


## Original Article



# Pollen of Prominent Cultivated Trees and Wild Herbaceous Plant Species of Tehran Metropolis: an Ecologic-allergic Approach

Received: 2023.01.08  
Accepted: 2023.06.28

Majid Beheshti,<sup>1</sup> Ahmadreza Mehrabian,<sup>1\*</sup>  Farzaneh Khajoei Nasab<sup>1</sup>,  
Mohammad Reza Fazlollahi<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Plant Sciences and Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

<sup>2</sup> Immunology, Asthma and Allergy Research Institute Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

## EXTENDED ABSTRACT

**Introduction:** Providing a palynological database is one of the important measures in order to manage the environment of Tehran Metropolises. This database can also be used for the Pollen Atlas of Iran, pollen calendar, aerobiology, climate change, botany, the management of asthma and allergies, archaeological as well as melissopalynological studies in Tehran. Up until now, little attention has been paid to this scope, so it seems to be necessary to prepare the mentioned database. The aims of this study is to prepare SEM images of pollen grains, describe the diagnostic characteristics of pollen grains and analyze the characteristics of pollen grains in relation to allergenic properties.

**Material and Methods:** Plant samples of this study were collected from parks and various urban green spaces as well wildlands in Tehran during 2001 to 2021. It was also deposited in the herbarium of Shahid Beheshti University (HSBU). These specimens were identified using scientific sources such as Flora of Iran, Flora Iranica, Flora of Tehran, Flora of Turkey, Flora of USSR and some illustrated guide on garden plants. Therefore, the pollen grains were photographed using Scanning Electron Microscopy (SEM). The 12-20 pollen grains of each species were evaluated using Image Tools 3.6 software to evaluate quantitative morphological traits. The terminology used to describe the pollen characters according to Erdtman, Punt, and Hesse. Finally, a comprehensive description of the quantitative and qualitative morphological traits of pollen grains was prepared.

**Results and Discussion:** In this study, pollen grains of 92 species belonging to 42 trees and herbaceous plant genera were studied. The Asteraceae with 11 species had the highest number of species in this study. The pollen grains included monad (91) and tetrad (1). Also, 70 species are isopolar and 22 species are heteropolar. Sculpturing includes 16 different types. Pollen ornamentation including 16 diverse types that reticulate, microreticulate as well perforate have the highest abundance in the studied species. The 35 plant taxa have allergenic properties based on previously published scientific studies.

**Conclusion:** This study is the first SEM pollen data base. on Tehran including 92 plant species belonging to 42 families of cultivated trees as well as wild herbs. The results of this study showed that several species have been planted regardless of their allergic effects. In addition, this study provides an important reference for allergy studies. Finally, pay attention to the planting of non-allergenic plant species is one of the important ecological considerations in city management.

**Keywords:** Palynology, Allergy, Urban area, Ecology, Tehran

**How to cite this article:**  
Beheshti, M., Mehrabian, A., Khajoei Nasab, F. and Fazlollahi, M.R., 2024.  
*Pollen of prominent cultivated trees and wild herbaceous plant species of Tehran metropolis: an ecologic-allergic approach.*  
*Environmental Sciences.*  
21(4): 135-138.

\* Corresponding Author Email Address: a\_mehrabian@sbu.ac.ir  
DOI: 10.48308/envs.2023.1046




Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

## مطالعات گرده برخی از گونه های بومی و غیربومی شاخص شهر تهران: رویکرد سلامت شهری



تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۰/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۴/۰۷

مجید بهشتی<sup>۱</sup>، احمدرضا محرابیان<sup>۱\*</sup> , فرزانه خواجهی نسب<sup>۱</sup>، محمدرضا فضل الهی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات ایمنولوژی، آسم و آلرژی، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

### چکیده مبسوط

**سابقه و هدف:** تهیه و تدوین داده های گرده شناختی یکی از اقدامات مهم در راستای مدیریت محیط زیست شهر تهران است. این بانک اطلاعاتی در راستای تهیه اطلس گرده شناسی و تهیه تقویم گرد های ایران، زیست شناسی هوا، تغییرات اقلیم، گیاه شناسی، مدیریت آسم و آلرژی شهر تهران، باستان شناسی، گرده شناسی عسل نیز کاربرد دارد. تاکنون مطالعات محدودی در این حوزه به انجام رسیده است، بنابراین تهیه این بانک اطلاعات ضروری به نظر می رسد. هدف این مطالعه عبارت است از تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه های گرده، تشریح صفات تشخیصی دانه های گرده و تحلیل ویژگی های دانه های گرده در رابطه با ویژگی های آلرژی زا.

**مواد و روش ها:** نمونه های گیاهی این مطالعه در طی بازه های زمانی ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ (به صورت ناپیوسته) از بوستانها و بخشهای متنوع فضای سبز سطح شهر تهران جمع آوری شدند. نمونه های تثبیت شدند و سپس با استفاده از جمع آوری شده در هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی منابع و فلورهای معتبر مانند فلور ایران و فلور ایرانیکا، روسیه، ترکیه و برخی از اطلس های تصویر باغبانی شناسایی شدند. پس از این مرحله دانه های گرده تصویر برداری شدند. از هر گونه گرده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی روبشی دانه ی گرده جهت ارزیابی صفات ریخت شناسی کمی با استفاده از نرم افزا ر image tools 3.6 مورد بررسی قرار گرفتند. واژگان شناسی براساس آرتمن، پونت و هسه انجام شده است. در نهایت شرح جامعی از صفات ریختی کمی و کیفی دانه ای گرده هر گونه تهیه گردید.

**نتایج و بحث:** در این پژوهش دانه های گرده ۹۲ گونه متعلق به ۴۲ تیره ی گیاهی درختی کاشته شده و علفی خودرو مورد بررسی قرار گرفته است. تیره ی آفتابگردان با ۱۱ گونه، بیشترین تعداد گونه در این پژوهش را به خود اختصاص داده است. دانه های گرده مورد بررسی در این پژوهش میباشند. همچنین از tetrad و یک گونه از نوع monad بعد واحد انتشار شامل، ۹۱ گونه از نوع منظر قطبیت، ۷۰ گونه از نوع جور قطب و ۲۲ گونه ناجور قطب میباشند. تیپ تزئینات شامل ۱۶ نوع مختلف هستند که انواع مشبک، ریز مشبک و منفذدار بیشترین فراوانی را در گرده گونه های مورد بررسی به خود اختصاص می دهند. به علاوه ۳۵ تاکسون گیاهی براساس منابع منتشر شده قبلی دارای تاثیرات آلرژی زا هستند.

**نتیجه گیری:** مطالعه نخستین اطلس تصویری دانه های گرده براساس میکروسکوپ الکترونی از تاکسون های درختی کاشته شده و علفی خودرو تهران متعلق به ۹۲ گونه گیاهی از ۴۲ تیره است. نتایج این مطالعه نشان میدهد که گونه های متعددی علیرغم آلرژی زا بی آن ها در شهر تهران کاشته شده است. به علاوه نتایج این مطالعه به عنوان یک مرجع مهم برای تحلیل مطالعات آلرژی زا بی است. بنابراین توجه به کاشت گونه های گیاهی غیرآلرژی زا یکی از مهمترین ملاحظات در مدیریت شهری محسوب می گردد.

**واژه های کلیدی:** گرده، آلرژی، بوم شناسی، مناطق شهری تهران

*استناد به این مقاله:* بهشتی، م، م. محرابیان، ف. خواجهی نسب و م. فضل الهی. ۱۴۰۲. مطالعات گرده برخی از گونه های بومی و غیربومی شاخص شهر تهران: رویکرد سلامت شهری. فصلنامه علوم محیطی. ۲۱ (۴): ۱۳۵-۱۵۸.

\* Corresponding Author. Email Address: a\_mehrabian@sbu.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2023.1046



Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

## مقدمه

گرده‌شناسی پزشکی به ابعاد متنوعی چون اهمیت تغذیه‌ای گرده (Feas *et al.*, 2012)، آلرژی‌زایی (Agashe and Caulton, 2008) و نیز پزشکی قانونی (Mildenhall, 2004) می‌پردازد. انجام همه این مطالعات به وجود منابع اطلاعاتی گرده‌شناسی مانند اطلس‌ها و کلیدهای گرده‌شناسی وابسته است به همین جهت تاکنون مطالعات متعددی در دنیا در این زمینه انجام شده است. اطلس گرده‌شناسی و دیرین-شناسی جنوب شرق برزیل (Rodrigues-Filho and Müller, 1999)، واژه‌نامه تصویری دانه‌های گرده (Halbritter *et al.*, 2020)، اطلس گرده شناسی آمازون (Colinvaux *et al.*, 1999)، اطلس گرده و اسپوره‌های سرخس‌ها و خویشاوندان آن‌ها در زلاند نو (Large 1991)، اطلس دانه‌های گرده و فسیل‌های نیوزلند (Raine *et al.*, 2011)، اطلس دانه‌های گرده گونه‌های درختی و درختچه ای کانادا (Adams and Morton 1972)، دانه‌های گرده جنوب شرق ایالات متحده آمریکا (Jones *et al.*, 1995)، اطلس دانه‌های گرده و اسپوره‌های معلق در هوا (Hyde and Adams, 1958)، اطلس گرده‌شناسی مناطق گرمسیری غرب آفریقا (Gosling, Miller *et al.* 2013)، اطلس گرده گیاهان مورد استفاده زنبور عسل (da Silva *et al.*, 2020)، اطلس اسپورها و فسیل‌های آمریکا و روسیه (Ames and Spackman, 1985)، از شاخص‌ترین مطالعات انجام شده در این حوزه در سطح جهان هستند.

تهیه و تدوین داده‌های گرده‌شناسی مبنای اصلی مطالعات آلرژی محسوب می‌گردد. انتشار دانه‌های گرده دارای تاثیرات بالینی بر انسان بوده و سبب تبعات متعدد محیط زیستی، بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی گوناگونی در مناطق شهری است (Cariñanos and Casares-Porcel, 2011). نسبت چشمگیری از جمعیت‌های مناطق شهری دنیا تحت تاثیر تبعات منفی آلرژی‌زایی دانه‌های گرده قرار دارند (Pawankar, 2014) که سبب تحمیل هزینه‌های درمانی زیادی به مردم و دولت‌ها می‌گردد (Weis and

Sullivan, 2001). در سال‌های اخیر تغییر اقلیمی به عنوان یکی از عوامل تاثیر گذار بر شیوه و شدت انتشار دانه‌های گرده، بر شدت آلرژی‌زایی دانه‌های گرده افزوده است (Gilmour *et al.*, 2006; Cecchi *et al.*, 2010). این در حالی است که برهمکنش منفی بین آلاینده‌های شیمیایی هوا و دانه‌های گرده سبب تاثیرات منفی آلرژی‌زایی شدیدی در ساکنین شهرها شده است. مطالعات نشان می‌دهد که آلاینده‌های شیمیایی موجود در هوای شهرها سبب تسهیل در رها شدن عوامل آلرژن و سبب تقویت اثرات آلرژی‌زایی دانه‌های گرده می‌گردند (Sedghy *et al.*, 2018). از طرفی دانه‌های گرده با داشتن منافذ متعدد حامل دامنه گسترده-ای از انواع آلاینده‌های شهری هستند (Behrendt *et al.*, 1997) که در مطالعات دانه‌های گرده شهری در اروپا (Ziello *et al.*, 2012)، استرالیا (Haberle *et al.*, 2014)، سوئد (Nilsson and Persson, 1981)، گزارش نیز شده است. در کشور ایران نیز ارزیابی و شمارش دانه‌های گرده توسط Kimiayi *et al.* (1970)، Shafiee (1976) و Majd *et al.* (2018) انجام شده است. به علاوه آلرژی‌زایی گیاهان پاییزه در رینیت آلرژی در شهر تهران توسط Arshi *et al.* (2010) مورد ارزیابی قرار گرفته است.

تهران با تنوع اقلیمی گسترده که از تنوع ژئومورفولوژیک آن منشاء می‌گیرد دارای گوناگونی وسیعی در شرایط بوم‌شناختی است که زمینه ساز استقرار دامنه متنوعی از گونه‌های بومی و کشاورزی در این ابرشهر گردیده است. در این گسترده بوم‌شناختی جمعیت‌های گسترده انسانی، استقرار یافته‌اند که بر مدیریت بوم‌شناختی آن تاکید می‌کند. بنابراین تهیه منبع پایه گرده‌شناسی نقش مهمی در مدیریت محیط زیست و بهداشت شهری دارد. این داده‌ها به عنوان بخشی از بانک اطلاعاتی گرده کشور در تهیه اطلس گرده‌شناسی کشور، تهیه تقویم گرده‌ای و مدیریت آسم و آلرژی شهر تهران کاربرد دارد. تاکنون مطالعاتی پیرامون اطلس گرده‌ای شهر تهران بر اساس تصاویر

فصلنامه علوم محیطی، دوره ۲۱، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۲

بخش های میانی و جنوبی متأثر از اقلیم مدیترانه ای خشک قاره ای و مدیترانه ای خشک چند فصلی است (Djamali *et al.*, 2011).

### منطقه مورد مطالعه

جهت انجام این مطالعه ابتدا فهرستی از گیاهان موجود براساس منابع منتشر شده تدوین شد. مهمترین این منابع عبارتند از گونه های گیاهی ناحیه کوهستانی اوین-درکه (Mehrabian *et al.*, 2005)، فلور و فضای سبز دانشگاه شهید بهشتی (Mehrabian, 2003)، گیاهان کاشته شده در سطح شهر تهران (Mirzadeh Vaghefi *et al.*, 2008) و نیز فهرست گونه های فضای سبز شهر تهران (سازمان پارک ها و فضای سبز شهر تهران ۱۳۸۶). نمونه های گیاهی مورد مطالعه براساس پیمایش میدانی در بوستان ها و مناطق فضای سبز شهر تهران جمع آوری در فاصله سال های ۱۳۸۰ تا ۱۴۰۰ جمع آوری شد است. به علاوه بخشی از نمونه های آزمایشگاهی از هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) ارزیابی شده است. سپس نمونه براساس استانداردهای گیاه شناسی در هرباریوم دانشگاه شهید بهشتی تثبیت شدند. شناسایی نمونه های گیاهی براساس فلور ایرانیکا (Rechinger, 1963-2018)، فلور ایران (Assadi *et al.*, 1984-2018)، درخت ها و درختچه های ایران (Mozzafarian, 2003)، فلور ترکیه (Davis, 1965-1988)، گیاهان مناسب در مکان های مناسب (Lancaster, 2002)، دائرة المعارف تصویری درختان (More and White, 2013) (The Illustrated Encyclopedia of Trees) گیاهان ترجیحی در مکان های ترجیحی (Lancaster, 2002) (Perfect plants, perfect places) و دائرة المعارف درختان (McGinlay, 2017) انجام شد. پس از این مرحله دانه های گرده آماده استخراج شده از نمونه های هرباریومی را بر روی پایه های مخصوص قرار داده و با فلز طلا پوشش دهی شدند. سپس نمونه ها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی تصویر برداری شد. دانه های گرده پس از تهیه تصاویر بر اساس منبع معتبر گرده شناسی Wodehouse 1935; Halbritter *et al.*

میکروسکوپ الکترونی نگاره انجام نشده و نیز بواسطه ضرورت ایجاد این اطلس در مطالعات متنوع بوم شناختی و برنامه ریزی شهری، بر ضرورت این مطالعه تاکید می کند. اهداف اصلی این مطالعه عبارتند از جمع آوری اطلاعات گرده ای اعم از تصاویر و شرح های تشخیصی گیاه شناختی، تحلیل صفات ریخت شناسی گرده و تهیه اطلس گرده-شناسی شهر تهران. نتایج این مطالعه می تواند به عنوان مبنایی جهت تحلیل سایر مطالعات مبتنی بر گرده شناسی (باستان شناسی و دیرینه شناسی، گیاه شناسی و بوم شناسی گیاهی) به کار گرفته شود. به علاوه انجام این مطالعه به عنوان یک مطالعه اولیه و نمونه می تواند در شهرکلان شهرهای کشور به انجام برسد.

### مواد و روش ها

#### جغرافیای طبیعی منطقه

محدوده مورد بررسی از منظر جغرافیای طبیعی به عنوان بخشی از واحد ژئومورفولوژیک البرز (Alaee Taleqani, 2002) طبقه بندی می گردد که در بخش های شمالی به دامنه های جنوبی البرز و در بخش های جنوبی به دشت های ناهموار جنوبی کهریزک محدود می گردد. ابرشهر تهران از شمال شرق به گردنه ی کوچک و تپه های سوهانک، از شمال به ارتفاعات توچال، از شمال غربی به ارتفاعات امامزاده داود و از غرب به چیتگر و کوه دشته، از جنوب شرق به ارتفاعات بی بی شهربانو و کوه های سه پایه، از شرق به سرخه حصار و جاجرود منتهی می گردد (Ghahreman and Attar, 2002). از منظر جغرافیای گیاهی در زیرحوزه آتروپاتن متعلق به حوزه ایرانو-ارمنستان از ناحیه ایرانو-تورانی طبقه بندی می-گردد (Takhtajan, 1986). این منطقه از بعد زمین شناسی تشکیلات زمین شناسی رسوبی و آتشفشانی را در برمی گیرد. خاک های منطقه شامل خاک های رسوبی بافت ریز، سیروزوم و لیتوسول است (Dewan *et al.*, 1963). از منظر اقلیم شناسی زیستی شهر تهران در بخش های شمالی متأثر از اقلیم زیستی مدیترانه ای قاره اقیانوسی چند فصلی، در

مورد ارزیابی قرار گرفت. (<http://www.pollenlibrary.com>)

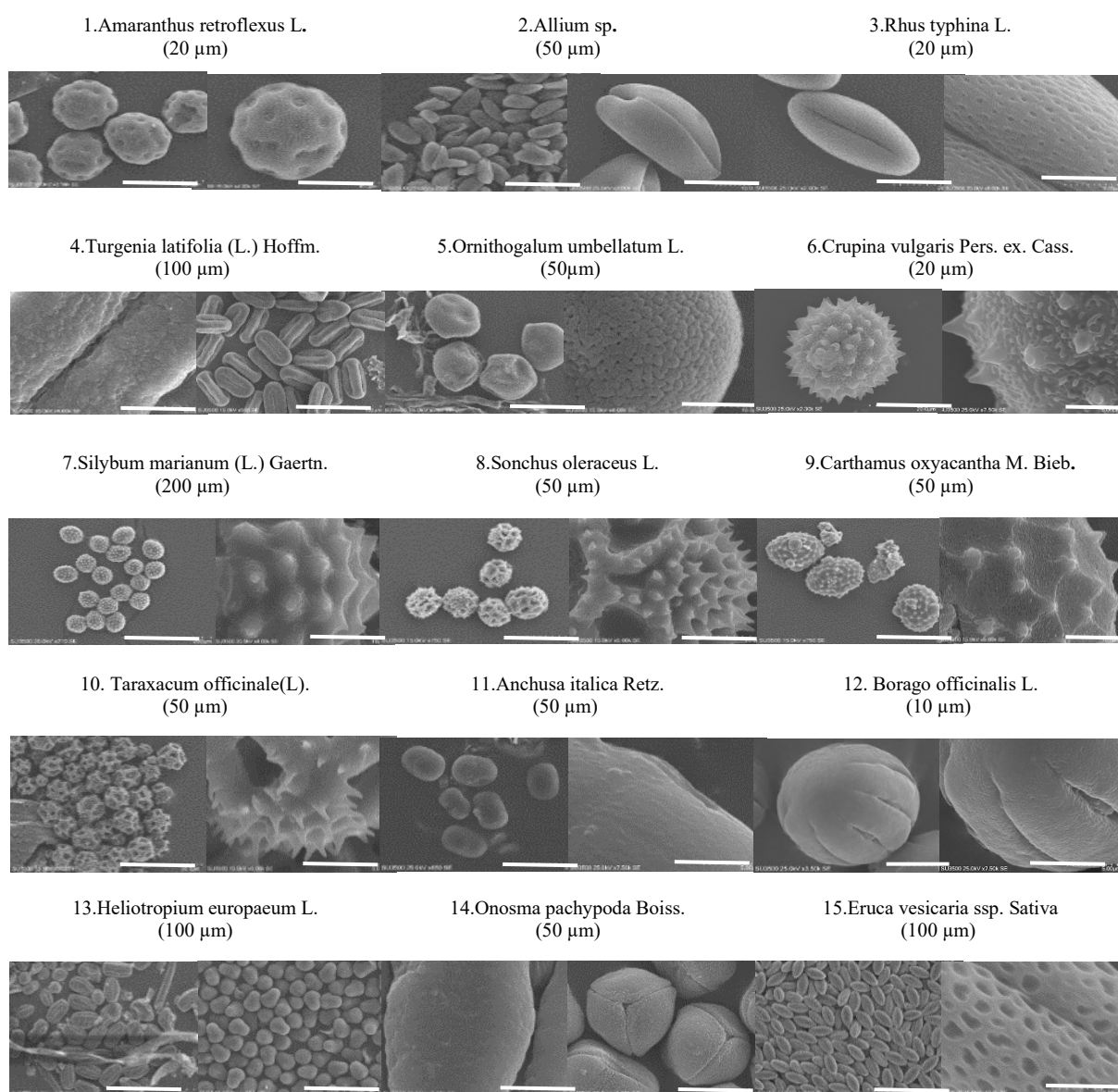
### نتایج و بحث

در این پژوهش دانه‌های گرده ۹۲ گونه گیاهی متعلق به ۴۲ تیره گیاهی درختی کاشته و علفی خودرو مورد بررسی قرار گرفته است. تیره آفتابگردان با ۱۱ گونه بیشترین تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص داده است. (جدول ۱).

(*al.*, 2020; Punt *et al.*, 2006; Erdtman, 1934) بندی و توصیف گردیدند. از هر گونه ۲۰-۱۲ دانه گرده جهت ارزیابی صفات ریختی کمی با استفاده از نرم افزار Image Tools 3.6 مورد بررسی قرار گرفت. به علاوه قابلیت آلرژی‌زایی تیره‌ها و جنس‌های موجود در این مطالعه با استفاده از منابع معتبر علمی (D'Amato, *et al.*, 2007; Cecchi *et al.*, 2010, Ghosh, *et al.*, 2007; Mansouritorghabeh *et al.* 2019) و سایت‌های معتبر

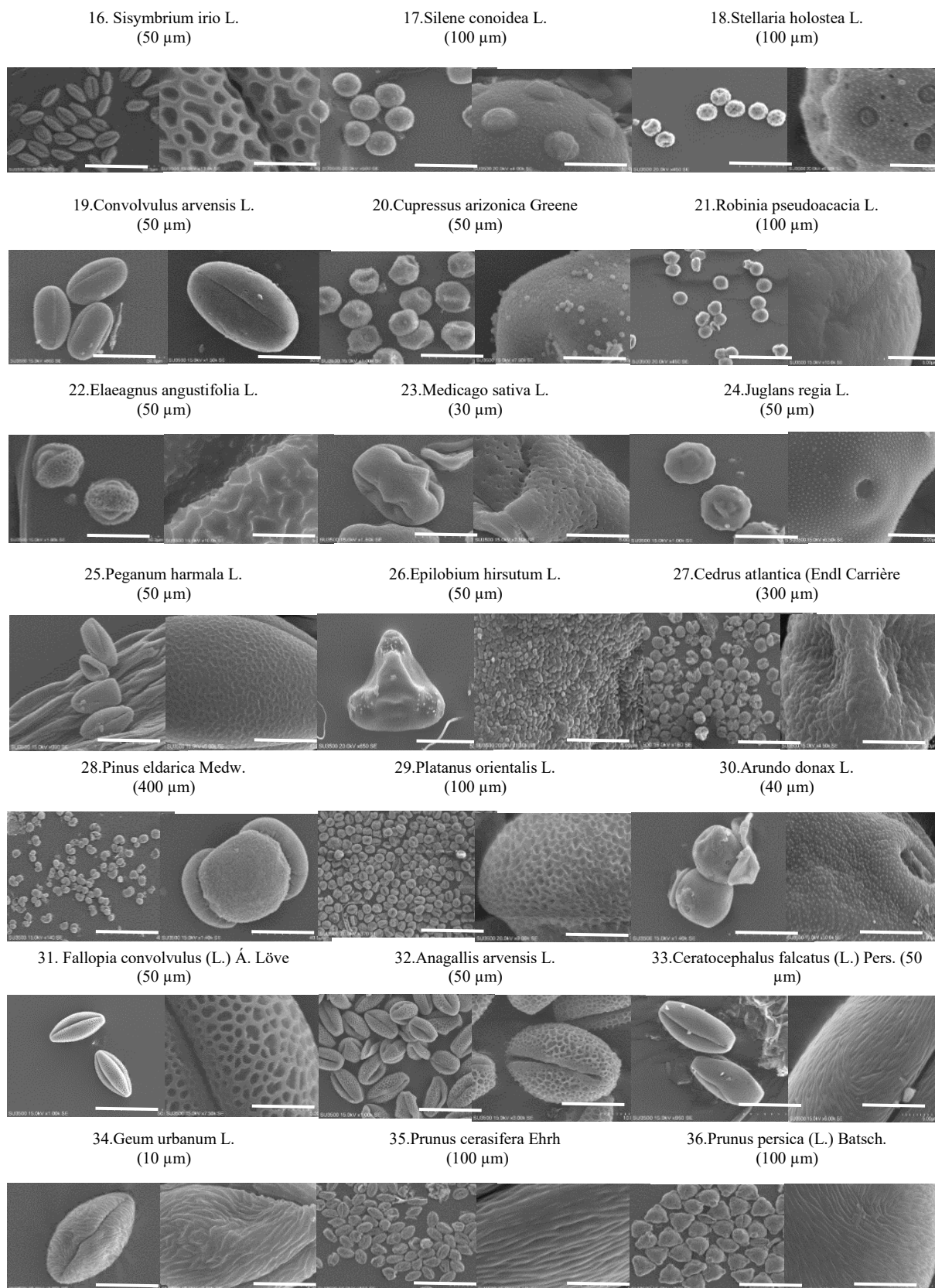
جدول ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرده گونه‌های درختی کاشته شده و علفی خودرو

Table 1. SEM of pollen's cultivated trees and wild herbaceous species



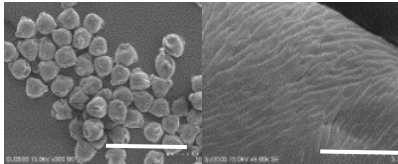
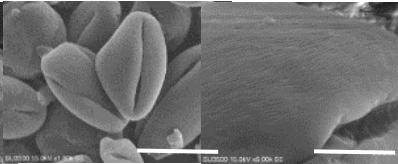
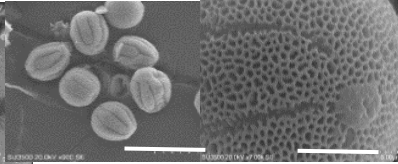
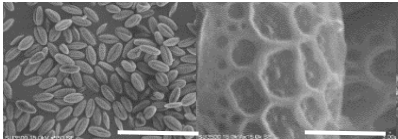
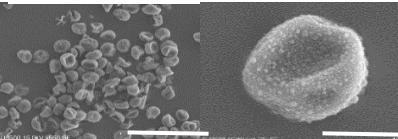
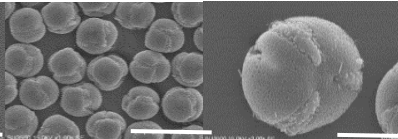
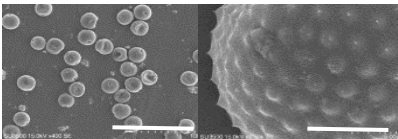
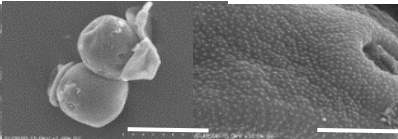
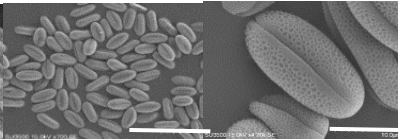
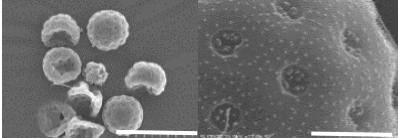
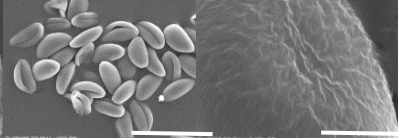
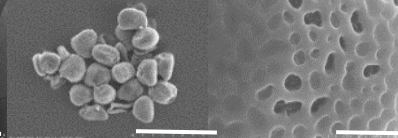
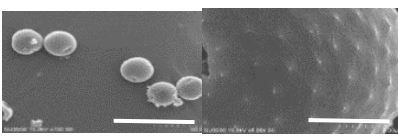
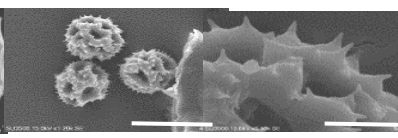
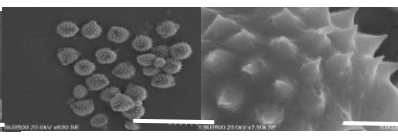
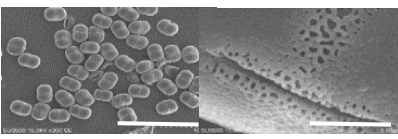
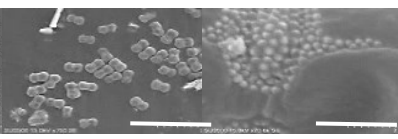
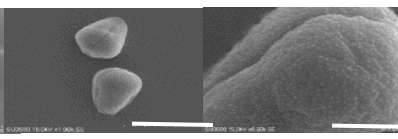
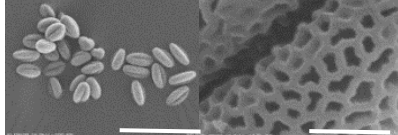
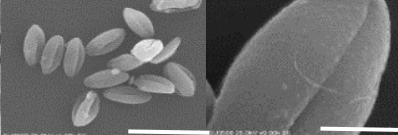
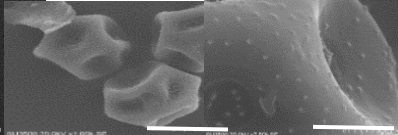
ادامه جدول ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرده های درختی کاشته شده و علفی خودرو

Table 1. SEM of pollen's cultivated trees and wild herbaceous species



ادامه جدول ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرده گونه های درختی کاشته شده و علفی خودرو

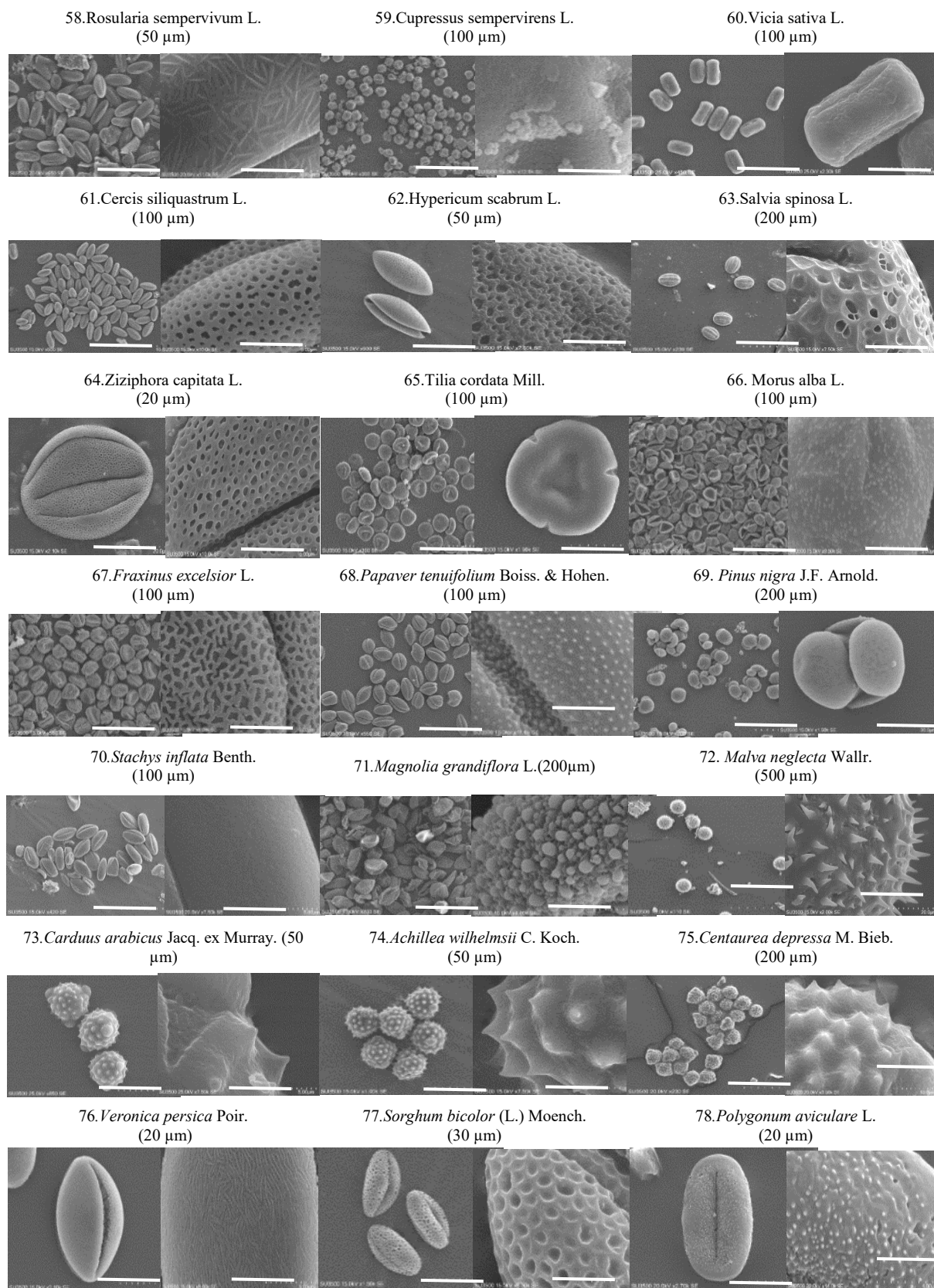
Table 1. SEM of pollen's cultivated trees and wild herbaceous species

37. <i>Prunus persica</i> var. <i>nectarina</i> . (100 $\mu$ m)	38. <i>Malus sylvestris</i> L. Mill. (30 $\mu$ m)	39. <i>Galium aparine</i> L. (50 $\mu$ m)
		
40. <i>Salix aegyptiaca</i> L. (100 $\mu$ m)	41. <i>Populus nigra</i> L. (100 $\mu$ m)	42. <i>Verbascum songaricum</i> Schrenk. (50 $\mu$ m)
		
43. <i>Solanum nigrum</i> L. (100 $\mu$ m)	44. <i>Ulmus minor</i> Mill. (40 $\mu$ m)	45. <i>Zygophyllum fabago</i> L. (50 $\mu$ m)
		
46. <i>Atriplex patula</i> L. (40 $\mu$ m)	47. <i>Allium</i> sp. (50 $\mu$ m)	48. <i>Washingtonia robusta</i> H. Wendl (100 $\mu$ m)
		
49. <i>Xanthium strumarium</i> L. (50 $\mu$ m)	50. <i>Launaea acanthodes</i> (Boiss.) Kuntze (40 $\mu$ m)	51. <i>Anthemis cotula</i> L. (50 $\mu$ m)
		
52. <i>Anchusa azurea</i> P. Mill. (100 $\mu$ m)	53. <i>Lithospermum arvense</i> L. (50 $\mu$ m)	54. <i>Onosma microcarpa</i> DC. (30 $\mu$ m)
		
55. <i>Capsella bursa-pastoris</i> L. (50 $\mu$ m)	56. <i>Capparis spinosa</i> L. (40 $\mu$ m)	57. <i>Gypsophila</i> sp. (30 $\mu$ m)
		



ادامه جدول ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرده گونه های درختی کاشته شده و علفی خودرو

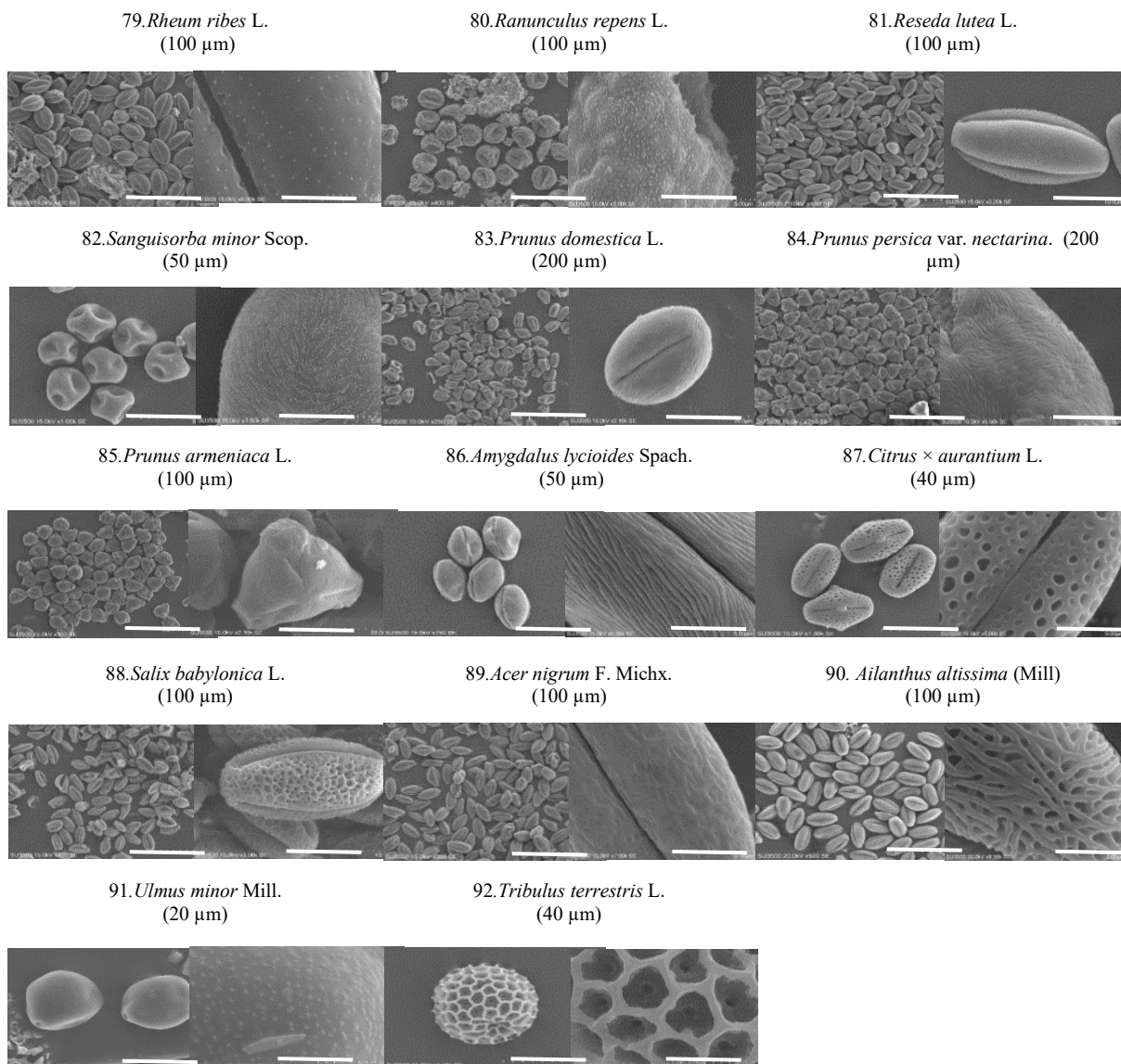
Table 1. SEM of pollen's cultivated trees and wild herbaceous species





ادامه جدول ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی گرده گونه های درختی کاشته شده و علفی خودرو

Table 1. SEM of pollen's cultivated trees and wild herbaceous species



Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (Al)

Amaryllidaceae

*Allium* sp.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Size: medium-sized. Outline in polar view:

شرح گرده گونه های مورد مطالعه:

Amaranthaceae

*Amaranthus retroflexus* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (Al)

*Atriplex patula* L.

spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: sulcus. Aperture condition: sulcate. Ornamentation SEM: foveolate, perforate (Al)

Asteraceae

*Carduus arabicus* Jacq. ex Murray

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, microreticulate.

*Crupina vulgaris* Pers. ex. Cass.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, gemmate, microreticulate.

*Achillea wilhelmsii* C. Koch.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, microreticulate.

*Silybum marianum* (L.) Gaertn.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, microreticulate.

*Centaurea depressa* M. Bieb.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation

elliptic. Aperture type: sulcus. Aperture condition: sulcate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate.

*Allium cepa* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Size: medium-sized. Outline in polar view: elliptic. Aperture type: sulcus. Aperture condition: sulcate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (Al)

Anacardiaceae

*Rhus typhina* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. shape: prolate. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: striato-microreticulate. (Al)

Apiaceae

*Turgenia latifolia* (L.) Hoffm

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: elliptic. Size: large. Aperture type: colporus. Aperture condition: colpate, stephanocolporate. Ornamentation SEM: microgemmate, perforate.

Arecaceae

*Washingtonia robusta* H. Wendl

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate, perforate. (Al)

Asparagaceae

*Ornithogalum umbellatum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape:

spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, microreticulate.

Boraginaceae

*Heliotropium europaeum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: elliptic. Size: large. Aperture type: colporus. Aperture condition: colpate, stephanocolporate. Ornamentation SEM: microgemmate.

*Anchusa italica* Retz.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: quadrangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tetracolporate. Ornamentation SEM: perforate.

*Anchusa azurea* P. Mill.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: quadrangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tetracolporate. Ornamentation SEM: psilate, perforate, reticulate.

*Borago officinalis* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colpate, stephanocolporate. Ornamentation SEM: microgemmate, perforate.

*Lithospermum arvense* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: quadrangular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tetracolporate. Ornamentation SEM:

SEM: microechinate.

*Sonchus oleraceus* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: lophate, echinate, microreticulate.

*Xanthium strumarium* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (Al)

*Carthamus oxyacantha* M. Bieb.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, microreticulate.

*Launaea acanthodes* (Boiss.) O. Kun tze

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: lophate, echinate, microreticulate

*Taraxacum officinale* (L.) Weber ex F.H. Wigg.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: echinate, perforate.

*Anthemis cotula* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape:

spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: psilate, perforate.

#### Caryophyllaceae

*Silene conoidea* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: perforate, microechinate.

*Gypsophila* sp.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Outline in polar view: polygonal. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (A1)

#### Convolvulaceae

*Convolvulus arvensis* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: perforate, microechinate.

#### Crassulaceae

*Rosularia sempervivum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: striato-microreticulate.

#### Cupressaceae

*Cupressus arizonica* Greene.

psilate.

*Onosma pachypoda* Boiss.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: colporate, tricolporate, syncolporate.

*Onosma microcarpa* DC.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: colporate, tricolporate, syncolporate.

#### Brassicaceae

*Eruca vesicaria* ssp. *sativa*.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

*Capsella bursa-pastoris* (L.) Medik.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

*Sisymbrium irio* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

#### Capparidaceae

*Capparis spinosa* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape:

condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: reticulate. (A1)

*Robinia pseudoacacia* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized (26-50  $\mu$ m). Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: perforate, psilate. (A1)

Hypericaceae

*Hypericum scabrum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: perforate, reticulate.

Juglandaceae

*Juglans regia* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: microechinate. (A1)

Lamiaceae

*Salvia spinosa* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: elliptic. Size: large. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, hexacolpate, stephanocolpate. Ornamentation SEM: reticulate, microreticulate, bireticulate.

*Stachys inflata* Benth.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate,

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: irregular. Outline in polar view: irregular. Size: small. Aperture type: ulcus. Aperture condition: ulcerate. Ornamentation SEM: granulate. (A1)

*Cupressus sempervirens* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: irregular. Outline in polar view: irregular. Size: small. Aperture type: ulcus. Aperture condition: ulcerate. Ornamentation SEM: granulate. (A1)

Elaeagnaceae

*Elaeagnus angustifolia* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: psilate, verrucate. (A1)

Fabaceae

*Vicia sativa* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: psilate, perforate, reticulate. (A1)

*Medicago sativa* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: psilate, rugulate, perforate. (A1)

*Cercis siliquastrum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture

granulate. (AI)

Nitrariaceae

*Peganum harmala* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

Oleaceae

*Fraxinus excelsior* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate, heterobrochate, granulate. (AI)

Onagraceae

*Epilobium hirsutum* L.

Pollen unit: tetrad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: very large. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, triporate. Ornamentation SEM: rugulate, microgemmate, perforate.

Papaveraceae

*Papaver tenuifolium* Boiss. & Hohen.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate.

Pinaceae

*Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Outline in polar view: elliptic. Size: large.

tricolpate. Ornamentation SEM: microreticulate.

*Ziziphora capitata* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: elliptic. Size: large. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, hexacolpate, stephanocolpate. Ornamentation SEM: reticulate, microreticulate, bireticulate.

Magnoliaceae

*Magnolia grandiflora* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: elliptic. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate, perforate. (AI)

Malvaceae

*Tilia cordata* Mill.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: reticulate, perforate.

*Malva neglecta* Wallr.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: large. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: echinate, granulate.

Moraceae

*Morus alba* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, triporate. Ornamentation SEM:



reticulate. (Al)

*Arundo donax* L.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: irregular. Size: medium-sized. Aperture type: ulcus. Aperture condition: ulcerate. Ornamentation SEM: areolate, microechinate. (Al)

Polygonaceae

*Polygonum aviculare* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (Al)

*Fallopia convolvulus* (L.) Á. Löve

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: reticulate. (Al)

*Rheum ribes* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: perforate, microgemmate. (Al)

Primulaceae

*Anagallis arvensis* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: microreticulate.

Aperture type: leptoma. Aperture condition: -.

Ornamentation SEM: verrucate, microverrucate, fossulate, perforate. (Al)

*Pinus nigra* J.F. Arnold.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Outline in polar view: -. Size: large. Aperture type: -. Aperture condition: leptoma. Ornamentation SEM: verrucate, perforate. (Al)

*Pinus eldarica* Medw.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: oblate. Outline in polar view: -. Size: large. Aperture type: -. Aperture condition: leptoma. Ornamentation SEM: verrucate, perforate. (Al)

Plantaginaceae

*Veronica persica* Poir.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: striato-microreticulate (Al)

Platanaceae

*Platanus orientalis* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate. (Al)

Poaceae

*Sorghum bicolor* (L.) Moench.

Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: prolate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: ulcus. Aperture condition: ulcerate. Ornamentation SEM: areolate,

*Prunus cerasifera* Ehrh.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (A1)

*Prunus domestica* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (A1)

*Prunus persica* (L.) Batsch.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (A1)

*Prunus persica* var. *nectarine*

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (A1)

*Prunus armeniaca* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (A1)

*Malus sylvestris* (L.) Mill.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size:

## Ranunculaceae

*Ranunculus repens* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: - Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate.

*Ceratocephalus falcatus* (L.) Pers.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: prolate. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: striato-microreticulate.

## Resedaceae

*Reseda lutea* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: microreticulate.

## Rosaceae

*Geum urbanum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate.

*Sanguisorba minor* Scop.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, microechinate, microgemmate.

small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: reticulate.

*Populus nigra* L. (Al)

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: no aperture. Aperture condition: inaperturate. Ornamentation SEM: no suitable term.

Sapindaceae

*Acer nigrum* F. Michx.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: rugulate, perforate.

Scrophulariaceae

*Verbascum songaricum* Schrenk.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: triangular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: microreticulate.

Simaroubaceae

*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striato-reticulate. (Al)

Solanaceae

*Solanum nigrum* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape:

medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate. (Al)

*Amygdalus lycioides* Spach.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: striate, perforate.

Rubiaceae

*Galium aparine* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: oblate. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, stephanocolpate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate.

Rutaceae

*Citrus × aurantium* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tetracolporate. Ornamentation SEM: reticulate, perforate.

Salicaceae

*Salix aegyptiaca* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colporate, tricolporate. Ornamentation SEM: reticulate.

*Salix babylonica* L. (Al).

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size:

*Zygophyllum fabago* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: subprolate. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

*Tribulus terrestris* L.

Pollen unit: monad. Polarity: isopolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: lobate. Size: medium-sized. Aperture type: colpus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: reticulate.

دانه های گرده مورد بررسی در این پژوهش از بعد واحد انتشار شامل ۹۱ گونه از نوع monad و یک گونه از نوع tetrad می باشند. همچنین از منظر قطبیت، شامل ۷۰ گونه از نوع جور قطب و ۲۲ گونه ناجورقطب می باشند. شکل رایج دانه های گرده مورد مطالعه از نوع spheroidal (موجود در ۴۳ گونه) و سپس oblate (موجود در ۲۲ گونه) است (شکل ۱).

spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: small. Aperture type: colporus. Aperture condition: colpate, tricolpate. Ornamentation SEM: microechinate, perforate. (A1)

## Caryophyllaceae

*Stellaria holostea* L.

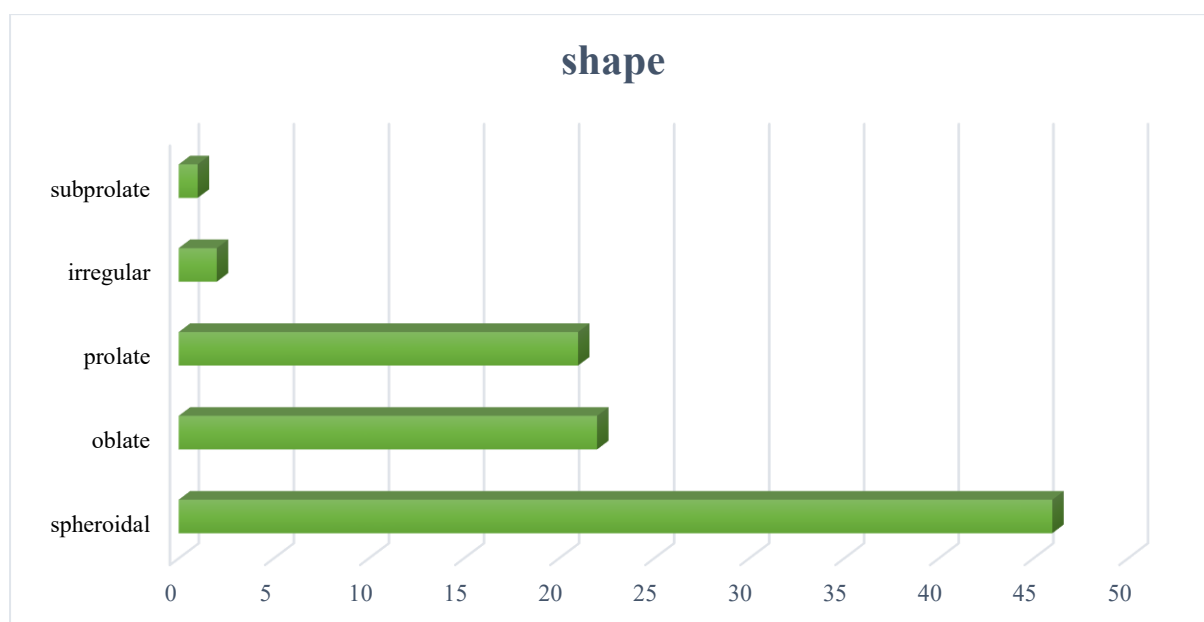
Pollen unit: monad. Polarity: -. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate, pantoporate. Ornamentation SEM: microreticulate, perforate.

## Ulmaceae

*Ulmus minor* Mill.

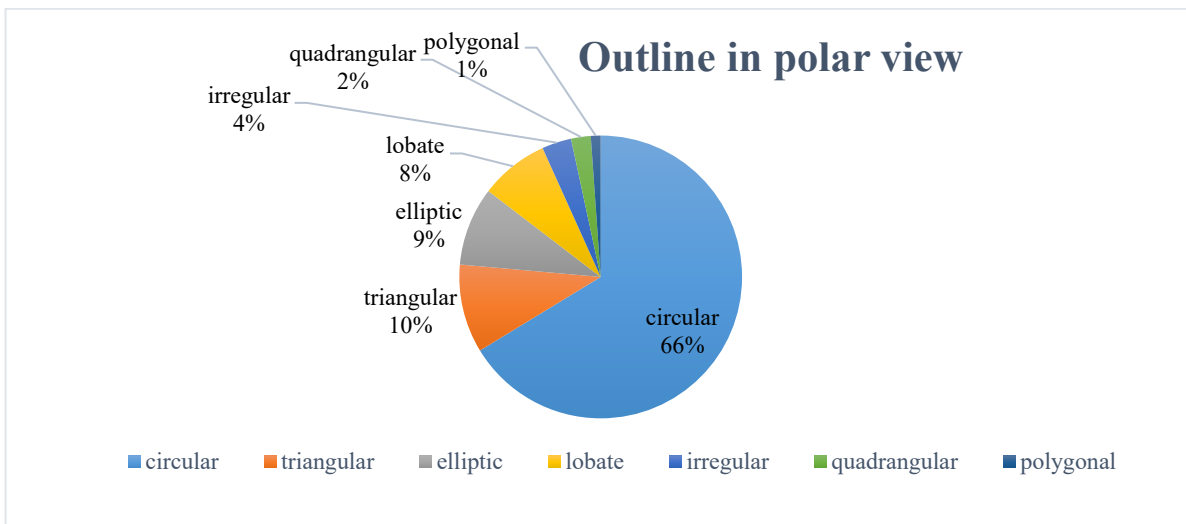
Pollen unit: monad. Polarity: heteropolar. Shape: spheroidal. Outline in polar view: circular. Size: medium-sized. Aperture type: porus. Aperture condition: porate. Ornamentation SEM: verrucate, rugulate, granulate. (A1)

## Zygophyllaceae

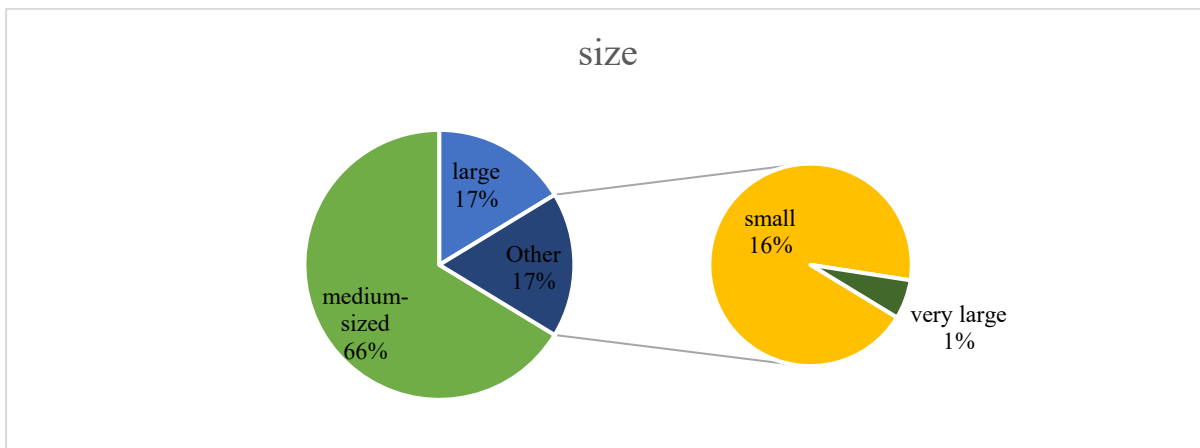


شکل ۱- شکل دانه های گرده

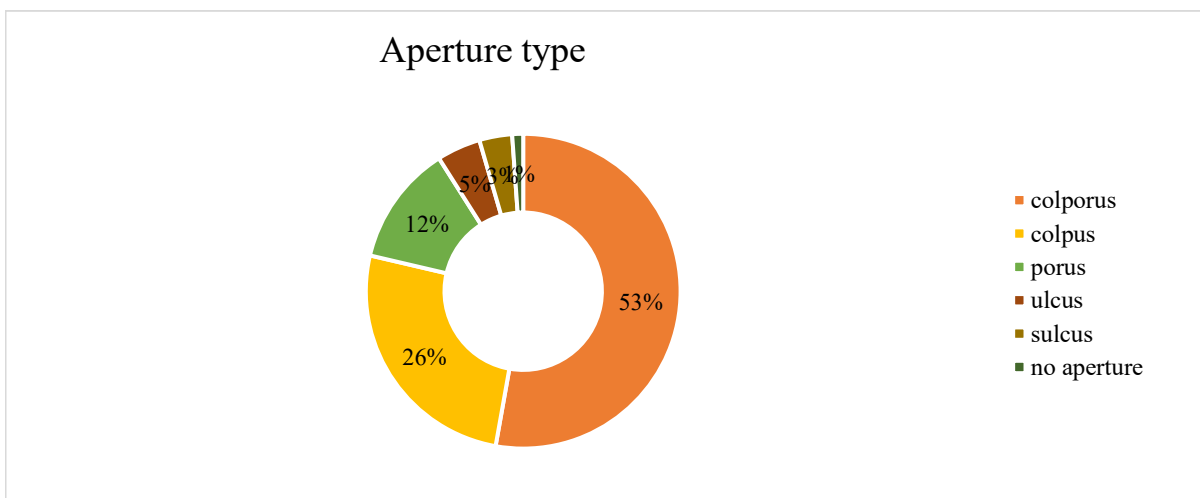
Fig. 1- The shape of pollen grains



شکل ۲- نمای کلی از چشم انداز قطبی در دانه‌های گرده  
 Fig. 2- Overview of the polar view in pollen grains



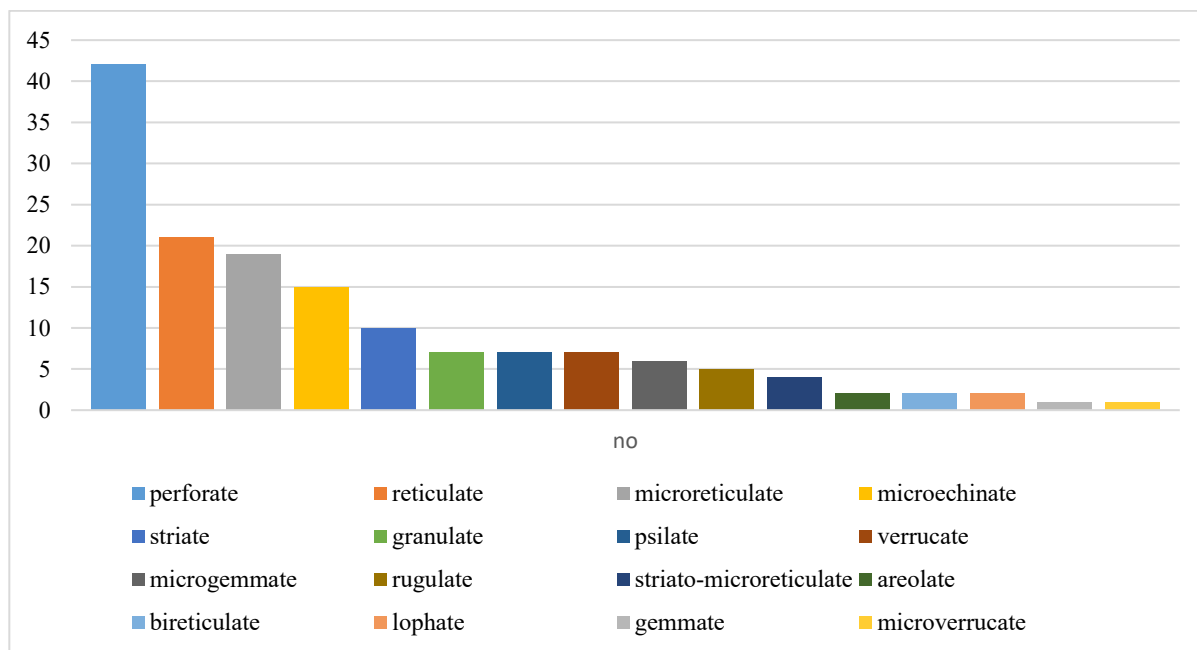
شکل ۳- اندازه دانه‌های گرده  
 Fig. 3- Pollen grain size



شکل ۴- منافذ دانه‌های گرده  
 Fig. 4- Pollen grains pores

به علاوه منافذ دانه های گرده ی گونه های مورد مطالعه غالباً از نوع colporus و سپس، colpus است (شکل ۴). تزئینات دانه های گرده شامل ۱۶ نوع متنوع می باشد که تزئینات perforate، microreticulate و reticulate به ترتیب از بیشترین فراوانی برخوردارند (شکل ۵).

به علاوه از چشم انداز محور قطبی بیش از ۶۵ درصد گونه ها به صورت circular می باشند و تنها یک گونه به شکل polygonal است (شکل ۲). همچنین اندازه ی دانه های گرده ی گونه های مورد مطالعه شامل ۶۱ گونه با اندازه متوسط، ۱۵ گونه با اندازه کوچک و یک گونه با بسیار ابعاد بزرگ می باشد (شکل ۳).



شکل ۵- تزئینات دانه های گرده  
Fig. 5- Decorations of pollen grains

دارای منافذ گرد (ulcus یا poros) و تزئینات ساده هستند. نتایج این مطالعه نشان می دهد که بازه گلدهی این گروه غالباً بهمن تا اردیبهشت ماه و بیشترین شدت آن ها در بازه زمانی فروردین تا اواخر اردیبهشت است که این بازه زمانی برای بیماران مستعد آلرژی به عنوان یک دوران بحرانی شناخته می شود. مطالعه Songnuan *et al.* (2013) نشان دهنده عدم وجود ارتباط معنادار بین شکل دانه ی گرده و آلرژی-زایی آن است. بنابراین ارائه نتایج محکم و معنادار در رابطه بین ریخت شناسی و اثرات آلرژی زایی دانه گرده نیازمند بررسی مطالعات گسترده تری است. مجاری باریک اگزین-داخلی و اگزین خارجی با تسهیل در انتقال ترکیبات آلرژن از دیواره ی دانه ی گرده به سطوح بیرونی سبب تشدید آلرژی زایی می گردند (Diethart *et al.*, 2007). براساس

بررسی منابع منتشر شده در حوزه گیاهان آلرژی زا نشان می دهد که تعداد ۳۵ گونه از گونه های مورد مطالعه دارای ویژگی آلرژی زا هستند. گونه های درختی و درختچه ای با تراکم گل آذین، تعدد گل ها و تولید گرده فراوانتر و گرده-افشانی با باد (Willmer, 2011) تاثیرات آلرژی زایی بیشتری را نمایان می سازند (Álvarez-López *et al.*, 2020). دانه های گرده این گروه از نظر ابعاد در طبقه گرده های بسیار کوچک قرار گرفته، قابلیت انتشار بیشتر داشته و از پایداری و ماندگاری بیشتری در زیست بوم برخوردارند. (Wani *et al.*, 2017). این دانه های گرده سبک از قابلیت نفوذ و تاثیرگذاری بالاتری در دستگاه تنفس برخوردارند (Diethart *et al.*, 2007). مطالعات (Diethart *et al.*, 2007) نشان می دهد که دانه های گرده کوچک آلرژی زا معمولاً



اتصال ذرات آلاینده به سطح دانه‌های گرده گل آهار (*Zinnia elegans*) (Chehregani *et al.*, 2004) و نیز به دانه های گرده سرو نقره‌ای (Shahali, *et al.*, 2009; Lucas *et al.*, 2010; Aina *et al.*, 2019) سبب افزایش قابلیت آلودگی-زایی آن شده است. به علاوه آلاینده‌های موجود در هوا با تاثیر بر دیواره دانه گرده سرو نقره‌ای و تخریب آن می‌توانند ترکیبات آلودگی‌زای جدیدی را ایجاد نمایند (Sedghy *et al.*, 2018). مطالعات مختلف نشان می‌دهد که همراه با تغییرات اقلیمی با تغییرات فصلی، تغییرات تولید گرده، سبب افزایش شدت آلودگی‌زایی و تغییر الگوهای آلودگی‌زایی می‌گردد (Beggs, 2004). مطالعات انجام شده در دنیا نشان می‌دهد که کاشت گونه‌های اعضای یک خانواده می‌تواند تاثیرات آلودگی‌زایی قوی تری در افراد قرار گرفته در معرض آن‌ها ایجاد کند. عدم کاشت افراد متراکم از یک گونه، کاشت پایه‌های ماده در گیاهان دوپایه، عدم کاشت گیاهان دارای گرده‌های زیاد، مدیریت فضاهای انسان ساخت جهت جلوگیری از رشد علف‌های هرز آلودگی‌زا از مهمترین عوامل کاهش اثرات آلودگی‌زایی در محیط شهری پیشنهاد شده اند (Carnianos and Casares-Porcel 2011).

### نتیجه‌گیری

این مطالعه برای نخستین بار به تهیه فلور گرده‌های ابرشهرهای کشور براساس مطالعات میکروسکپ الکترونی روبشی پرداخته است. که به عنوان یک راهنمای تصویری مهم در مطالعات تاکسونومی و سیستماتیک گیاهی کاربرد دارد. به علاوه نتایج این مطالعه به عنوان یک مرجع مهم برای تحلیل سابقه کشاورزی و فرهنگ گیاهی و نیز گیاه‌شناسی قومی منطقه موثر است. داده‌های این مطالعه نشان می‌دهد که متاسفانه گونه‌های متعددی بدون در نظر گرفتن ملاحظات آلودگی‌زایی در شهر تهران کاشته شده که سبب ایجاد چالش‌های متعددی در مدیریت محیط زیست شهری می‌گردند. بنابراین توجه به کاشت گونه‌های گیاهی غیرآلودگی‌زایی یکی از ملاحظات مهم بوم‌شناسی است که

مستندات معتبر، تزئینات دانه‌های گرده در گونه‌های گیاهی آلودگی‌زا بیشتر از نوع منفذدار هستند. دامنه وسیعی از گونه‌های علفی مورد بررسی این مطالعه در گروه هرز طبقه بندی میشوند که به عنوان عوامل آلودگی-زایی شهرهای بزرگ ایران شناخته می‌شوند (Fereidouni *et al.*, 2009). بسیاری از گونه‌های تیره چمن که به عنوان چمن شهری (*Festuca spp.*, *Poa spp.*) و یا به عنوان گونه‌های هرز در مناطق متنوع شهر تهران دارای انتشار وسیع هستند دارای اثرات آلودگی‌زایی زیادی هستند (Oteros *et al.*, 2015). گونه‌های متنوع تیره کاج (*Pinus nigra*, *Pinus eldarica*) و تیره سرو (*Cupressus sempervrens*) دارای اثرات آلودگی‌زایی شدیدی هستند (Arilla *et al.*, 2004; Cortegano *et al.*, 2004). متاسفانه این بازدانگان در مقیاس وسیع در پارک‌های شهری، پارک‌های جنگلی، حاشیه بزرگراه‌ها، بلوارها و سایر مناطق شهری کاشته شده‌اند (Khajooei *et al.*, 2013). در فصل بهار باران گرده زرد رنگ این گونه‌ها در تمامی سطوح در مناطق شهر تهران مشاهده میشود. گیاه زبان گنجشک (*Fraxinus spp.*) نیز به عنوان یکی از آلودگی‌زای مهم (Lipiec *et al.*, 2019) در فضای سبز بافت‌های قدیمی شهر تهران از تراکم نسبتاً قابل توجهی برخوردار است.

مستندات علمی متعدد نشان می‌دهد که گرده‌های تولید شده در شهرهای دارای آلاینده‌های شیمیایی زیاد، از قابلیت آلودگی‌زایی بالاتری نسبت به شهرهای دارای آلودگی پایین هستند (Hiort *et al.*, 2016). ترکیبات شیمیایی آلاینده‌های هوا با تخریب دیواره دانه گرده سبب آزاد شدن ترکیبات آلودگی‌زا شده و بر شدت آلودگی‌زایی دانه‌های گرده می‌افزایند (Motta *et al.*, 2006; Aina *et al.*, 2010). برخی مطالعات (Lu *et al.*, 2014) نشان می‌دهد که آلاینده‌های گازی موجود در هوا می‌توانند به سطح دانه گرده چنار شرقی (*Platanus orientalis*) چسبیده و سبب ایجاد ذراتی در سطح آن شوند و بر آلودگی‌زایی آن می‌افزایند.

به جهت حمایت های مادی و معنوی در انجام این پژوهش تشکر می نمایم. از جناب آقای جوادی در آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید بهشتی به واسطه کمک های ایشان در تصویربرداری میکروسکپ الکترونی نهایت تشکر را داریم.

بایستی توسط مدیران شهری مد نظر قرار گیرد.

## سپاسگزاری

از مرکز تحقیقات آسم و آلرژی دانشگاه علوم پزشکی تهران

## منابع

## References

- Agashe, S.N. and Caulton, E., 2008. Pollen and spores: applications with special emphasis on aerobiology and allergy. Science Publishers. U.S.A.
- Aina, R., Asero, R., Ghiani, A., Marconi, G., Albertini, E. and Citterio, S., 2010. Exposure to cadmium-contaminated soils increases allergenicity of *Poa annua* L. Pollen. Allergy. 65, 1313-1321.
- Alaee Taleghani, M., 2002. Geomorphology of Iran. Qoms Publications. Qom, Iran
- Arilla, M.C., Ibarrola, I., Garcia, R., De La Hoz, B., Martinez, A. and Asturias, J.A., 2004. Quantification of the major allergen from Cypress (*Cupressus arizonica*) Pollen, Cup a1, by monoclonal antibody-based ELISA. International Archives of Allergy and Immunology. 134, 6-10.
- Álvarez-López, S., Fernández-González, M., González-Fernández, E., Garrido, A. and Rodríguez-Rajo, F., 2020. Tree allergen pollen-related content as pollution source in the city of Ourense (NW Spain). Forests. 11, 1129.
- Ames, H.T. and Spackman, W., 1985. Catalog of fossil spores and pollen Volume 44: Tertiary and Upper Cretaceous Spores and Pollen from Africa, Europe, Canada, Australia and New Zealand. University Park, Pennsylvania. U.S.A.
- Assadi, M., 1984-2018. Flora of Iran. Publications of the forests and rangelands research institute. Iran
- Arshi, S., Zarrinfard, R., Fereshtehnejad, S., Poorsattar Bejeh Mir, A. and Javahertarash, N., 2010. Determination of the prevalence of allergy to autumn pollens in allergic rhinitis patients referred to the immunology-allergy clinic of Hazrat Rasool-e-Akram Hospital in Tehran during 2005-06. Razi Journal of Medical Sciences. 17, 59-67.
- Badamtsetseg, B., Lee, S.M. and Lee, H.Y., 2012. Pollen morphology of the family Lamiaceae in Mongolia. Journal of Asia-Pacific Biodiversity. 5, 169-179.
- Beggs, P.J., 2004. Impacts of climate change on aeroallergens: past and future. Clinical Experimental Allergy. 34, 1507-1513
- Behrendt, H., Becker, W., Fritzsche, C., Sliwa-Tomeczok, W., Tomeczok, J., Friedrichs, K. and Ring, J., 1997. Air pollution and allergy: experimental studies on modulation of allergen release from Pollen by air pollutants. International archives of allergy and immunology. 113, 69-74
- Cariñanos, P. and Casares-Porcel, M., 2011. Urban Green Zones and Related Pollen Allergy: A Review. Some guidelines for designing spaces with low allergy impact. Landscape and Urban Planning. 101, 205-214.
- Cecchi, L., D'Amato, G., Ayres, J.G., Galan, C., Forastiere, F., Forsberg, B., Gerritsen, J., Nunes, C., Behrendt, H., Akdis, C., Dahl, R. and Annesi-Maesano, I., 2010. Projections of the effects of climate change on allergic asthma: the contribution of aerobiology. Allergy. 65, 1073-1081
- Chehregani, A., Majde, A., Moin, M., Gholami, M., Shariatzadeh, M.A. and Nassiri, H., 2004. Increasing allergy potency of *Zinnia* Pollen grains in polluted areas. Ecotoxicology and environmental safety. 58, 267-72
- Colinvaux, P.A., De Oliveira, P.E. and Moreno, J.E., 1999. Amazon pollen manual and atlas. Harwood Academic Press. U.S.A
- Cortegano, I., Civantos, E., Aceituno, E., Del Moral, A., Lopez, E., Lombardero, M., Del Pozo, V. and Lahoz, C., 2004. Cloning and expression of a major allergen from *Cupressus arizonica* pollen, Cup a 3, a PR-5 protein expressed under polluted environment. Allergy. 59, 485-490.
- D'Amato, G., Cecchi, L., Bonini, S., Nunes, C., Annesi-Maesano, I., Behrendt, H., Liccardi, G., Popov, T. and van Cauwenberge, P., 2007. Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. Allergy. 62, 976-990.
- Davis, P.H., 1965-1988. Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Edinburgh university Press. UK
- Dewan, M. L., Famouri, J., Farmanara, M., Mahjouri, R., Pirooz, N., Samadi, M., Vakilian, M. and Verof, P., 1963. Soil map of Iran. Food and agriculture organization. U.S.A
- da Silva, C. I., Radaeski, J. N., Arena, M. V. N. and Bauermann, S. G., 2020. Atlas of pollen and plants used by bees. CISE.
- Diethart, B., Sam, S. and Weber, M., 2007. Walls of allergenic pollen: Special reference to the endexine. Grana. 46, 164-175.
- Djamali, M., Akhane, H., Khoshravesh, R., Anderieu, P., Ponel, P. and Brewer, S., 2011. Application of the global bioclimatic classification

- to Iran: implications for understanding the modern vegetation and biogeography. *Ecologia Mediterranea*. 37, 91-114
- Erdtman, G., 1934. The acetolysis method. A revised description. *Svensk Botanisk Tidskrift*. 54, 561-564
- Feas, X., Vázquez-Tato, M.P., Estevinho, L. and Seijas, J.A., 2012. Organic bee pollen: botanical origin, nutritional value, bioactive compounds, antioxidant activity and microbiological. *Quality Molecules*. 17, 8359-8377
- Fereidouni, M., Hossini, R.F., Azad, F.J., Assarehzadegan, M.A. and Varasteh A., 2009. Skin prick test reactivity to common aeroallergens among allergic rhinitis patients in Iran. *Allergologia et Immunopathologia*. 37, 73-79.
- Gilmour, M.I., Jaakkola, M.S., London, S.J., Nel, A.E. and Rogers, C.A., 2006. How exposure to environmental tobacco smoke, outdoor air pollutants, and increased pollen burdens influences the incidence of asthma. *Environmental Health Perspectives*. 114, 627-633.
- Ghahreman, A. and Attar, F., 2002. Biodiversity of Tehran Megalopolices. Tehran University Publishing. Iran
- Ghosh, D., Roy, I., Chanda, S. and Gupta-Bhattacharya, S., 2007. Allergy to periwinkle pollen [*Catharanthus roseus* G. Don.]. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 14, 39-43.
- Gaur, S. N., Kumar, L., Chandigarh, I. Roy and Ravindrur, P. Exposure to pollen allergens in allergic rhinitis expressed by diurnal variation of airborne tree pollen in urban and rural area. *Asia Pacific Allergy*. 2(3): 210-222.
- Hjort, J., Hugg, T.T., Antikainen, H., Rusanen, J., Sofiev, M., and Jaakkola, J.K. 2016. Fine-Scale Exposure to Allergenic Pollen in the Urban Environment: Evaluation of Land Use Regression Approach. *Environmental Health Perspectives*. 124 (5): 619-626.
- Haberle, S. G., Bowman, D. M., Newnham, R. M., Johnston, F. H., Beggs, P. J., Buters, J., Campbell, B., Erbas, B., Godwin, I., Green, B. J., Huete, A., Jaggard, A. K., Medek, D., Murray, F., Newbigin, E., Thibaudon, M., Vicendese, D., Williamson, G. J., and Davies, J. M., 2014. The macroecology of airborne pollen in Australian and New Zealand urban areas. *PloS one*. 9, e97925.
- Halbritter, H., Ulrich, G. Rímsson, F., Weber, M., Zetter, M., Hesse, M., and Buchner, R., Svojtka and M. Frosch-Radivo, A., 2020. *Illustrated Pollen Terminology*. Springer. Germany
- Hesse, M., Halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A. and Ulrich, S., 2009. *Pollen terminology –an illustrated handbook*. Springer. Austria
- Hyde, H. A. and Adams, K.F., 1958. An atlas of airborne pollen grains. Macmillan. UK
- Jones, G.D. and Jones, S.D., 2001. The uses of pollen and its implication for entomology. *Neotropical entomology*. 30, 341-350
- Jones, G.D., Bryant, V.M., Lieux, M.H., Jones, S.D. and Lingren, P.D., 1995. *Pollen of the southeastern United States: with emphasis on melissopalynology and entomopalynology*. American Association of Stratigraphic Palynology Foundation. U.A.S
- Khajooei, K., Rezanejad, F., Esmaeili-Mahani, S. and Badoei-Dalfard, A., 2013. Study on allergenicity of *Thuja orientalis* pollen grains in rat. *Aerobiologia*. 29, 413-417
- Kimiayi, M., 1970. Pollinosis in Iran. *Annals Of Allergy*. 28, 28-30.
- Lancaster, R., 2002. Perfect plant, perfect place. Dorling Kindersley. UK.
- Lipiec, A., Puc, M., Kruczek, A. and Pol, O. 2019. Exposure to pollen allergens in allergic rhinitis expressed by diurnal variation of airborne tree pollen in urban and rural area 73: 1-6.
- Louveaux, J., Maurizio, A. and Vorwohl, G., 1970. Methods of melissopalynology. *Bee World*. 51, 125-131
- Lu, S., Ren, J., Hao, X., Liu, D., Zhang, R., Wu, M., Yi, F., Lin, J., Shinich, Y. and Wang, Q., 2014. Characterization of protein expression of *Platanus* pollen following exposure to gaseous pollutants and vehicle exhaust particles. *Aerobiologia*. 30, 281-91
- Lucas, J. A., Gutierrez-Albanchez, E., Alfaya, T., Feo-Brito, F. and Gutiérrez-Mañero, F. J., 2019. Oxidative stress in ryegrass growing under different air pollution levels and its likely effects on pollen allergenicity. *Plant Physiology and Biochemistry*. 135, 331-340.
- Majd, A., Shoushtari, M. S., Moin, M., Nejad, M. M., Zandieh, F., Bayat, P., Shoormasti, R. S., Movahedi, M., Fazlollahi, M. R. and Pourpak, Z., 2018. Pollen Database Registry in Iran. *Iranian Journal of Allergy, Asthma & Immunology*. 17, 91-92.
- Mansouritorghabeh, H., Jabbari-Azad, F., Sankian, M., Varasteh, A. and Farid-Hosseini, R., 2019. The most common allergenic tree pollen grains in the Middle East: a narrative review. *Iranian journal of medical sciences*. 44, 87-90
- McGinlay, R., 2017. *First encyclopedia of trees: A great big book of amazing plants to discover*. Anness publishing. UK
- Mehrabian, A.R., 2003. *Flora and green space of Shahid Beheshti University*. Undergraduate research project. Faculty of Biological Sciences and Technology, Shahid Beheshti University, Iran

- Mehrabian, A.R., Yousefzadi, M., Zehzad, B., Sonboli, A. and Hoshiar Parsian, H., 2005. Diversity of plant species in Evin-Darakeh mountainous region. *Environmental Sciences*. 2, 13-28
- Mirzadeh Vaghefi, S.S., Rajamandand, M. and Khayami, M., 2008. Introduction of the cultivated plants of Tehran city. *Iranian Journal of Biology*. 21, 298-314
- Mildenhall, DC., 2004. An example of the use of forensic palynology in assessing an alibi. *Journal of Forensic Sciences*. 49, 312-316.
- More, D. and White, J., 2013. *The illustrated encyclopedia of trees*. Princeton university press. U.S.A
- Motta, A.C., Marliere, M., Peltre, G., Sterenberg, P. and Lacroix, G. 2006. Traffic-related air pollutants induce the release of allergen-containing cytoplasmic granules from grass pollen. *International archives of allergy and immunology*. 139, 294-8.
- Nilsson, S. and Persson, S., 1981. Tree pollen spectra in the Stockholm region (Sweden), 1973-1980. *Grana*. 20, 179-182.
- Mozzafarian, V.A., 2003. *Trees and shrubs of Iran*. Contemporary culture. Iran
- Oteros, J., Pusch, G., Weichenmeier, I. Heimann, U., Möller, R., Röseler, S., Traidl-Hoffmann, C., Schmidt-Weber, C. and Buters, J.T., 2015. Automatic and online pollen monitoring. *International Archives of Allergy and Immunology*. 16, 158-166.
- Pawankar, R., 2014. Allergic diseases and asthma: a global public health concern and call to action. *World Allergy Organization Journal*. 7, 12-18
- Punt, W., Hoen, P.P., Balckmore, S., Nilsson, S. and Thomas, A., 2006. Glossary of pollen and spore terminology. Review of palaeobotany and palynology. 143, 1-81.
- Raine, J.I., Mildenhall, D.C. and Kennedy, E.M., 2011. *New Zealand fossil spores and pollen: an illustrated catalogue*. IV edition. GNS Science miscellaneous series no. 4. Website: <http://data.gns.cri.nz/sporepollen/index.htm>.
- Rawat, A., Singh, A. Singh, B. 2000. Clinical and immunologic evaluation of Cedrus deodara pollen: a new allergen from India *Allergy* 55, 620-626.
- Rechinger, K. H., 1963-2018. *Flora Iranica, Flora des iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge*. University Press, Scotland.
- Rodrigues-Filho, S. and Müller, G., 1999. A Holocene sedimentary record from Lake Silvana, SE Brazil—evidence for paleoclimatic changes from mineral, trace-metal and pollen data. Springer. Germany
- Rull, V. 2002., High impact palynology in petroleum geology. Applications from Venezuela (northern South America). *AAPG Bulletin*. 86, 279-300.
- Shahali, Y., Pourpak, Z., Moin, M., Mari, A. and Majd, A., 2009. Instability of the structure and allergenic protein content in Arizona cypress pollen. *Allergy*. 64, 1773-1779.
- Sedghy, F., Varasteh, A.R, Sankian, M. and Moghadam, M., 2018. Interaction between air pollutants and pollen grains: the role on the rising trend in allergy. *Reports of Biochemistry & Molecular Biology*. 6, 219-224.
- Shivanna, K.R., 2003. *Pollen biology and biotechnology*. Science Publishers. U.S.A
- Sobolik, K.D., 1996. Pollen as a guide to prehistoric diet reconstruction. In: Jansonius, J. and McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: principles and applications*. American Association of Stratigraphic Palynologists, U.S.A., pp. 927-931.
- Songnuan, W., 2013. Wind-pollination and the roles of pollen allergenic proteins. *Asian Pacific journal of allergy and immunology*. 31, 261-270.
- Takhtajan, A., 1986. *Floristic regions of the world*. University of California Press. U.S.A
- Weis, K.B. and Sullivan, S.D., 2001. The health economics of asthma and rhinitis. I. Assessing the economic impact. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*. 107, 3-8.
- Wani, M.A., Lone, Sh., Lone. And Lone, B., 2017. Geo-Environmental etiology of allergic disorders and its impact on human health in sopore J&K, State, India. *International journal of current research and review*. 9(16), 17-22.
- Willmer, P., 2011. *Pollination and floral ecology*. In, *Pollination and floral ecology*, Princeton University Press.
- Wodehouse., 1935. *Pollen grains their structure, identification and significance in science and medicine*. McGraw-Hill book company. U.S.A
- Ziello, C., Sparks, T.H., Estrella, N., Belmonte, J., Bergmann, K.C., Bucher, E., Brighetti, M.A., Damialis, A., Detandt, M., Galán, C., Gehrig, R., Grewling, L., Gutiérrez, Bustillo A.M., Hallsdóttir, M., Kockhans-Bieda, M.C., De Linares, C., Myszkowska, D., Páldy, A., Sánchez, A., Smith, M., Thibaudon, M., Travaglini, A., Uruska, A., Valencia-Barrera, R.M., Vokou, D., Wachter, R., de Weger, L.A. and Menzel, A., 2012. Changes to airborne pollen counts across Europe. *PLoS one*. 7, e34076.

