مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

ریخت شناسی دانه گرده و کاربرد آن در رده بندی برخی گونه‌های سرده لاله در ایران، آسیای میانه و روسیه

فرج الله محمدی تبار[۱]، سید محمد معصومی[۲]*، نسترن جلیلیان[۳]

[۱] مدیریت آموزش و پرورش شهرستان باغملک، باغملک، خوزستان، ایران؛ گروه زیست شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

[۳] بخش تحقیقات جنگلها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه؛ سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۵

چکیده

دانه گرده ۳۰ نمونه از جمعیت‌های مختلف ۱۵ گونه لاله بوسیله میکروسکوپ نوری (LM) و برای مشاهدات دقیق‌تر از بین آنها ۱۳ نمونه با میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) مورد مطالعه قرار گرفت. گرده‌ها از نمونه‌های زنده باغ گیاهشناسی روسیه و نیز از هرباریوم‌های مختلف ایران، آسیای میانه و روسیه تهیه گردید. در این بررسی، برای مشاهدات LM از روش استولیز و برای مطالعات SEM دانه‌های گرده استولیز نشده استفاده شد. نتایج این تحقیقات نشان داد که دانه‌های گرده گونه‌های مورد بررسی لاله، منفرد، ناهمگن، دارای تقارن دو طرفه، تک شیاره و سه شیاره، کروی پهن تا بیضی شکل، تصویر کلی از منظر قطبی گرد بیضی و از منظر استوایی بیضی شکل، و نیز از نظر سوراخ‌های شبکه‌های تور مانند و ضخامت دیواره آنها از یکدیگر متفاوت بودند. کوچکترین دانه گرده مربوط به لاله بخارائی (*T. hoogiana* B. Fedtschenko) (۳۳/۵±۲/۴ میکرومتر) و بزرگترین دانه گرده مربوط به لاله صحرایی (*T. sylvestris* var. *biebersteiniana* (Schult.f.) Regel) از زیرسرده *Eriostemones* (۶۲/۶±۴/۸ میکرومتر) بود. به‌طور کلی، در زیرسرده *Eriostemones*، دانه‌های گرده از نوع تک شیاره و دارای تزئینات سطحی اگزین سوراخدار - موجدار و مشبک ریز بودند؛ در حالی‌که در زیرسرده *Leiostemones*، دانه‌های گرده سه شیارهو دارای تزئینات سطحی تکمه‌ای و صاف بودند. گرچه برخی از گونه‌های مورد مطالعه با استفاده از داده‌های مولکولی هم‌نام (سینونیم) در نظر گرفته شده‌اند، ولی حضورآنها در رویشگاههای مختلف، تفاوت‌های گرده-شناسی را سبب شده است. از این رو، ریخت شناسی گرده می‌تواند به عنوان صفتی کلیدی در کنار سایر صفات ریخت شناسی، برای تفکیک زیر سرده‌ها، بخش‌ها و گونه‌ها در مطالعات رده بندی سرده لاله مورد استفاده قرار گیرد.

واژگان کلیدی: اگزین، بخش، زیر جنس، LM، SEM

*نویسنده مسئول، پست الکترونیک: maassoumi@gmail.com

مقدمه

سرده لاله (*Tulipa* L.) متعلق به تیره Liliaceae (لاله یا سوسنیان) راسته Liliales و رده Liliidae از نهاندانگان تک‌لپه‌ای است که پرگونه‌ترین سرده این تیره محسوب می‌شود. گونه‌های آن بیشتر در مناطق معتدله و نیمه‌گرمسیری نیمکره شمالی پراکنش دارند (۵۴). سرده لاله یکی از سرده‌های منحصر به‌فرد این تیره است که در مرکز و شرق اروپا، آسیای میانه، مدیترانه تا مغولستان پراکندگی دارد (۴۶). در تحقیقات گذشته تعداد گونه‌های لاله را متغیر دانسته‌اند به‌طوری‌که برخی تعداد آن را بیش از صد بیان داشته‌اند ولی «وندلبو[1]» تعداد گونه‌های این سرده را ۸۰ برآورد نمود (۱۶) (۲۵) (۳۴) (۵۴) (۳۱) (۳۳). امروزه ۹۴ گونه برای این سرده پذیرفته شده است (۴۲) (۴۴). از نظر تقسیمات زیرسرده، از ۴ زیرسرده شناخته‌شده در جهان، دو زیرسرده به نام‌های *Eriostemones* (Boiss.) Van Raamsd. in Van Raamsd. & T. De Vries و *Tulipa* در ایران وجود دارند. تقسیم بندی زیرسرده ها بر اساس وجود یا عدم کرک در قاعده میله پرچم‌ها انجام شده است (۲۹). در مورد تعداد گونه‌های لاله در ایران، بوآسیه (۱۸۸۲) ۷ گونه و ۴ واریته، پارسا (۱۹۵۰) ۲۳ گونه، وندلبو (۱۹۷۷) در کتاب لاله‌ها و زنبق‌های ایران، ۸ گونه شامل گونه‌های لاله حافظی (*T. clusiana* Redouté)، لاله ارومیه (*T. urumiensis* Stapf)، لاله بیشه زار (*T. biebersteiniana* Schult. & Schult.f.)، لاله خطدار (*T. micheliana* Hoog.) ، لاله

[1] Wendelbo

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

آتشین (*T. stapfii* Turill)، لاله کوهی (*T. montana* Lindl.)، لاله ریزه (*T. humilis* Herbert) و لاله هفت رنگ یا دو گله (*T. biflora* Pall.) را نام برده است (۳) (۱۸) (۴۴) (۵۲). کامل‌ترین بررسی سیستماتیکی روی گیاهان این سرده در ایران توسط رشینگر[۲] (۱۹۹۰) و متین (۱۳۷۶) و اسدی و همکاران (۱۴۰۲) انجام شده است (۲)(۱۰)(۴۸). در پژوهش‌های انجام شده بر روی سرده‌های بومزاد و حفاظت شده تیره سوسنیان در ایران و همچنین بر اساس اطلاعات ارائه شده در «فلورا ایرانیکا»[۳] توسط رشینگر، تعداد ۱۹ گونه و دو واریته از ایران گزارش شده است که در میان آنها، چهار گونه و یک واریته انحصاری هستند (۱۴) (۴۰) (۴۳) (۴۸). متین در کتاب لاله‌های ایران، تعداد ۱۹ گونه و یک واریته متعلق به ۸ بخش معرفی نمود که در میان آنها سه گونه انحصاری وجود دارد که شامل گونه‌های لاله برگ‌فری (*T. ulophylla* Wendelbo)، لاله هرازی (*T. harazensis* Rech.) و لاله ارومیه (*T. urumiensis* Stapf) است (۱۰). بعد از انتشار فلورا ایرانیکا، از این سرده در ایران گونه‌ها و واحدهای تحت گونه جدیدی در مجلات چاپ شده است که شامل گونه‌های *T. wendelboi* Mattin & Iranshar، *T. humilis* subsp. *matinae* Attar & Ghahremani-Nejad, *T. sarvestanica* Alipour & Majidi، *T. faribae* Ghahreman, Zojahifar & Sheidai بوده‌اند (۳۶) (۵۳). اسدی و همکاران (۱۴۰۲) در فلور ایران ۱۲ گونه و یک واریته متعلق به هشت بخش و دو زیرسرده را گزارش نموده‌اند (۲). در سایر مناطق دنیا، تحقیقات پایه‌ای در مورد ریخت‌شناسی سرده لاله و موقعیت تاکسونومی زیر سرده‌ها و گونه‌های آن بر اساس شکل، اندازه و وضعیت دریچه[۴] مورد بررسی قرار گرفته است (۱۵) (۱۹) (۲۵) (۴۰) (۴۷) (۵۰) (۵۱). تحقیقات گرده‌شناسی سرده لاله با پیشرفت انواع میکروسکپ‌ها مورد توجه قرار گرفت. دانشمند گرده‌شناس معروف ارتمن[۵] ۲۱۰ گونه از ۱۲۰ سرده تیره سوسنیان در معنای وسیع (Liliaceae S. L.) را مورد بررسی قرار داد (۲۲). ریخت‌شناسی دانه گرده بسیاری از گیاهان تک‌لپه‌ای از جمله چهار گونه از سرده لاله مطالعه قرار گرفت (۳۵). کاسنکا[۶] طی مطالعات متعددی در سال‌های ۱۹۹۰، ۱۹۹۱، ۱۹۹۲، ۱۹۹۶ و ۱۹۹۹، ریخت شناسی و روند تکاملی دانه گرده ۷۸ گونه از زیرسرده‌ها و بخش‌های مختلف لاله را بررسی کرد. نتایج این مطالعات نشان داد که بیشترگونه-های لاله سه شیاره، و از نظر تزئینات سطحی چهار تیپ اگزین (مشبک[۷]، موجدار[۸] ، سوراخ‌دار– موجدار [۹] و سوراخ‌دار - تکمه ای[۱۰]) دارند و از لحاظ ریخت‌شناسی شبیه به *Fritillaria* و *Calochortus*است (۳۹) (۳۴) (۳۳) (۳۲) (۳۱) (۳۰). معصومی خصوصیات گرده‌شناسی از جمله ویژگی‌های تکتوم[۱۱] تعداد ۴۲ گونه از بخش‌های مختلف سرده لاله را به‌کمک میکروسکپ نوری و الکترونی (نگاره[۱۲] و گذاره[۱۳]) بررسی نمود (۲۶). هوندا[۱۴] (۱۹۳۵) در بررسی‌های تاکسونومیکی تیره Liliaceae، سرده *Amana* را در طایفه لاله (*Tulipeae*) تیره سوسنیان قرار داد ولی برخی از مولفین دیگر *Amana* را مربوط به زیرسرده *Eriostemones* و در بخش *Amana* از سرده لاله می‌دانند (۳۳). علی‌رغم ریخت‌شناسی بسیار مشابه سرده *Amana* با سرده لاله، زیرساختارهای دیواره دانه گرده دو گونه از این سرده، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) و گذاره (TEM) در سطح گونه با یکدیگر متفاوت و در سطح سرده با لاله قابل تفکیک هستند (۳۸). ویژگی‌های ریخت‌شناسی دانه گرده کلیه سرده‌های تیره سوسنیان (Liliaceae Juss.) در دنیا از جمله لاله به‌کمک میکروسکوپ نوری و الکترونی SEM و TEM بررسی و در سطح زیرتیره از یکدیگر تفکیک شدند (۳۷) (۳۹). زیرساختار[۱۵] و زیرپیکره[۱۶] ۱۴ گونه از ۸ بخش[۱۷] (سکسیون) دو زیرسرده[۱۸] لاله به کمک میکروسکپ نوری و الکترونی گذاره و نگاره مورد بررسی قرار گرفت و داده‌های بدست آمده به‌کمک میکروسکپ

[2] Rechinger
[3] Flora Iranica
[4] Aprature
[5] Erdtman

[6] Kosenko
[7] reticulate
[8] Striate
[9] foveolate -Striate
[10] Foveolate - tuberculate
[11] tectum
[12] Scanning
[13] Transmission
[14] Honda
[15] Ultrastructure
[16] Ultrasculpture
[17] section
[18] Subg.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

الکترونی به‌ویژه گذاره (TEM)، دو زیرسرده لاله را به‌راحتی از یکدیگر تفکیک نمودند (۴۱). ویژگی‌های دانه گرده چهار گونه لاله ایرانی به‌کمک میکروسکپ نوری و میکروسکپ الکترونی نگاره و گذاره بررسی گردید. این بررسی‌ها نشان داد که لاله، سرده‌ای ناهمگن از لحاظ نوع شیار و تزئینات سطحی اگزین[۱۹] است (۱۳). تحقیقات زیادی به‌وسیله میکروسکپ نوری و الکترونی نگاره (SEM) بر روی دانه گرده گونه‌های مختلف سرده لاله در کشورهای شوروی سابق و ایران انجام شده است. نتایج این مطالعات نشان داد که داده‌های گرده شناسی گونه‌ها با روابط تاکسونومیکی بخش‌های (سکسیون‌های) دو زیرسرده معرفی شده توسط (Van Raamsdonk, 1995) مطابقت دارد (۵۱) (۳۱) (۲۴) (۵). همچنین کاریوتایپ[۲۰] و ریخت شناسی زیرسرده‌ها[۲۱] و بخش‌های (سکسیون‌های) مختلف لاله در ترکیه مورد بررسی قرار گرفت (۲۰). هدف از این بررسی، تفکیک گونه‌های مورد مطالعه سرده لاله از رویشگاه‌های مهم این سرده، از جمله آسیای میانه، روسیه و ایران، بر اساس داده‌های گرده‌شناسی و بررسی ارتباط آن‌ها با ویژگی‌های ریخت‌شناسی و روابط تاکسونومیک است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های گرده از نمونه‌های زنده باغ گیاشناسی دانشگاه دولتی مسکو لومونوسف[۲۲] (MW) و نیز از نمونه‌های هرباریوم‌های گروه زمین‌گیاهشناسی (MSU) از دانشگاه دولتی مسکو لومونوسف (MW)، «هرباریوم آکادمی علوم روسیه»[۲۳] (MHA)، «انستیتوی گیاهشناسی کاماروف لنینگراد»[۲۴] (PAH)، هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع تهران (RIFR)، هرباریوم پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه (RUHK)، هرباریوم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه (RANK) و سایر هرباریوم‌های ایران که در جدول یک آمده، برداشت گردید (جدول ۱). نمونه‌های هرباریومی با استفاده از منابع گیاهشناسی (۵) (۶) (۷) (۸) (۹) (۱۶) (۳۶) و فلورهای مربوطه شناسایی گردید (۲) (۳) (۴) (۱۵) (۱۸) (۴۰) (۴۴) (۴۸). علاوه بر این برای بررسی روابط تاکسونومی در سطوح فرعی تاکسون[۲۵]ها (زیرسرده[۲۶]، بخش، واریته[۲۷]) از منابع Van Raamsdonk, L.W.D., (1995) و (Zonneveld, 2009) استفاده گردید. آماده سازی دانه‌های گرده جهت بررسی با میکروسکوپ نوری به روش استولیز[۲۸] ارتمن (Erdtman, 1943) صورت پذیرفت (۲۱). اندازه‌گیری ابعاد ۲۵ دانه گرده از هر نمونه گیاهی به کمک عدسی چشمی مدرج با بزرگنمایی۴۰۰ برابر با میکروسکوپ نوری (Leitz مدل HM–LUX3) مورد بررسی قرار گرفت. اندازه گیری‌ها، شامل محور استوایی (E) و محور قطبی (P) دانه گرده در حالتی که شیار در کنار قرار می‌گیرد (جدول ۲). با استفاده از «دوربین نصب شده»[۲۹] بر روی میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰۰ برابر ویژگی دریچه و تزئینات سطحی دانه‌های گرده مد نظر قرار گرفته و «تصویر دانه گرده[۳۰]» چه از «منظر قطبی»[۳۱] و چه از «منظر استوایی»[۳۲] تصویر برداری گردید (شکل ۱). برای گونه‌هایی که خصوصیاتی فراتر از میکروسکپ نوری نیاز بود، از میکروسکپ الکترونی نگاره (SEM)، بهره جستیم. به‌منظور آماده سازی، دانه‌های گرده «استولیز نشده»[۳۳] را درسطح «بلوک‌های فلزی کوچک»[۳۴] قرار داده و جهت پاشیدن طلا به سطح آنها از «دستگاه پخش کننده یون»[۳۵] ساخت کشور انگلستان استفاده نمودیم. در نهایت از نمونه‌ها با میکروسکوپ الکترونی نگاره (مدل VEGA سازنده TESCAN) ساخت کشور جمهوری چک، تصاویر الکترونی با بزرگنمایی۱۰۰۰۰-۱۰۰۰ برابر تهیه گردید و به‌وسیله این تصاویر به جزئیاتی از قبیل تزئینات سطحی، ساختار شیارها پی برده که میکروگراف‌های آنها در شکل‌های ۲ و ۳ آمده است. اندازه سوراخ‌ها و ضخامت دیواره‌های تورمانند تزیینات سطحی اگزین از روی میکروگراف ها محاسبه گردید (جدول ۳). جهت

[19] exine
[20] karyotype
[21] Subgenus
[22] Lomonosov
[23] Herbarium Main Botanical Garden of the Russian Academy of Sciences
[24] Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences

[25] Taxon
[26] Subgunus
[27] Variety
[28] Acetolysis
[29] Dino Capture
[30] Outline
[31] Poral view
[32] equatorial view
[33] Non-acetolysed pollen
[34] Sample stub
[35] Au-Pd Sputter Coater - Emitech K450X

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

شناسایی گرده‌ها و اصطلاحات مربوطه از منابع گرده شناسی (۱۹) (۲۲) (۲۴) (۲۷) (۴۶) و برای معادل‌های فارسی این واژه‌ها از واژه‌نامه زیست‌شناسی و واژه نامه علوم زیستی و نیز برای اسامی فارسی معادل نام‌های علمی از فرهنگ نامهای گیاهان ایران استفاده گردید (۱) (۶) (۱۲). همچنین با مراجعه به پایگاه‌های اینترنتی از جمله «فهرست بین المللی اسامی گیاهان»[۳۶] صحت نگارش اسامی علمی بررسی گردید (۲۸) (۴۲) (۴۵) (۵۰). در ادامه نتایج حاصل از بررسی شش صفت ریخت شناسی دانه گرده به‌کمک میکروسکوپ نوری برای کلیه گونه‌های مورد بررسی و نیز سه صفت برای ۱۱ گونه با میکروسکپ الکترونی نگاره مورد بررسی، با استفاده از نرم افزار آماری SPSS به‌روش ward مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت و دندروگرام‌های حاصل رسم گردید (شکل‌های ۵ و ۴).

نتایج

دانه‌های گرده گونه‌های مورد بررسی از نظر اندازه متوسط تا بزرگ (کمینه و بیشینه آنها به‌ترتیب ۲۷/۵ و ۷۶/۱ میکرومتر) می‌باشند. اطلاعات مربوطه به کمینه و بیشینه طول محور استوایی (E)، محورقطبی (P) و نسبت این دو (P/E) در دانه‌های گرده گونه‌های مورد بررسی، نشان داد که بین۰/۸۱-۰/۵۵ متغیر است. به‌طوریکه این نسبت برای دانه گرده *T. sylvestris* var. *biebersteiniana* (Schult.f.) Regel از باغ گیاهشناسی دانشگاه دولتی مسکو برابر با ۰/۵۵ (بیضی پهن) و برای *T. systola* Stapf از کرمانشاه با ۰/۸۱ میکرومتر (بیضی کروی) است (جدول ۲). با استفاده از میکروسکوپ نوری شکل کلی یا تصویر دانه گرده از منظر قطبی و از منظر استوایی در گونه‌های مورد بررسی متفاوت است. در بسیاری از حالات، شکل کلی دانه گرده از منظر استوایی گرد بیضی و از منظر استوایی کشیده است (شکل‌های ۱ و ۲). با استفاده از میکروسکپ الکترونی نگاره تزئینات سطحی اگزین گونه‌های مهم مورد بررسی بدست آمد. این گونه‌ها از نظر تزئینات سطحی دانه گرده، ضخامت دیواره «شبکه‌های تورمانند»[۳۷] و «فضاهای بین این دیواره‌ها»[۳۸] تفکیک شدند (جدول ۳) (شکل‌های ۲ و ۳). همچنین دندروگرام مربوط به صفات گرده‌شناسی به‌کمک میکروسکپ نوری برای کلیه نمونه-های مورد مطالعه (شکل ۴) آنها را به چهار شاخه تقسیم نمود و نیز با ادغام صفات بدست آمده از میکروسکپ نوری و الکترونی برای گونه‌های مهم مورد مطالعه (شکل ۵) دو گروه اصلی مشخص گردید.

[36](https:// www.ipni.org) IPNI: International Plant Names Index
[37] muri
[38] lumina

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

جدول ۱ - مشخصات تاکسونومیکی (همراه با هم‌نام‌های) نمونه‌های مورد بررسی لاله

نام علمی و نام فارسی	نوع نمونه/ شماره نمونه هرباریومی	تاریخ جمع آوری	نام جمع آوری کننده	محل جمع آوری	تشخیص دهنده
***T. armena* Boiss. (A)** **Syn.: *T. karabachesis* Grossh.** **(لاله قره باقی)**	۵۴۱۰	۱۹۷۲/۴/۱۰	و. ال. پی.، پترو	**قفقاز: قره باغ؛ هرباریوم MSU**	**اچ.، مردک**
***T. armena* Boiss. (B)** **لاله ارمنی**	۴۵۵۱	۱۹۹۵/۵/۱۱	علیزاده - قاسمپور	**ایران: ماکو، بازرگان، روستای گریگ، کوه دمیر تپه؛ هرباریوم مرکز تحقیقات آذربایجان غربی**	**ن.، جلیلیان**
***T. biflora* Pall.** (لاله هفت رنگ) **Syn.: *T. turcomanica* B. Fedtsch** **(لاله ترکمنی)**	۱۹۷۵	۱۹۹۷/۶/۲	جی.، پروسکفزکوا	**ترکمنستان: مرکزکپه داغ، ارتفاع ۱۷۰۰ متری؛ هرباریوم MSU**	**جی.، پروسکفزکوا**
***T. ferganica* Vved. *Syn.: T. altaica* var. *ferganica* (Vved.) Raamsd.** (لاله فرگانیک)	نمونه زنده	۲۰۰۳/۵/۱۳	معصومی	**روسیه: باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو MW**	**ای. و.، کالیکوف**
***T. hafisii* Bornm. & Gauba** **Syn.: *T. clusiana* Redouté.** **(لاله حافظی)**	۱۶۰	۱۹۸۷/۵/۹	ای کی.، اسکاورتسوا	**روسیه: غرب هیمالیا، کاشمر، سرینگار؛ هرباریوم MSU**	**ای. کی.، اسکاورتسوا**
***T. heterophylla* (Regel) Baker** **Syn.: *Eduardoregelia heterophylla* (Regel) Popov** **(لاله ناجور برگ)**	نمونه زنده	۲۰۰۳/۵/۱۲	معصومی	**روسیه: باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو MW**	**ای. و.، کالیکوف**
***T. hoogiana* B. Fedtschenko** **Syn.: *T. sovietica* A. D. Hall** **(لاله مراوه ای، لاله بخارائی)**	۶۹۱۷۹	۲۰۰۷/۷/۲۳	اسدی - شهسواری	**ایران: گرگان، جنگلهای گلستان، تنگ گلزار؛ هرباریوم RIFR**	**ن.، جلیلیان**
***T. kaufmanniana* Regel (A)** **Syn.: *T. berkariensis* Rukšāns** **لاله کافمنی**	۲۷۲۱	۱۹۳۳/۶/۲۰	اس.، لودمیلا	**روسیه: غرب تیان شانا از انیستیتوی گیاهشناسی کاماروف لینینگراد PAH**	اس.، لودمیلا
***T. kaufmanniana* Regel (B)** **لاله کافمنی**	۴۰۵۸	۱۹۳۳/۴/۲۰	ان. و.، پاولوف	**ازبکستان، تاشکن؛ هرباریوم MSU**	**ان. و. پاولوف**
***T. lipskyi* Grossh.** **Syn.: *T. humilis* Herb, *T. caucasica* Lipskyi,** **(لاله قفقازی)**	۲۷۲۰	۱۹۸۵/۷/۵	اس.، لودمیلا	**روسیه: منطقه حفاظت شده؛ هرباریوم MSU**	اس.، لودمیلا
***T. montana* var *chrysantha* L.** **Syn.: *T. montana* Lindl.** **لاله کوهی زرد**	۱۳۲۶۲	۱۹۹۷/۵/۲۲	یکتا	**ایران: قزوین، کوههای الموت؛ هرباریوم RIFR**	**ا.، یکتا**
***T. montana* var. *montana* L. (A)** **لاله غزالی، لاله کوهی**	۱۶۷۶۲	۲۰۰۱/۴/۲۹	حسینی	**ایران: اصفهان کوه آتشیان؛ هرباریوم HUI**	**ن.، جلیلیان**
***T. montana* var. *montana* L. (B)** **لاله غزالی، لاله کوهی**	۷۷۷	۱۹۹۵/۵/۴	صفی خانی - عبادی	**ایران: همدان، گنج نامه، کوههای الوند؛ هرباریوم مرکز تحقیقات همدان**	**ک.، صفی خانی**
***T. montana* var. *montana* L. (C)** **لاله غزالی، لاله کوهی**	۷۰۷۷	۲۰۰۴/۵/۴	معروفی - مرادی	**ایران: کردستان، ۱۵ کیلومتری جاده بیجار، صلوات آباد؛ هرباریوم مرکز تحقیقات کردستان HKS**	**ن.، جلیلیان**
***T. montana* var. *montana* L. (D)** **لاله غزالی، لاله کوهی**	۲۰۲۳	۲۰۰۳/۳/۲۱	پاکروان	**ایران: تهران، جاده شمشک-دیزین؛ هرباریوم دانشگاه الزهرا ALUH**	**اا.، سالار**

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

***T. ostrowskiana* Regel** **لاله آستروفسکی** **Syn.: *T. tetraphylla* subsp. *ostrowskiana* (Regel) Raamsd.**	**-**	**۱۹۳۰/۷/۴**	ام.، گرانتوا	**اهدایی از هرباریوم قزاقستان به هرباریوم MSU**	**آ. آی.، ودنسکی**
***T. sylvestris* var. *biebersteiniana* (Schult.f.) Regel** *Syn.* ***T. biebersteiniana* Schultes** **(لاله صحرایی)**	**نمونه زنده**	**۲۰۰۰/۵/۸**	معصومی	**روسیه: باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو MW**	**ای. و.، کالیکوف**
***T. sylvestris* L. (A)** **Syn.: *Liriopogon sylvestre* (L.) Raf.** **لاله جنگلی**	**۱۱۸۶۶**	**۱۹۸۸/۵/۶**	تی. آ. سُیتکینا.	**روسیه سفید، مینسک، منطقه میادلسکی؛ هرباریوم MSU**	**جی. ای.، زاکوویچ - یو.آ.، بابیکوف**
***T. sylvestris* L. (B)** **لاله جنگلی**	**نمونه زنده**	**۲۰۰۰/۵/۲۰**	معصومی	**روسیه، باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو MW**	**معصومی**
***T. systola* Stapf (A)** **Syn.: *T. uniflora* (L.) Besser ex Baker** **(لاله آتشین)**	**۷۷۷۲**	**۲۰۰۹/۵/۱۰**	جلیلیان	**ایران: کرمانشاه؛ هرباریوم مرکز تحقیقات کرمانشاه RANK**	**ن.، جلیلیان**
***T. systola* Stapf (B)** **(لاله آتشین)**	**۵۷۴۷**	**۲۰۰۱/۴/۲۲**	صفی خانی - کلوندی	**ایران: همدان،۴۱ کیلومتری جاده سنندج؛ هرباریوم همدان**	**ک.، صفی خانی**
***T. systola* Stapf (C)** **(لاله آتشین)**	**۱۱۵۷۲**	**۱۹۷۶/۴/۱۷**	جلیلیان	**ایران: کردستان؛ هرباریوم مرکز تحقیقات کردستان HKS**	**ن.، جلیلیان**
***T. systola* Stapf (D)** **(لاله آتشین)**	**۳۶۳۹**	**۱۹۷۶/۴/۱۷**	هویری	**ایران: گرگان، گنبد کاووس؛ هرباریوم RIFR**	**ن.، جلیلیان**
***T. systola* Stapf (E)** **Syn.: *T. florenskyi* Woronow** **(لاله سلماسی)**	**۶۹۲۷**	**۲۰۰۳/۴/۲۸**	علیزاده - فلاحی	**ایران: سلماس، روستای اصلانیک؛ هرباریوم مرکز تحقیقات آذربایجان غربی**	**ن.، جلیلیان**
***T. systola* Stap (F)**	**۶۸۸۱**	**۲۰۰۹/۵/۱۰**	معروفی مرادی	**ایران: کردستان، دیواندره، فتح آباد، روستای حاجی صیاد؛ هرباریوم مرکز تحقیقات کردستان HKS**	معروفی - مرادی
***T. tarda* Stapf** **Syn.: *T. urumiensis* Stapf** **(لاله دیر¬رس)**	**نمونه زنده**	**۲۰۰۳/۵/۱۲**	معصومی	**روسیه، باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو MW**	**ای. و.، کلیکوف**
***T.* × *tschimganica* Botschantz.** ***Syn.: T. kaufmanniana* subsp. *tschimganica* (Botschantz.) Tojibaev** **(لاله شعله آتشی)**	**۱۶۱**	**۱۹۷۵/۴/۱۱**	ز.، آلگوروا	**ازبکستان، ارتفاع ۱۳۳۰ متری، هرباریوم آکادمی علوم روسیه MHA**	**ز.، آلگوروا**
***T. ulophylla* Wendelbo** **Syn.: *T. wendelboi* Matin & Iranshahr** **(لاله بیشه‌ای)**	**۲۹۶۸۴**	**۱۹۷۸/۵/۱۸**	اسدی	**ایران: سمنان،گردنه افتر؛ هرباریوم TARI**	**ا.، سالار**
***T. undulatifolia* var. *micheliana* (Hoog) (A)** **Syn.: *T. micheliana* Hoog** **لاله خط دار**	**۳۱۵۷۲**	**۲۰۱۸/۴/۲۹**	جهاندوست - مقدسی	**ایران: شیروان، روستای قوانلو؛ هرباریوم RIFR**	**ن.، جلیلیان**
***T. undulatifolia* var. *micheliana* (Hoog) (B)** **لاله خط دار**	**۳۰۸۷۲**	**۱۹۹۳/۴/۹**	جعفری - قانعی- کاظمی	ایران: گناباد؛ هرباریوم دانشگاه خوارزمی FAR	**ن.، جلیلیان**

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

جدول ۲- ویژگی های دانه گرده گونه های مورد بررسی لاله به کمک میکروسکوپ نوری (LM).

0.	نام علمی	اندازه دانه گرده برحسب میکرومتر	ابعاد محور قطبی بر حسب میکرومتر (P)	ابعاد محور استوایی بر حسب میکرومتر (E)	P/E	شکل گرده	وضعیت شیار	تزیینات سطحی
1.	*T. armena* (A)	۴۲/۲±۲/۹	۲۲/۵-۲۷/۴-۳۵/۰	۳۷/۵-۴۲/۲-۴۷/۵	۰/۶۴	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
2.	*T armena* (B)	۳۸/۵±۴/۳	۲۵/۰-۲۸/۳-۳۲/۵	۳۰/۰-۳۸/۵-۴۵/۰	۰/۷۳	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
3.	*T. biflora*	۴۳/۸±۴/۱	۲۷/۵-۳۴/۰-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۳/۸-۵۰/۰	۰/۷۷	بیضی کروی	تک شیاره	تکمه ای
4.	*T. ferganica*	۵۲/۹±۶/۴	۳۰/۰-۳۸/۲-۴۷/۵	۴۵/۰-۵۲/۹-۶۵/۰	۰/۷۲	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
5.	*T. hafisii*	۴۸/۳±۵/۳	۲۷/۵-۳۸/۷-۴۷/۵	۴۰/۰-۴۸/۳-۵۵/۰	۰/۸۰	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
6.	*T. hetrophylla*	۴۴/۷±۷/۳	۲۵/۰-۳۱/۹-۴۰/۰	۳۵/۰-۴۴/۷-۶۰/۰	۰/۷۱	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
7.	*T. hoogiana*	۳۳/۲±۵/۴	۲۲/۵-۲۶/۳-۳۲/۵	۲۵/۰-۳۳/۲-۴۰/۰	۰/۷۹	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
8.	*T. kaufmanniana (A)*	۵۱/۹±۵/۳	۳۵/۰-۴۰/۱-۴۲/۵	۴۵/۰-۵۱/۹-۶۰/۰	۰/۷۷	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
9.	*T. kaufmanniana (B)*	۴۷/۷±۳/۹	۲۵/۰-۳۵/۴-۴۰/۰	۴۰/۰-۴۷/۷-۵۲/۵	۰/۷۴	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
10.	*T. lipskyi*	۴۸/۲±۴/۵	۳۰/۰-۳۶/۳-۴۲/۵	۴۲/۵-۴۸/۲-۵۷/۵	۰/۷۵	بیضی کروی	تک شیاره	تکمه ای
11.	*T. montana* var. *chrysantha*	۵۵/۵±۷/۲	۲۷/۵-۳۶/۳-۴۰/۰	۲۷/۵-۳۶/۳-۴۰/۰	۰/۶۵	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
12.	*T. montana* var. *montana* (A)	۴۴/۲±۴/۷	۲۵/۰-۳۰/۳-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۴/۲-۵۲/۵	۰/۶۴	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
13.	*T. montana* var. *montana (B)*	۴۱/۴±۵/۷	۲۵/۰-۳۲/۲-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۱/۴-۵۲/۵	۰/۷۷	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
14.	*T. montana* var. *montana (C)*	۴۶/۵±۴/۸	۲۵/۰-۳۳/۱-۴۰/۰	۳۷/۵-۴۶/۵-۵۵/۰	۰/۷۱	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
15.	*T. montana* var. *montana (D)*	۴۱/۴±۵/۷	۲۵/۰-۳۲/۲-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۱/۴-۵۲/۵	۰/۷۷	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
16.	*T. ostrovskiana*	۵۳/۸±۴/۵	۳۰/۰-۳۷/۳-۴۲/۵	۴۷/۵-۵۳/۸-۶۲/۵	۰/۶۹	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
17.	*T. sylvestris* var. *biebersteiniana*	۶۲/۴±۶/۸	۲۵/۲-۳۴/۹-۴۱/۲	۵۰/۰-۶۲/۴-۷۶/۱	۰/۵۵	بیضی پهن	تک شیاره	سوراخ دار
18.	*T. sylvestris (A)*	۴۸/۵±۶/۶	۲۵/۰-۳۳/۵-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۸/۵-۶۵/۰	۰/۶۹	بیضی پهن	تک شیاره	سوراخ دار
19.	*T. sylvestris (B)*	۴۴/۷±۴/۵	۲۵/۰-۲۷/۲-۳۰/۰	۳۷/۵-۴۴/۷-۵۰/۰	۰/۶۰	بیضی پهن	تک شیاره	سوراخ دار
20.	*T. systola* (A)	۳۶/۱±۳/۰	۲۵/۰-۲۹/۵-۳۲/۵	۲۷/۵-۳۶/۱-۴۰/۰	۰/۸۱	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
21.	*T. systola* (B)	۳۵/۲±۲/۹	۲۲/۵-۲۷/۵-۳۲/۵	۳۰/۰-۳۵/۲-۴۰/۰	۰/۷۸	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
22.	*T. systola* (C)	۳۹/۶±۶/۴	۲۲/۵-۳۰/۲-۳۲/۵	۳۰/۰-۳۹/۶-۴۷/۵	۰/۷۶	بیضی کروی	سه شیاره	صاف

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

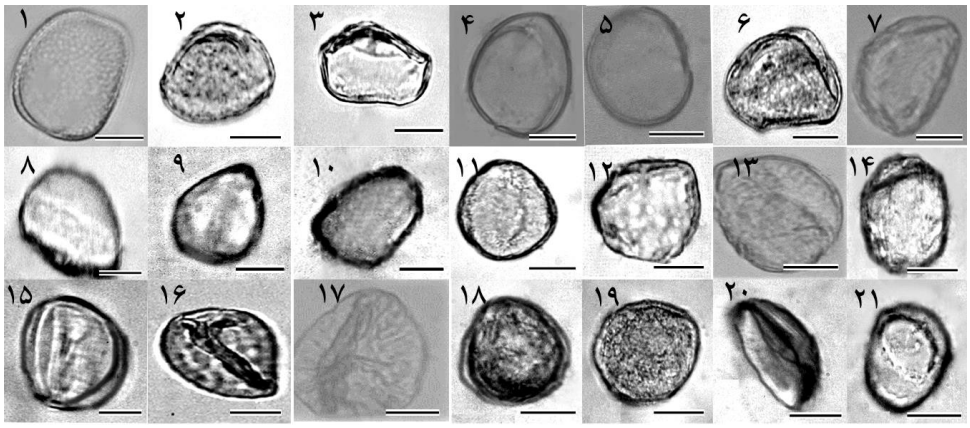
0.	نام علمی	اندازه دانه گرده برحسب میکرومتر	ابعاد محور قطبی بر حسب میکرومتر (P)	ابعاد محور استوایی بر حسب میکرومتر (E)	P/E	شکل گرده	وضعیت شیار	تزیینات سطحی
23.	*T. systola* (D)	۳۵/۰±۴/۶	۲۵/۰-۲۸/۶-۳۵/۰	۳۰/۰-۳۵/۰-۴۰/۰	۰/۸۱	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
24.	*T. systola* (E)	۴۳/۹±۳/۷	۲۲/۵-۲۶/۷-۳۰/۰	۳۷/۵-۴۳/۹-۵۰/۰	۰/۶۰	بیضی پهن	سه شیاره	صاف
25.	*T. systola* (F)	۳۸/۵±۳/۸	۲۵/۰-۲۹/۱-۳۵/۰	۳۰/۰-۳۸/۵-۴۵/۰	۰/۷۵	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
26.	*T. tarda*	۴۷/۵±۳/۷	۳۰/۰-۳۶/۰-۳۷/۵	۴۲/۵-۴۷/۵-۵۵/۰	۰/۷۵	بیضی کروی	تک شیاره	مشبک ریز
27.	*T.* × *tschimganica*	۵۰/۳±۲/۹	۳۲/۵-۳۷/۹-۴۲/۵	۴۵/۰-۵۰/۳-۵۵/۰	۰/۷۵	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
28.	*T. ulophylla*	۴۰.۱ ± ۳.۱	۲۵/۰-۳۰/۳-۳۵/۰	۳۷/۵-۴۰/۰-۴۵/۰	۰/۷۵	بیض کروی	سه شیاره	صاف
29.	*T. undulatifolia* var. *micheliana* (A)	۵۴/۵±۷/۳	۳۷/۵-۴۳/۳-۵۰/۰	۴۲/۵-۵۴/۵-۶۲/۰۵	۰/۷۹	بیضی کروی	سه شیاره	صاف
30.	*T. undulatifolia* var. *micheliana* (B)	۴۳/۴ ± ۵/۰	۲۷/۵-۳۱/۳-۳۷/۵	۳۷/۵-۴۳/۰-۵۲/۵	۰/۷۲	بیضی پهن	سه شیاره	صاف

جدول ۳ - ویژگی‌های دانه گرده گونه‌های مورد بررسی لاله به کمک میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM).

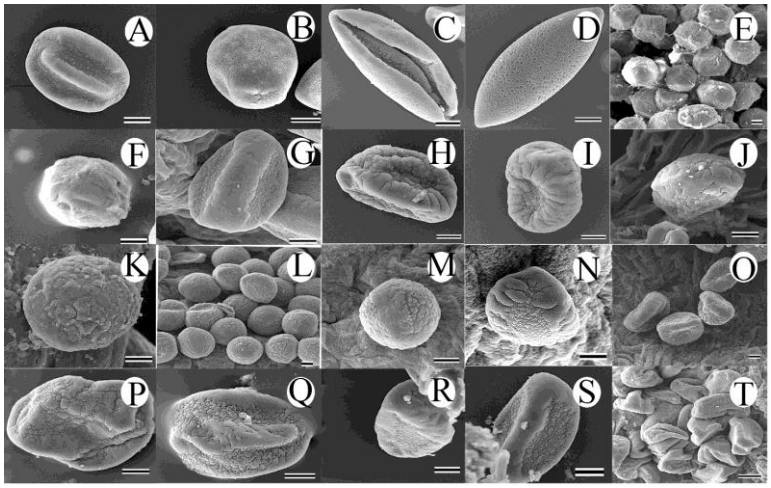
ردیف	نام علمی	قطر سوراخ ها بر حسب میکرومتر (1)	تزئینات سطحی (2)	وضعیت دیواره شبگه های تور مانند (پیوسته یا ناپیوسته) (3)
۱	*T. armena* (A) Maku	0.05 – 0.2	صاف – موج دار - سوراخ دار	پیوسته
2	*T. ferganica*	0.05 – 1.0	سوراخ دار – موج دار	پیوسته
3	*T. montana* var. *chrysantha*	0.1 – 0.3	تکمه‌ای ریز – موج دار	ناپیوسته
4	*T. montana* var *montana*	0.04 – 0.1	صاف – موج دار	پیوسته
5	*T. ostrowskiana*	0.05 - 0.15	صاف– موج دار - سوراخ دار	پیوسته
6	*T. sylvestris*	0.1 – 0.55	سوراخ دار – موج دار	پیوسته
7	*T. systola* (D)	--	صاف- موج دار	پیوسته
8	*T. systola* (E)	0.05 – 0.4	تکمه ای – صاف - سوراخ دار	پیوسته
9	*T. systola* (F)	0.05 – 0.3	صاف– موج دار - سوراخ دار	پیوسته
10	*T. tarda*	0.1 – 1.2	مشبک ریز– موج دار	ناپیوسته
۱۱	*T.* × *tschimganica*	0.05 – 0.4	موج دار - سوراخ دار	ناپیوسته
12	*T. ulophylla*	--	صاف – موج دار	ناپیوسته
13	*T. undulatifolia* var. *micheliana*	0.05 -1.1	صاف - موج دار - سوراخ دار	پیوسته

T. armena (A) Maku: لاله جمع آوری شده از ایران ماکو

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337



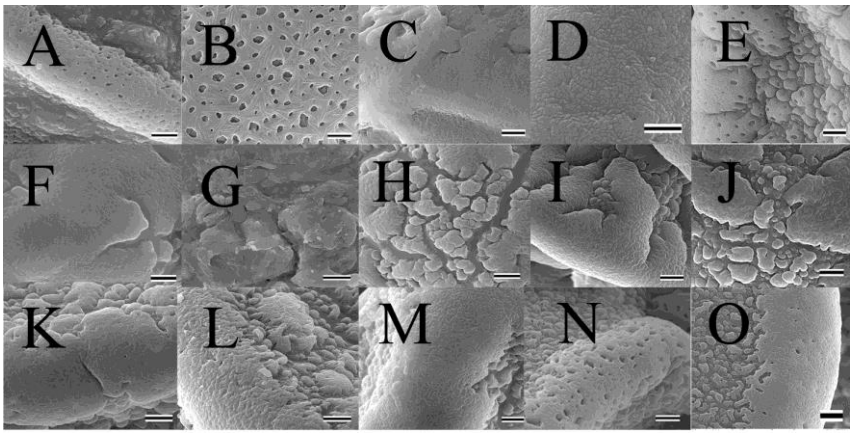
شکل ۱- تصاویر دانه‌های گرده‌ی گونه‌های مورد مطالعه لاله به کمک میکروسکپ نوری: ۱- لاله صحرایی (*T. sylvestris* var. *biebersteiniana* (Schult.f.) Regel Syn.: Schult. F.) از منظر استوایی به شکل بیضی گرد؛ ۲- لاله جنگلی (*T. sylvestris* L.) از روسیه سفید (مینسک)؛ ۳- لاله جنگلی (*T. sylvestris* L.) از باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو؛ ۴ - لاله دیررس (*T. tarda* Stapf) ازمنظر استوایی؛ ۵- لاله دو گله (*T. biflora* Pall.) یا لاله ترکمنی (*T. turcomanica* B.Fedtsch) از منظر استوایی؛ ۶- لاله قفقازی (*T. caucasica* Lipskyi.)؛ ۷-لاله غزالی، لاله کوهی (*T. montana* var. *montana* L.)؛ ۸- لاله کوهی زرد (*T. montana* var *chrysantha* L.)؛ ۹- لاله حافظی (*T. clusiana* (DC. in) Redouté.)؛ ۱۰- لاله خط دار (*T. undulatifolia* var. *micheliana* Syn.: *T. micheliana* Hoog (A))؛ ۱۱- لاله کافمنی(*T. kaufmanniana* Regel.)؛ ۱۲- لاله آتشین از گرگان (*T. systola* Stap.) (D)؛ ؛ ۱۳- لاله آتشین از سلماس (Syn: Woronow. *T. florenskyi*)(*T. systola* Salmas ؛ ۱۴- لاله بیشه‌ای (*T. ulophylla* Wendelbo)؛ ۱۵ - لاله ناجور برگ (*T. heterophylla* (Regel) Baker)؛ ۱۶- لاله مراوه ای، لاله بخارائی (*T. hoogiana* B.Fedtschenko)؛ ۱۷ –لاله آرمنی (*T. armena* Boiss. از قره باغ (لاله قره باغی *T. karabachesis* Grossh.)؛ ۱۸- لاله آرمنی (*T. armena*) از ماکو؛ ۱۹- لاله شعله آتشی(*T. tschimganica* Z. Botsch.)؛ ۲۰ – لاله آستروفسکی (*T. ostrowskiana* Regel)؛ ۲۱- لاله فرگانیک (*T. ferganica* Vved)؛ مقیاس ۱۰ میکرون.



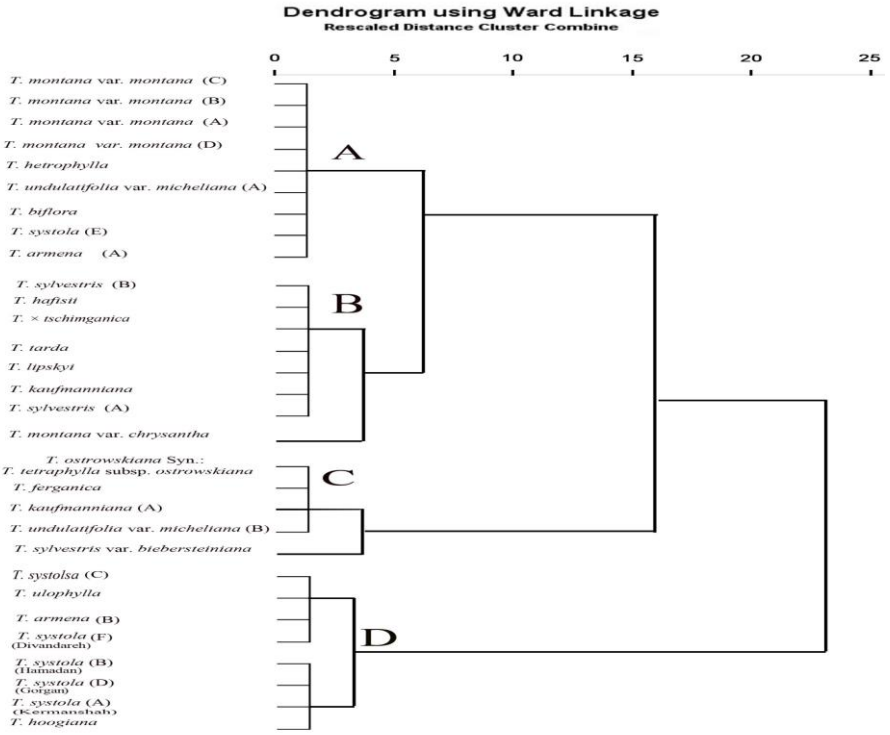
شکل ۲- میکروگراف‌های کلی دانه‌های گرده‌ی برخی از گونه‌های مورد مطالعه لاله به کمک میکروسکپ الکترونی نگاره (SEM):
لاله جنگلی (*T. sylvestris* L.) از باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو: A- نمای کلی دانه گرده از منظر استوایی با شیار و در پوش، B - نمای کلی دانه گرده از منظر قطبی؛ لاله دیررس (*T. tarda* Stapf): C - از منظر استوایی با شیار و در پوش، D – سطح پشتی از منظر استوایی؛ لاله غزالی، لاله کوهی (*T. montana* var *montana* L.): E - تعدادی دانه گرده از منظر قطبی و استوایی، F – دانه گرده از پهلو؛ لاله کوهی زرد (*T. montana* var *chrysantha* L.): G - دانه گرده سه شیاره با دو شیار نمایان از پهلو؛ H - لاله خط دار (*T. undulatifolia* var. *micheliana*) از شیروان: نمای کلی با دو شیار مشخص از پهلو؛ I – لاله خط دار از گناباد: نمای کلی با شیار از روبرو؛ J - لاله آتشین (*T. systola* Stap.) از گرگان؛ K - لاله آتشین از سلماس (Syn: *T. florenskyi* Woronow.)(*T. systola* Salmas ؛ ؛ لاله بیشه‌ای (*T. ulophylla* Wendelbo): L - تعدادی دانه گرده از منظر قطبی و استوایی، M – دانه گرده از منظر قطبی؛ N - لاله ارمنی (*T. armena*) از ماکو؛ O - لاله آتشین *T. systola* Stap. از دیواندره؛ لاله شعله آتشی (*T. tschimganica* Z.Botsch.): P – دانه گرده از پهلو، Q - نمای کلی دانه گرده از منظر استوایی با شیار و در پوش؛ لاله آستروفسکی (*T. tetraphylla* subsp. *ostrowskiana* (Regel) Raamsd.) (*T.*

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

ostrowskiana Regel): R – نمای کلی از قطب و پهلو، S – نمای کلی از پهلو؛ T - لاله فرگانیک (*T. ferganica* Vved): تعدادی دانه گرده از منظر قطبی و استوایی؛ مقیاس ۱۰ میکرون.

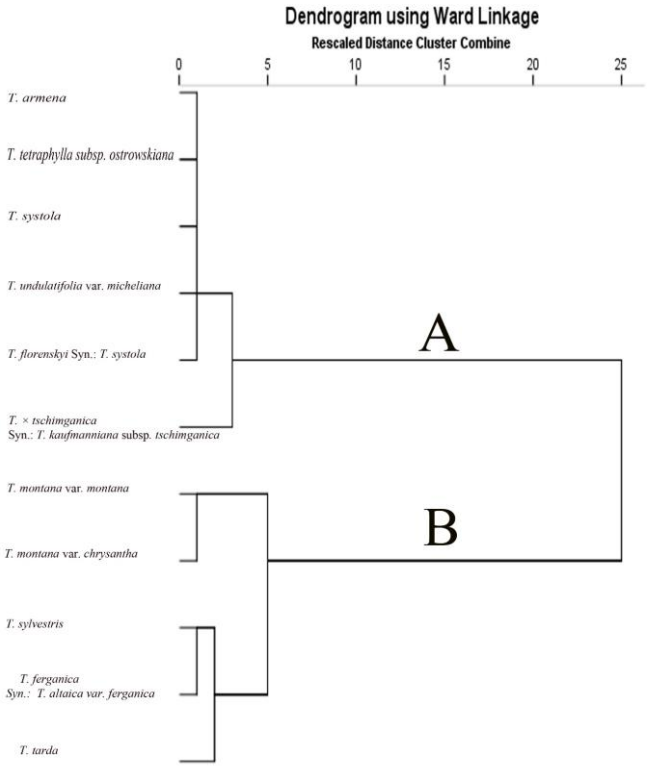


شکل ۳- میکروگراف‌های تزئینات سطحی دانه‌های گرده‌ی برخی از گونه‌های مورد مطالعه لاله به کمک میکروسکپ الکترونی نگاره (SEM) با بزرگنمایی: لاله جنگلی (*T. sylvestris* L.): A - از باغ گیاه شناسی دانشگاه دولتی مسکو، تزئینات سطحی دانه گرده سوراخدار- موجدار و تزئینات سطحی تکمه‌ای در محل شیار؛ B - لاله دیررس (*T. tarda* Stapf) تزئینات سطحی مشبک ریز– موج دار؛ C - لاله غزالی، لاله کوهی (*T. montana* var *Montana* L.): تزئینات سطحی صاف – موج دار؛ D -لاله کوهی زرد (*T. montana* var *chrysantha* L.) تزئینات سطحی تکمه‌ای ریز – موج دار؛ E - لاله خط دار (*T. undulatifolia* var. *michelian*): تزئینات سطحی صاف - موج دار - سوراخ دار؛ F - لاله آتشین (*T. systola* Stap.): از گرگان با تزئینات سطحی صاف - موج دار؛ G - لاله سلماسی (*T. florenskyi* Woronow.): تکمه ای – صاف - سوراخ دار ؛ H - لاله بیشه‌ای (*T. ulophylla* Wendelbo): تزئینات سطحی صاف - موج دار؛ لاله ارمنی (*T. armena*) از ماکو: I - تزئینات سطحی صاف – موج دار - سوراخ دار، J - تزئینات سطحی منطقه شیار با قطعات تکمه‌ای بزرگ با سطحی صاف – موج دار؛ K - لاله آتشین (*T. systola* Stap.) از دیواندره؛ L - لاله شعله آتشی(*T. tschimganica* Z.Botsch.) با تزئینات سطحی موج دار - سوراخ دار؛ M - لاله آستروفسکی (*T. ostrowskiana* Regel): لاله فرگانیک (*T. ferganica* Vved): N- تزئینات سطحی سوراخ دار – موج دار واقع در منطقه شیار با درپوشتعدادی، O - تزئینات سطحی سوراخ دار – موج دار و تزئینات تکمه‌ای اطراف شیار؛ مقیاس ۱ میکرون.



شکل ۴ - دندروگرام حاصل تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش ward برای داده‌های میکروسکوپ نوری لاله های مورد مطالعه

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337



شکل ۵ - دندروگرام حاصل آنالیز ادغام صفات مربوط به میکروسکوپ نوری و الکترونی برخی از لاله‌ها با استفاده از روش ward

بحث و نتیجه گیری

با بررسی دندروگرام (شکل ۴) حاصل از اطلاعات گرده شناسی ۳۰ نمونه لاله به‌وسیله داده‌های میکروسکوپ نوری نمونه‌ها به چهار گروه تقسیم شدند. گروه اول (A) که شامل اکثریت گونه‌ها می‌باشد دارای تنوعی از تمامی گونه‌های مورد بررسی است. در این گروه گونه‌های *T. heterophylla* و *T. montana* var. *montana* قرار دارند که همگی سه شیاره هستند. گونه *T. heterophylla,* از بخش *Oculis-Solis* Hall با تزئینات سطحی تکمه ای صاف است. در حالی‌که گونه *T. montana* var. *montana* از بخش *Clusianae* Baker با تزئینات موجدار- سوراخ‌داراست. همچنین سه گونه لاله دو گله (*T. biflora*) از کپه داغ ترکمنستان، لاله آتشین (*T. systola*) از سلماس و لاله ارمنی *T. armena* Boiss. از قره باغ در این گروه قرار گرفتند که لاله دو گله *T. biflora*، از بخش *Biflores* Hall تک شیاره با تزئینات سطحی موجدار- سوراخ‌دار است اما دو گونه دیگر از گروه A در دندوگرام شکل ۴، سه شیاره با تزئینات سطحی تکمه‌ای صاف می‌باشند. همان‌طوری‌که داده‌های تاکسونومیکی و مولکولی، دو گونه لاله آتشین (*T. systola*) و لاله ارمنی (*T. armena*) را در بخش لاله (Section *Tulipanum*) قرار می‌دهد، داده-های ریخت شناسی دانه گرده با این امر مطابقت دارد (۵۱) (۵۴). ریخت شناسی دانه گرده در جمعیت‌های مختلف لاله ارمنی تفاوت‌هایی را از خود نشان می‌دهد که این امر می‌تواند ناشی از شرایط اقلیمی متفاوت و تنوع درون گونه‌ای باشد. در این بررسی گرده‌های جمع‌آوری شده از منطقه قره باغ قفقاز و ماکو از ایران از نظر وضعیت دریچه (شیار)، حالت سه شیاره را نشان می‌دهد که این یافته با بسیاری از منابع مطابقت دارد (۲۶) (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) ولی در جمعیت‌هایی از ترکیه، حالت چهار یا پنج شیاره و در واریته (*T. armena* var. *galatica*) حالت بدون شیار گزارش شده است (۲۰). از طرفی قرار گرفتن این گونه با دو جمعیت مختلف در گروه‌های مجزا در دندروگرام تنوع درون گونه‌ای آن را نشان می‌دهد (شکل ۴). تفکیک زیر گونه‌های لاله کوهی شامل جمعیت‌هایی از کردستان، همدان، اصفهان، تهران برای لاله غزالی یا لاله کوهی

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

(*T. montana* var. *montana* L.) در گروه A، از جمعیت برداشت شده از قزوین برای لاله کوهی زرد (*T. montana* var *chrysantha* L.) در گروه B بطور جداگانه، بخوبی با داده‌های بدست آمده از «برش‌های ریز»[39] به‌کمک میکروسکپ الکترونی گذاره (TEM) هماهنگی دارد (۴۱). در گروه دوم (B) و سوم (C) در برگیرنده برخی از گونه‌های متعلق به زیرسرده *Eriostemones* است که ویژگی آنها عبارتند از تک شیاره با تزئینات سطحی موجدار – سوراخ‌دار می‌باشند. گونه-های این گروه ازنظر اندازه و نسبت P/E نزدیک به‌هم و با بقیه گونه‌ها فرق دارند. در گروه چهارم (D) دانه‌های گرده همگی متعلق به زیرسرده *Leiostemones* که ویژگی آنها عبارتند از: سه شیاره و از لحاظ شکل نزدیک به کروی و از نظر اندازه دانه گرده و قطر محور قطبی نزدیک به‌هم هستند و به‌دلیل اندازه بسیار بیشتر نسبت به بقیه گونه‌ها متفاوت می‌باشند و کوچکتر از بقیه گروه‌ها (A,B,C) می‌باشند. شکل گرده این گونه‌ها نزدیک به سرده‌های *Calochortus* و *Gagea* است (۳۹). در ادامه، قرار گرفتن جمعیت‌های مختلف از دیواندره، همدان، کرمانشاه و گرگان در لاله آتشین (*T. stylosa*) در کنار یکدیگر در گروه D هماهنگی داده‌های گرده شناسی با تاکسونومی را نشان می‌دهد و فقط از جمعیت مربوط به سلماس از آذربایجان در گروه دیگری قرار دارد که این تاثیر رویشگاه بر ویژگی‌های دانه گرده را نشان می‌دهند و به‌طور کلی برای برطرف شدن این موارد بهتر است به کمک میکروسکپ-های الکترونی گذاره صفات گرده شناسی دقیق‌تری همچون زیر ساختارهای لایه‌های اگزین و انتین نیز بررسی گردد تا اطلاعات جامع گرده شناسی فراهم آید.

دندروگرام حاصل آنالیز ادغام صفات دانه گرده مربوط به میکروسکوپ نوری و الکترون در شکل ۵ آمده است. ۱۳ نمونه گیاهی در دو گروه قرار گرفتند بدین ترتیب که گونه‌های لاله آرمنی (*T. armena*) از ماکو، لاله آستروفسکی (*T. ostrowskiana*)، لاله آتشین (*T. systola*) از کردستان: دیواندره، لاله خطدار (*T. undulatifolia* var. *micheliana*) (A) از خراسان: شیروان و لاله آتشین از سلماس *T. systola* همگی سه شیاره با تزئینات سطحی صاف تا تکمه‌ای‌ریز هستند در یک گروه و فقط لاله شعله آتشی (*T. tschimganica*) که از نظر تزئینات سطحی و اندازه دانه گرده با بقیه متفاوت است، در کنار این گروه می‌باشد که همگی در یک گروه واحد A قرار می‌گیرند که از نظر تاکسونومی در زیر سرده (*Liostemones*) *Tulipa* قراردارند (شکل ۵). در گروه مجزای دیگر گروه (B)، دو زیرگونه *T. montana* در یک انشعاب و دو گونه *T. tarda* و *T. sylvestris*، هر دو تک‌شیاره و متعلق به زیرسرده *Eriostemones*، در انشعابی دیگر در کنار یکدیگر مشاهده شدند. گونه لاله فرگانیک (*T. ferganica*) نیز در همین گروه قرار داشت که در بررسی حاضر، سه‌شیاره و گاهی بدون شیار گزارش گردیده است (۳۳).

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته (۳۷) (۳۴)، لاله‌های ایران بیشتر تک شیاره (monocolpate) و سه شیاره (tricolpate) هستند. با توجه به روند تکاملی گرده، گونه های زیرسرده *Tulipa* (*Liostemones*) با گرده‌های سه شیاره تکامل یافته‌تر از گرده‌های متعلق به زیر سرده *Eriostemones* با یک شیار است (۳۰) (۳۳). اطلاعات حاصل از مطالعات گرده‌شناسی، تقسیم‌بندی سرده لاله به دو زیرسرده *Tulipa* (*Liostemones*) و *Eriostemones* را تایید می‌کند و با رده‌بندی زیر سرده‌ها در غالب بخش‌ها توسط هال (Hall, 1940) و متین (۱۳۷۶) و اسدی و همکاران (۱۴۰۲) در اکثر موارد همخوانی دارد (۲) (۴) (۱۰) (۲۵). اطلاعات بدست آمده به کمک میکروسکوپ الکترونی نگاره برای گونه‌های مورد مطالعه با اطلاعات بدست آمده به‌کمک میکروسکوپ الکترونی گذاره (۳۷) (۳۹) در گونه‌های مختلف بخش‌های لاله و نیز با تحقیقات کاسنکا (۳۰) (۳۱) (۳۲) (۳۳) (۳۴) روی تیپ‌های ریخت شناسی دانه گرده لاله اختلافاتی را نشان می‌دهد که این امر بخاطر تنوع آب و هوایی مناطق مختلف برداشت دانه گرده است. به‌طورکلی می‌توان گفت داده-های بدست آمده با استفاده از برش‌های ریز میکروسکپ الکترونی گذاره (TEM) دیواره دانه گرده، روابط تاکسونومی گونه‌ها را تایید می‌نماید (۳۹ (۴۱) (۴۲).

با استفاده از نتایج بدست آمده و اطلاعات حاصل از منابع (۳۴) (۳۰) (۲۵) (۲۲) (۱۷) روند تکاملی زیر را می‌توان برای دیواره دانه گرده لاله در نظر گرفت. در ابتدای این روند دانه‌های گرده تک شیاره از جمله (*T. sylvestris* L.) از بخش (*Austerales* Baker.) قرار دارند (Van Raamsdonk, 1995). در ادامه دانه گرده تک شیاره با درپوش (*T. tarda* Stapf) از بخش (*Biflores* Hall ex Zonn)، حالت حد واسط بین دانه گرده تک شیاره و سه شیاره (*T. clusiana* DC.)، دانه گرده سه شیاره (*T. ulophylla* Wendelbo) از بخش (*Oculis-Solis* Hall)، حالت حد واسط دانه گرده سه شیاره و بدون شیار (*T. tschimganica* Z.Botsch) و در نهایت دانه گرده بدون شیار (لاله آذربایجانی *T. suaveolens* Roth (*T. schrenkii* Regl.) از بخش(*Gesnerianae*) قرار می‌گیرد. همچنین از لحاظ شکل

[39] Ultrasection

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

دانه گرده، از بیضی کشیده تا نزدیک به گرد (*T. ulophylla* Wendelbo) از بخش *Oculis*-Solis Hall، گونه های مختلف لاله قرار می‌گیرند. از نظر تزئینات سطحی از مشبک ریز (*T. tarda* Stapf.) از بخش *Biflores* Hall ex Zon)، موج دار، سوراخ دار تکامل یافته و در نهایت به تزئینات صاف می‌رسند. با توجه به تحقیقات انجام‌شده تاکنون، گرده منفذدار برای سرده لاله گزارش نشده است و اگر در جایی به وجود منفذ اشاره شده باشد، به روش آماده‌سازی نمونه‌های گرده مربوط می‌شود. چنانچه دانه‌های گرده‌ای که برای میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) آماده می‌شوند، ابتدا استولیز شوند، لایه انتین از بین می‌رود و نمی‌توان در مورد این لایه و وضعیت آن در دانه گرده به‌خوبی اظهار نظر کرد.

نتایج کلی

- بررسی جمعیت‌های یک گونه در رویشگاه‌های مختلف از نظر ریخت شناسی دانه گرده، با استفاده از میکروسکپ نوری و میکروسکپ الکترونی، تفاوت‌هایی را نشان می‌دهد؛ با این‌حال، داده‌های گرده‌شناسی بدست آمده با گونه‌های لاله در دو زیرسرده (*Liostemones*) *Tulipa* و *Eriostemones* مطابقت دارد.
- اگرچه میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) در مقایسه با میکروسکوپ نوری (LM) توانایی بیشتری در آشکارسازی و تشخیص جزئیات تزئینات سطحی اگزین دارد، اطلاعات حاصل از میکروسکوپ نوری، از جمله ابعاد دانه گرده و نمای کلی از مناظر قطبی و استوایی، همچنان از ارزش علمی بالایی برخوردار است و می‌تواند در تفکیک گونه‌ها مؤثر باشد.
- گونه‌های مورد مطالعه، بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناختی دانه گرده، به‌راحتی از یکدیگر قابل تفکیک هستند؛ این در حالی است که ویژگی‌های ریخت‌شناختی بخش‌های مختلف اندام‌های رویشی و زایشی آن‌ها شباهت زیادی به یکدیگر نشان می‌دهد.
- در ابتدای این روند دانه‌های گرده تک شیاره قرار دارند. در ادامه، دانه‌های گرده تک شیاره با درپوش، حالت حد واسط بین دانه گرده تک شیاره و سه شیاره، دانه‌های گرده سه شیاره، حالت حد واسط دانه‌های گرده سه شیاره و بدون شیار و در نهایت دانه‌های گرده بدون شیار مشاهده می‌شوند. از نظر شکل کلی نیز دانه‌های گرده گونه‌های مختلف *Tulipa* اشکالی از بیضی کشیده تا تقریباً کروی را نشان می‌دهند. همچنین، از نظر تزئینات سطحی اگزین، از مشبک ریز، موج دار، سوراخ دار تکامل یافته و به تزئینات صاف می‌رسند.
- ویژگی‌های دانه گرده لاله در میان دانه گرده تک لپه‌ای‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. دانه گرده در بسیاری از گونه‌های آن همانند نهاندانگان تک لپه‌ای از نوع تک شیاره است و در برخی گونه‌های لاله از نوع سه شیاره می‌باشد که این صفت آن به نهاندانگان دو لپه‌ای نزدیک می سازد.

تضاد منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ تضاد منافعی ندارند.

سپاسگزاری

از مسئولین محترم هرباریوم‌های مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور (RIFR)، دانشگاه‌های اصفهان (HUI)، الزهرا (ALUH)، خوارزمی (FAR)، رازی (RUHK)، مراکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های کرمانشاه (RANK)، کردستان (HUKS)، همدان و آذربایجان غربی، که با در اختیار قرار دادن نمونه‌های هرباریومی جهت بررسی فلور سرده لاله همکاری کردند، تشکر و قدردانی می‌شود. همچنین، از کارشناسان هرباریوم‌های گروه زمین‌گیاهشناسی دانشگاه دولتی مسکو لومونوسف (MSU)، هرباریوم آکادمی علوم روسیه (MHA) و انستیتوی گیاهشناسی کاماروف لنینگراد (PAH)، و نیز از پروفسور ای. و. کالیکوف که نمونه‌های زنده لاله باغ گیاشناسی دانشگاه دولتی مسکو لومونوسف (MW) را در اختیار این پژوهش قرار دادند، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

منابع فارسی:

۱. ابراهیم زاده حسن، دیانت نژاد حسن، فرهود داریوش، کرمی محمود. (۱۳۹۲). واژه نامه زیست شناسی، تهران: انتشارات علوی، ۱۰۰۰ ص.

۲. اسدی مصطفی، جلیلیان نسترن، جعفری آذرنوش، حیدرنیا نوشین، بخشی خانیکی غلامرضا، زارعی مهدی. (۱۴۰۲). فلور ایران-تیره های لاله، سنبل، شقاقل، مارچوبه و کوله خاس. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. شماره ۱۷۵ -۱۷۱، ۳۷۰ ص.

۳. پارسا احمد. (۱۳۵۵). فلور ایران، انتشارات دانشگاه تهران، جلد پنجم،

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

٤. جلیلیان نسترن، اسدی مصطفی، نعمتی پیکانی مصطفی رحیمی، حبیب اله. (۱۴۰۰). لاله ها گیاهان با ارزش زینتی در فلور ایران. نشریه طبیعت ایران، ۶ (۱)، ۴۵-۵۶.

٥. سالار الهه، توسلی اختر، جم زاد زیبا، (۱۳۹۲). مطالعه ریخت شناسی دانه گرده سرده لاله در ایران، مجله زیست شناسی کاربردی، ۶۰- ۴۲ :(۲) ۲۶.

٦. عطری مرتضی، (۱۳۸۹). واژه نامه علوم زیستی، همدان: انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی، دوره ۲ جلدی، ۲۱۱۶ ص.

۷. قهرمان احمد، (۱۳۷۳). کورموفیتهای ایران (سیستماتیک گیاهی)، انتشارات مرکز نشر دانشگاهی، جلد ۴:. ۴۲۹- ۴۳۴.

۸. قهرمان احمد، (۱۳۸۷- ۱۳۵۴). فلور رنگی ایران، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع جلدهای مرتبط.

۹. مبین، صادق، (۱۳۷۴). رستنی های ایران، انتشارات دانشگاه تهران جلد ۱، ص. ۱۱۳- ۱۰۱.

۱۰. متین، فریده، (۱۳۷۶). لاله های ایران، نگارش فریده متین، تهران: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ۸۶ ص.

۱۱. مظفریان ولی الله، (۱۳۷۳). رده بندی گیاهی،تهران: نشر دانش امروز) وابسته به موسسه انتشارات امیر کبیر، جلد ۱، ۵۰۱ ص

۱۲. مظفریان، ولی الله (۱۳۷۵). فرهنگ نام های گیاهان ایران (لاتینی، انگلیسی، فارسی)، تهران: فرهنگ معاصر، ۵۹۶ ص.

۱۳. معصومی سید محمد، (۱۳۷۸)، طرح پژوهشی ریخت شناسی دانه گرده لاله، انتشارات دانشگاه رازی، کرمانشاه، ۵۷ ص.

۱٤. ناظمی‌اردکانی شهرزاد، رحیمی راضیه، محرابیان احمد رضا، مصطفوی حسین، کیادلیری هادی، (۱۴۰۱). مراکز تنوع، الگوهای انتشار و اولویتهای حفاظتی خانواده لاله (Liliaceae) با تأکید بر اندمیسم در ایران، پژوهش‌های گیاهی، (۴) ۳۵، ۷۰۷-۷۲۰

منابع انگلیسی:

15. Baker J H, (1874). Revision of the genera and species of Tulipaceae. J. Linn. Soc. 14: 211–310.

16. Baranova M V, (1999). Bulbous plants of the Liliaceae family (Geography, Biomorphological analysis, Cultivation). Nauka Publishing House, St. Petersburg, Russia. 229 p. (In Russian).

17. Bobrov A E, Kupriyanova L A, Litvintseva M V, Tarasevich V F, (1983). Spores of ferns and pollen of gymnosperms and monocots of the flora of the European part of the USSR / [Rep. ed. L. A. Kupriyanova]. - L: Nauka: Leningrad. 208 p.

18. Boissier E, (1882). Flora Orientalis. Vol. 5: Geneva & Basle: H. Georg, 191-201.

19. Dashe H M, (1988). Breitrage zur Pollen morphological der gattung *Tulipa*. Wiss. Z. F. schiller univ., Jena .37: 177- 183.

20. Eker I, Babaç M T, Koyuncu M, (2014). Revision of the genus *Tulipa* L. (Liliaceae) in Turkey. *Phytotaxa* 157 (1): 1–112.

21. Erdtman G, (1943). An introduction to pollen analysis. Waltham: Mass, 239 p.

22. Erdtman G, (1952). Pollen morphology and plant taxonomy. Angiosperms (Introduction to Palynology. I). Stockholm, 539 p.

23. Ghahreman A, Attar F, and Ghahremaninejad F, (2007). A new species of *Tulipa* (Liliaceae) from Western Iran. Novon, 17(4): 437-439.

24. Halbritter H, Silva M, Grimsson F, Weber M, Zetter, R, Hesse, M, Buchner, R, Svojtka M, & Frosch-Radivo A, (2018). Illustrated pollen terminology, Second Edition, Springer, New York.

25. Hall A D, (1940). The Genus *Tulipa*. The Royal Horticultural Society, London, 212– 230.

26. Harly M M, (2003). A fresh look at *Tulipa* (Liliaceae) pollen. Polen. Vol. 13. P. 175-183.

27. Hesse M, Halbritter H, Zetter R, Weber M, Buchner R, Frosch-Radivo A, Ulrich S (2009). Pollen Terminology (An

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

illustrated handbook). Springer, New York.

28. IPNI (2023). International Plant Names Index. Published on the Internet http://www.ipni.org, The Royal Botanic Gardens, Kew, Harvard University Herbaria & Libraries and Australian National Herbarium. [Retrieved 25 July 2023].

29. Jalilian N, Assadi M, and Nemati M, (2019), A contribution to the taxonomic delimitation of *Tulipa armena* (Liliaceae) and a key to the Iranian species. Feddes Repertorium, 130: 389-395.

30. Kosenko V N, (1990). Possible trends of evolution of pollen grains wall with special reference to the genus *Tulipa* (Liliaceae). Bot. Zh. (Leningrad) 75: 25-38. (In Russian).

31. Kosenko V N, (1991). Pollen morphology of the family Liliaceae s. str. Bot. Zh. (Leningrad) 76: 1696-1706. (in Russian).

32. Kosenko V N, (1992). Pollen morphology and systematic problems of the Liliaceae family. Bot. Zh. (Leningrad) 77 (3): 1-15. (In Russian).

33. Kosenko V N, (1996). Palynomorphology of the order Liliales Lindley in connection with problems of systematization (Dis.) Russian Academy of Science, Botanic. Institute of the Komarov, Petersburg. (In Russian).

34. Kosenko V N, (1999). Contributions to the pollen morphology and taxonomy of the Liliaceae. Grana 38:20-30.

35. Kuprianova L A, (1983). *Erythronium*, *Tulipa, Lilium*. ± In: Spores of pteridophytes and pollen of gymnosperms and monocotyledons of the flora of the European Russia (ed. L. A. Kuprianova), Nauka, Leningrad P. 147-149. (In Russian).

36. Matin F, and Iranshahr M, (1998). A new species of the genus *Tulipa* (Liliaceae) from Iran. Iranian Journal of Botany, 7: 227-229.

37. Maassoumi S M, (2003). Ultrastructure of the pollen grains in the tribes Lioydieae, Lilieae, Tulipeae (Liliaceae). Abstract of the Third International Conference on the Comparative Biology of the Monocotyledons & The Forth International Symposium on Grass Systematics and Evolution, Ontario, California, USA. P. 54.

38. Maassoumi, S M, (2004). Sporoderm ultrasculpture and ultrastructure in representative of genera *Amana* Honda. (Liliaceae Juss.). The International Science Conference on development of a botanical science in the Central Asia and its integration into manufacture, Tashkent, Uzbekistan. P. 156-158. (In Russian).

39. Maassoumi S M, (2005). Ultrastructure and ultrasculpture of the pollen grains wall in Liliaceae Juss. In connection with questions of their systematization: Abstract of dissertation, Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. 22 p. (in Russian).

40. Maassoumi S M, (2007). Pollen morphology in Iranian species of Genus *Tulipa* (Liliaceae) Abstract of the 1st National Plant Taxonomy Conference of Iran. P. 98.

41. Maassumi SM, (2008). The exine ultrastructure and ultrasculpture of the pollen grains in *Tulipa* L. (Liliaceae Juss.). Materials of the All-Russian palynological conference XII "palynology: Stratigraphy and Geoecology" Vol. I, P. 87-92. (In Russian).

42. Masoumi S M, & Heidarian M, (2024). Pollen micromorphology and ultrastructure of some species of *Tulipa* and its taxonomical implication. Grana, 63(1), 36–51. https://doi.org/10.1080/00173134.2024.2322727

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱
DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

43. Moein F, R Majidi, Z Khazaei, and Alipour S, (2023) *Tulipa sarvestanica* (Liliaceae), a new species from south-western Iran. Phytotaxa 630 (1): 087–092.

44. Parsa A, (1950). *Tulipa* L. In: Flora de l'Iran, du Ministere de L'education Museum d' Histories Naturelle de Tehran. 199 – 228.

45. POWO (2024). "Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; http://www.plantsoftheworldonline.org/ Retrieved 27 January 2024."

46. Punt S, Black Moore W, Nillson S, Le Thomas A, (2007). Glossary of Pollen and Spore Terminology. Review of Palaeobotany and Palynology.

47. Radulescu D, (1972). Recherches morpho-palynologiques sur la famille Liliaceae Acta Bot. Horti. Bucurest. P. 133-248.

48. Rechinger K H, (1990). *Tulipa* L. (Liliaceae). In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora Iranica, Academische Druck-und, Verlagsanstalt, Graz, Austria,165: 76-103.

49. Schulze W, (1980). Beiträge zur Taxonomie der Liliefloren. V. Der Umfang der Liliaceae. Wiss. Z. F. // Schiller Univ. Jena. Bd.29. S.607-636.

50. *Tulipa*, The plant list: http://www.theplantlist.org/tpl1.1/search?q=tulipa

51. Van Raamsdonk L W D, de Vries, T. (1995). Species relationships and taxonomy in *Tulipa* subg. *Tulipa* (Liliaceae). Pl Syst Evol 195, 13–44. https://doi.org/10.1007/BF00982313

52. Wendelbo P, (1977). *Tulipa* and Irises of Iran and Their relatives. Botanical Institute of Iran, Tehran. 88 p.

53. Zojajifar S. and Sheidai, M., 2001. A new species of the genus *Tulipa* (Liliaceae) from Iran. The Iranian Journal of Botany, 9: 65-67.

54. Zonneveld, B.J.M., 2009. The systematic value of nuclear genome size for all species of *Tulipa* L. Plant Systematics and Evolution. 281: 217-245.

مقاله پژوهشی، صفحات ۱۶۵-۱۸۱

DOI: 10.22034/jpr.2024.8410.3337

Pollen morphology and its application in the taxonomy of some species of *Tulipa* in Iran, Central Asia and Russia

[1] Faragallah Mohammaditabar, [2*] Seyed Mohammad Masoumi, [3] Nastaran Jalilian

[1] Management of Education and Training in Baghmalek County, Khoszestan, Iran; Department of Biology, Razi University, Kermanshah, Iran
[2] Department of Biology, Razi University, Kermanshah, Iran
[3] Research Division of Natural resources, Kermanshah Agricultural and Natural Resources, Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, Iran.

***Corresponding Author Email: maassoumi@gmail.com**

Abstract

Pollen grains of 30 specimens from different tulip populations of 15 species were analyzed via light microscopy (LM) and for more detailed observations, 13 specimens were studied by scanning electron microscope (SEM). Pollens were collected from living specimens of the Russian Botanical Garden and also from different herbaria of Iran, Central Asia and Russia. In this study, the Acetolysis method was used for LM observations, while for SEM studies, unacetolysis pollen grains were used. The research revealed that the examined species exhibited distinct characteristics, including heterogeneity, bilateral symmetry, monosulcate and trisulcate features, as well as spherical to elliptical shapes. The outline of polar view in pollen is spheroidal and equatorial, oblate-spheroidal. The species differed from one another in terms of muri and lumina. The smallest pollen grains were observed in *T. hoogiana* B. Fedtschenko from the subgenus *Leiostemones* (4.5±2.33 µm), while the largest belonged to *T. sylvestris* var. *biebersteiniana* (Schult. f.) Regel) from the subgenus *Eriostemones* (8.6±4.62 µm). In general, pollen grains in the subgenus *Eriostemones* are monosulcate, with perforate-verrucate and reticulate exine ornamentation, whereas those in the subgenus *Leiostemones* are trisulcate, with granulate and psilate ornamentation. Although some of the studied species are considered synonyms using molecular data, their presence in different habitats has caused differences in palynological characteristics. Therefore, palynological characterization of pollen grains can serve as a key trait alongside other characteristics for distinguishing between subgenera, sections, and species in taxonomic studies of the genus *Tulipa*.

Key words: Exine, LM, Section, SEM, subgenus