. Royal Gardens, Kew, Richmond, Surrey. UK.
- Zafar, M., Ahmad, M. & Khan, M.A. 2006. Pollen flora of Lamiaceae from Rawalpindi-Pakistan. Gomal University Journal Research 22(2): 1–5.
- Zhao, F., Chen, Y.P., Salmaki, Y., Drew, B.T., Wilson, T.C., Scheen, A.C., Celep, F., Bräuchler, C., Bendiksby, M., Wang, Q. & Min, D.Z. 2021. An updated tribal classification of Lamiaceae based on plastome phylogenomics. BMC Biology 19(2): 1–27. <https://doi.org/10.1186/s12915-020-00931-z>.