Research Article
Nova Biologica Reperta 9(3): 236-245 (2022)
Print ISSN: 2423-6330/Online ISSN: 2476-7115
https://nbr.khu.ac.ir; Kharazmi University Press; DOI: 10.29252/nbr.9.3.236

مقاله پژوهشی
یافته‌های نوین در علوم زیستی
جلد ۹، شماره ۳، صفحات ۲۳۶ الی ۲۴۵ (۱۴۰۱)
انتشارات دانشگاه خوارزمی

مطالعه ریزریخت‌شناسی بذر در آرایه‌های وحشی سرده گلابی (*Pyrus*) از تیره گل‌سرخیان (Rosaceae) و اهمیت آرایه‌شناسی صفات در ایران

اصغر زمانی
گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، گیلان، ایران؛ (a.zamani@guilan.ac.ir)

چکیده. در این پژوهش، برای اولین بار به بررسی صفات ریزریخت‌شناسی سطح بذر در ۱۵ آرایه، متشکل از ۲۲ نمونه از سرده گلابی (*Pyrus* L.) با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) و میکروسکوپ دیجیتالی DinoLite (DM) در ایران پرداخته شده است. به منظور ارزیابی اثرات احتمالی فاکتورهای اکولوژیکی، نمونه‌های بذر متعددی از برخی از گونه‌های پرپراکنش مورد مطالعه قرار گرفت. پس از جمع‌آوری نمونه‌های مختلف گلابی از نقاط مختلف پراکنش آنها در یک بازه زمانی حدوداً ۱۰ ساله، شناسایی آنها با استفاده از ابزارهای مختلف گیاه‌شناسی، بخصوص نمونه‌های تیپ و منابع گیاه‌شناسی انجام گرفت. سپس با مشاهده سطح بذرها، صفات کیفی (مثل شکل و تزئینات سطح بذر شامل انواع لان‌دار، مشبک، منفذدار، برجسته، مخطط و موّاج) و کمّی (مثل ابعاد بذر، ابعاد سلول‌های سطح بذر و ضخامت دیواره‌های بین سلول‌ها) مختلفی مشخص و مورد ارزیابی قرار گرفتند. تحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. نتایج به دست آمده از این مطالعات حاکی از تنوع بالای صفات سطح بذر حتی در بین افراد یک گونه است. این نتیجه‌گیری مشابه بسیاری از نتایج به دست آمده با راهکارهای متفاوت، مؤید پیچیدگی آرایه‌شناختی این سرده است. با این حال، برخی صفات توصیفی مثل شکل، ابعاد، نوع تزئینات سطح بذر، ابعاد سلول‌های سطح بذر و ضخامت دیواره بین سلول‌های سطحی، برای اولین بار برای این سرده گزارش می‌شود.

واژه‌های کلیدی. تزئینات، تحلیل آماری، صفت، فلور، میکروسکوپ الکترونی نگاره

Micromorphological study on the seeds of wild species of *Pyrus* (Rosaceae) in Iran and their taxonomic implication

Asghar Zamani
Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran; (a.zamani@guilan.ac.ir)

Abstract. The seed micromorphological characters of 15 taxa of Iranian *Pyrus* comprising 22 individuals were examined by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Digital Microscopy (DM) for the first time in this survey. For the assessment of probable ecological effects, several individuals of some widespread species were studied. After collecting several samples of each wild taxa of *Pyrus* from different localities in a ten-year period, the specimens were identified by means of the examination of type specimens and different Floras. After the examination of the seeds surface, qualitative (e.g., shape and ornamentation of seeds including areolate, foveate, reticulate, colliculate, striate and undulate types) and quantitative characters (e.g., size of seeds, size of surface cells and thickness of cell walls) were assessed. Statistical analyses were performed on the data using SPSS software. According to these observations, seed morphological characters showed to have a considerable variation even among the different individuals of the same species, verifying complexity of the genus as revealed by the different approaches which were previously reported. However, some descriptive characters of seeds such as shape, size, surface ornamentation type, cell size and cell wall thickness are presented for the first time for the genus.

Key words. character, flora, ornamentation, SEM, statistical analysis

Received 14.12.2021/ Revised 30.04.2022/ Accepted 09.05.2022/ Published 21.12.2022
دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۲۳/ اصلاح: ۱۴۰۱/۰۲/۱۰/ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۹/ انتشار: ۱۴۰۱/۰۹/۳۰

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

مقدمه

گلابی (*Pyrus* L.) به عنوان یکی از سرده‌های مهم و اقتصادی تیره گل‌سرخیان (Rosaceae)، شامل ۲۰ تا ۸۰ گونه در نواحی معتدله نیمکره شمالی (به استثنای آمریکای شمالی) بوده و استثنائا در نواحی شمال غربی آفریقا نیز دیده می‌شود (Browicz, 1993). یکی از نقاط داغ تنوع زیستی سرده، منطقه قفقاز است که شمال‌غربی ایران در منطقه ارسباران را نیز شامل می‌شود. منشأ تکاملی این سرده به دوران ترشیاری در نواحی کوهستانی موجود در غرب و جنوب غربی چین برمی‌گردد (Rubtsov, 1944).

بر اساس مطالعات ریخت‌شناسی اولیه، هفت (Schönbeck-Temesy, 1969) تا ۱۲ (Khatamsaz, 1992) آرایه در ایران گزارش شده است. بر اساس آخرین مطالعه آرایه‌شناسی انجام شده بر روی این سرده (Zamani, 2016)، ۲۵ آرایه گزارش شده است. این مطالعات حاکی از تنوع بالای ریخت‌شناسی در این سرده است.

از نظر جغرافیای گیاهی و اکولوژی، آرایه‌های مختلف گلابی در سرتاسر رشته‌کوه‌های البرز، رشته‌کوه‌های زاگرس و منطقه ارسباران حضور دارند (Zamani et al., 2012). اکثر این گیاهان در مناطق جنگلی باز خشک، مناطق جنگلی نسبتا متراکم و مرطوب و یا در مناطق استپ- جنگلی دیده می‌شوند. زمان گل‌دهی گونه‌های مختلف در بهار (اوایل اردیبهشت و به ندرت اواخر اسفند تا اوایل فروردین) و زمان میوه‌دهی اواخر تابستان (اواخر شهریور تا اواسط مهر ماه و به ندرت اواسط تیرماه تا اوایل مرداد) است.

مطالعات مختلفی در زمینه تبارزایی (Iketani et al., 1998; Kimura et al., 2003; Katayama et al., 2012; Zheng et al., 2008, 2011, 2014)، ریخت‌شناسی (Boissier, 1872; Koehne, 1890; Grossheim, 1952; Fedorov, 1958; Maleev, 1971; Cuizhi & Spongberg, 2003)، تشریح (Elshihy et al., 2004; Zamani et al., 2008) و ریزریخت‌شناسی دانه گرده (Westwood & Challice, 1978; Matsuta et al., 1982; Fang & Yi-Xuan, 1990; Popova et al., 1995; Zamani et al., 2010) و برگ (Zamani et al., 2017) این سرده انجام گرفته است. نتایج مطالعات تبارزایی حاکی از آن است که روابط بین آرایه‌ها به دلیل وقوع فرایندهایی همچون هیبریداسیون‌های گسترده، به خوبی قابل تفکیک نبوده و در اکثر مطالعات، صرفا دو گروه گلابی‌های شرقی و غربی به صورت دو گروه تک‌تباری از هم جدا می‌شوند. با این حال، مطالعات خاصی در ارتباط با صفات سطح بذر در این سرده انجام نگرفته است. در ایران نیز، تاکنون مطالعه‌ای در این زمینه به چاپ نرسیده است.

بر همین اساس، در این پژوهش، برای اولین بار صفات ریزریخت‌شناسی کاملی از سطح بذر آرایه‌های متعددی از گلابی ارائه شده و اهمیت آرایه‌شناسی این صفات در جداسازی آرایه‌های مختلف گلابی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

به منظور ارزیابی اهمیت آرایه‌شناسی صفات مربوط به سطح بذر در گلابی، مطالعه بر روی صفات بذر در ۲۲ نمونه متعلق به ۱۵ آرایه گلابی که از رویشگاه‌های طبیعی جمع‌آوری شده بودند و در هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران (TUH) نگهداری می‌شوند، انجام گرفت (جدول ۱). برای انجام مطالعات، از میکروسکوپ الکترونی نگاره (SEM) و میکروسکوپ دیجیتالی (DM) استفاده شد.

در مطالعات میکروسکوپ الکترونی، بذرها با استفاده از چسب دو رو بر روی استاب‌های آلومینیومی خاص قرار داده شدند. در مرحله بعدی و قبل از تهیه تصویر، نمونه‌ها با پوششی ۲۵ نانومتری از طلا- پالادیوم پوشانده شدند. سپس نمونه‌ها با استفاده از دستگاه میکروسکوپ الکترونی KYKY مدل EM3200 با ولتاژ ۲۵ کیلو وات تصویربرداری شدند و تصاویر مورد نظر با بزرگنمایی‌های مطلوب تهیه شدند.

در مطالعات میکروسکوپ دیجیتالی نیز، بذرها با بزرگنمایی ۴۰ مورد بررسی قرار گرفتند و تصاویر به دست آمده برای بررسی صفات مربوطه، تهیه شدند.

صفات کمّی مورد مطالعه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره شامل طول سلول‌های سطحی بذر (CL)، عرض سلول‌های سطحی بذر (CW)، نسبت طول به عرض سلول‌های سطحی بذر (CL/CW) و ضخامت دیواره بین سلول‌های سطحی بذر (CWT) هستند. صفات مورد ارزیابی با استفاده از میکروسکوپ دیجیتالی نیز شامل طول (SL) و عرض بذر (SW) و همچنین نسبت طول به عرض بذرها (SL/SW) بود. برای ارزیابی دقیق‌تر صفات، اندازه‌گیری صفات بر روی ۲۰ بذر مختلف از هر نمونه انجام گرفت. برای اندازه‌گیری صفات کمّی، از نرم افزار Microstructure Measurement استفاده شد. آنالیز داده‌های کمّی در نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام گرفته و پارامترهای مختلفی شامل میانگین و انحراف معیار، آنالیز واریانس، آزمون همبستگی دو متغیره، تحلیل رسته‌بندی داده‌ها و آرایه‌ها با روش‌های آنالیز مولفه‌های اصلی انجام گرفته و در نهایت،

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

دندروگرام مربوط به ارتباط بین آرایه‌ها بر اساس این داده‌ها ترسیم شد.

مهم‌ترین صفات کیفی مورد ارزیابی با میکروسکوپ الکترونی نگاره شامل نوع تزئینات سطحی بذر (Surface Sculpture)، شکل کلی سلول‌های سطحی بذر (Outline of cells)، الگوی دیواره آنتی‌کلینال سلول‌های سطحی بذر (Anticlinal wall pattern)، الگوی دیواره پری‌کلینال سلول‌های سطحی بذر (Periclinal wall pattern)، نوع برجستگی دیواره بین سلول‌های سطحی بذر (Relief of cell boundary) و نوع تزئینات موجود در روی دیواره بین سلول‌های سطحی بذر (Fine relief of cell wall) هستند. برای توصیف این صفات کیفی از چند منبع (Murley, 1951; Barthlott, 1981; Koul et al., 2000; Arabi et al., 2017) استفاده شد.

نتایج و بحث

چکیده صفات کیفی مهم ارزیابی شده توسط میکروسکوپ نوری و الکترونی نگاره، در جدول ۲ نمایش داده شده است. شاخص‌ترین صفت کیفی در گونه‌های مورد مطالعه، تیپ تزئینات سطحی بذر است. در این ارتباط، تزئینات مختلفی در آرایه‌های مختلف مورد مطالعه مشاهده می‌شود. به طور کلّی، چند نوع اصلی تزئینات سطحی در نمونه‌های مورد مطالعه مشاهده شد (پلات‌های A تا H در شکل ۱):

۱- تیپ لان‌دار (Areolate): در این تیپ، سطح بذر توسط خطوطی باریک به نواحی (سلول‌های) گرد کوچکی تقسیم می‌شود (شکل 1A). ۲- تیپ لانک‌دار (Foveate): در این تیپ، سطح بذر توسط خطوطی پهن به نواحی (سلول‌های) گرد کوچکی تقسیم می‌شود (شکل 1B).

جدول ۱- لیست آرایه‌های مورد استفاده در مطالعه ریزریخت‌شناسی بذر گلابی، اطلاعات جمع‌آوری نمونه‌ها

Table 1. Voucher specimen of the studied taxa of *Pyrus* presented in the seed micromorphological survey

Taxa	Voucher data
P. pashia Buch.-Ham. ex D. Don. **(Ppa)**	Northern Khorassan: Ashkhaneh, Darkesh to Haver village; Attar & Zamani 37382 (TUH)
P. boissieriana Buhse **(PboA)**	Tehran: Firooz-Kooh, Veresk village; Attar, Zamani & Raei Niaki 37776 (TUH)
P. boissieriana **(PboB)**	Gillan: Rudsar, Rahim-Abad, secondary road of Peynevand, Kojid village; Zamani, Raei Niaki & Moradi 37801 (TUH)
P. kandevanica Ghahrem., Khat. & Mozaff. **(Pka)**	Tehran: Karaj-Chalous road, ca. 3 km after tunnel Kandavan, Alt. 2400, 19.9.1988, Ghahreman & Mozaffarian 7109 (TUH)
P.longipedicellata Zamani & Attar **(Plo)**	Mazandaran: 20 km after Gachsar to Chalous; Attar & Zamani 37598 (TUH)
P. grossheimii Fed. **(Pgr)**	Mazandaran: 20 km after Gachsar to Chalous; Attar & Zamani 38308 (TUH)
P. hyrcana Fed. **(Phy)**	Gilan: Talesh to Aq-Evlar, Namni village; Attar & Zamani 44234 (TUH)
P.turcomanica Maleev **(Ptu)**	Northern Khorassan: ca. 20 km to Ashkhaneh from Golestan national park, deviation road of Darkesh to Haver village; Attar & Zamani 37375 (TUH)
P.farsistanica Browicz **(Pfa)**	Fars: ca 28 km after Firooz-Abad to Farashband Zamani & Mehdigholi 39705 (TUH)
P. syriaca Boiss. **(PsyA)**	Kordestan: ca. 20 km after Baneh to Saqez; Attar & Zamani 38297 (TUH)
P. syriaca **(PsyB)**	Kordestan: ca. 10 km after Sanandaj to Marivan (Ariz pass); Attar & Zamani 37488 (TUH)
P. syriaca **(PsyC)**	Azarbayejan: Orumieh, ca. 3 km after Bani to Suraban; Attar & Zamani 44258 (TUH)
P. syriaca **(PsyD)**	Kordestan: secondary road of Marivan to Baneh, left of the road; Attar & Zamani 37474 (TUH)
P. syriaca **(PsyE)**	Kordestan: ca. 25 km to Baneh from Saqez, deviation road of Mir-Deh to Pir-Omaran village, ca. 7 km after Mir-Deh; Attar & Zamani 37480 (TUH)
P. mazanderanica Schonb.-Tem. **(Pma)**	Mazandaran: ca. 20 km after Gachsar to Chalous; Attar & Zamani 40361 (TUH)
P. glabra Boiss. **(Pgl)**	Boyer-Ahmad: 51 km to Yasuj from Sepidan, Naqinezhad 28871 (TUH)
P. salicifolia Pall. **(PsaA)**	Azarbayejan: Kaleybar, between Baydiq and Zarneh village; Attar & Zamani 37732 (TUH)
P. salicifolia **(PsaB)**	Azarbayejan: Khomarloo, Zarneh village, Attar, Zamani, Raei; 37733 (TUH)
P. salicifolia **(PsaC)**	Ardebil: Khalkhal, Kiarta village; Khoshnevis; 38761 (TUH)
P. elaeagrifolia **(Pel)**	Azarbayejan: Orumieh, ca. 3 km after Bani to Surban; Attar & Zamani 44259 (TUH)
P.×takhtadzhianii Fed. **(Pta)**	Azarbayejan: ca. 9 km after Darana to Varzghan; Attar & Zamani 44248 (TUH)
P.× medvedevii **(Pme)**	Azarbayejan: ca 18 km to Kaleybar from Makidi; Attar, Zamani, Raei and Maleki 42929 (TUH)

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

۳- تیپ مشبک (Reticulate): در این تیپ، سطح بذر توسط شبکه برجسته‌ای از خطوط باریک به نواحی (سلول‌های) چندوجهی کوچکی تقسیم می‌شود (شکل 1C). ۴- تیپ منفذدار (Perforate): در این تیپ، سطح بذر به منافذی (سلول‌هایی) تقسیم می‌شود (شکل 1D). ۵- تیپ برجسته (Colliculate): در این تیپ همان طور که از نام آن مشخص است، سطح بذر به سلول‌هایی برجسته تقسیم می‌شود که توسط شیارهایی به هم متصل می‌شوند (شکل 1E). ۶- تیپ مخطط (Striate): در این تیپ، سطح بذر توسط خطوط باریک برجسته نسبتا بلند و صاف به برآمدگی‌ها و شیارهایی تقسیم می‌شود (شکل 1F). ۷- تیپ موّاج (Undulate): در این تیپ، سطح بذر توسط خطوط برجسته باریک کوتاه و خمیده به برآمدگی‌ها و شیارهایی تقسیم می‌شود (شکل 1G). ۸- تیپ دنده‌ای درهم تنیده (Interwoven Ribbed): در این تیپ، برجستگی‌هایی درهم‌تنیده در سطح بذر مشاهده می‌شود (شکل 1H). حالات ترکیبی از تیپ‌های نامبرده نیز در نمونه‌های مورد بررسی مشاهده شدند (جدول ۲).

پس از مقایسه توصیفی اطلاعات به دست آمده از مطالعات انجام گرفته بر روی بذر آرایه‌های مختلف گلابی در سطح بخشه، آنالیز آماری جامعی بر روی این داده‌ها انجام گرفته که اهمّ نتایج حاصل از این بخش به شرح ذیل ارائه می‌شود.

در ابتدا میانگین و انحراف معیار صفات کمّی محاسبه شد (شکل ۲). آنالیز واریانس یک طرفه انجام گرفته بر روی متغیرهای کمّی حاکی از اهمیت بالای این متغیرها ($p < 0.000$) در واریانس مشاهده شده بود. تمام این متغیرها میزان بالایی از تفاوت آماری را بین گروه‌های مختلف نشان می‌دهند (جدول ۳).

آزمون همبستگی دو متغیره انجام شده حاکی از همبستگی معنادار بین تقریباً تمام صفات کمّی است (جدول ۴). آنالیز اولیه مربوط به برآورد میزان ارزش صفات کمّی در خوشه‌بندی آرایه‌ها با فرض تمامی داده‌های کمّی به عنوان داده‌های فعال با استفاده از روش آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) انجام گرفت. نتایج حاصل از این آنالیز حاکی از این است که دو مولفه اول بیانگر ٪۶۸/۷۰ واریانس مشاهده شده هستند (جدول ۵). ٪۱۰۰ واریانس مربوط به صفات کمّی مورد مطالعه، توسط هفت مولفه اول تبیین می‌شود.

بررسی رسته‌بندی صفات کمّی حاکی از این است که عرض بذر (SW)، بیشترین و نسبت طول به عرض سلول‌های سطحی بذر (CL/CW)، کمترین امتیاز را در مولفه اول PCA دارا هستند (جدول ۶).

بررسی الگوی رسته‌بندی و خوشه‌بندی آرایه‌های مورد مطالعه با روش PCA حاکی از عدم همخوانی صفات کمّی بذر با طبقه‌بندی آرایه‌شناسی گلابی در سطوح بخشه و بین‌گونه‌ای و حتی درون‌گونه‌ای بود (شکل ۳ و ۴). همان طور که در این اشکال مشخص است، اعضای بخشه‌های *Pashia*، *Pyrus*، *Xeropyrenia* و *Argyromalon* به علاوه دو آرایه دورگه، به واسطه صفات کمّی بذر، هیچ رابطه نزدیکی با یکدیگر نشان نمی‌دهند. همچنین در ارتباط با گونه‌های پرپراکنش *P. boissieriana*، *P. syriaca* و *P. salicifolia* که افراد متعددی از آنها در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند، حد و مرز گونه با اتکا به صفات کمّی بذر قابل تشخیص نبوده و افراد مختلف این گونه‌ها دور از هم و در کنار گونه‌هایی غیرخویشاوند قرار دارند.

در ارتباط با صفات کیفی مربوط به سطح بذر نیز، اغلب صفات تنوع خاصی از خود نشان نداده و البته صفت کیفی تیپ تزئینات سطحی بذر در برخی موارد، قادر به تعیین حد و مرز برخی گونه‌ها است. از این بین می‌توان به آرایه‌هایی مثل *P. hyrcana* و *P.* × *takhtadzhianii* اشاره کرد که اولی به واسطه تیپ منفذدار و دومی به واسطه تیپ لان‌دار به خوبی از بقیه آرایه‌های گلابی متمایز می‌شوند. همچنین در بین گونه‌های پرپراکنش، *P. boissieriana* تنوع قابل توجهی در ارتباط با تیپ تزئینات سطحی بذر از خود نشان می‌دهد و افراد مختلف این گونه دارای تزئیناتی مختلف شامل Areolate-foveate، مخطط موازی، مخطط در هم تنیده و موّاج در چهار فرد مورد مطالعه از این گونه مشاهده شد. این در حالی است شش فرد مورد مطالعه از *P. syriaca* در این زمینه تنوع خاصی از خود نشان نداده و صرفا اشکال مختلفی از تیپ‌های مشابه Areolate، مشبک و لان‌دار مشاهده می‌شود. بر این اساس، به نظر می‌رسد بتوان حد و مرز *P. syriaca* را بر اساس این صفت مورد ارزیابی قرار داد. البته نکته قابل توجه در این زمینه این است که این تیپ‌ها مختص این گونه نبوده و همان گونه که در اشکال مربوطه در بخش نتایج مشاهده شد، بسیاری از آرایه‌های دیگر گلابی نیز این تیپ‌ها را از خود نشان می‌دهند. این گونه به نظر می‌رسد که صفات ریزریخت‌شناسی بذر نیز در Rosaceae، بیشتر در تعیین حد و مرز بین سرده‌ها ارزشمند باشد. بر اساس مطالعه انجام شده بر روی اعضای مختلف Rosoideae (Tantawy & Naseri, 2003)، به اهمیت صفات کیفی مربوط به سطح بذر به‌خصوص تیپ تزئینات سطحی بذر در سطح بین سرده اشاره شده است.

این موضوع همچنین در خوشه‌بندی ارائه شده نیز قابل تشخیص است و ارتباط آرایه‌شناسی در سطوح مختلف، با استفاده از صفات کمّی مورد مطالعه، قابل حمایت نیست (شکل ۴).

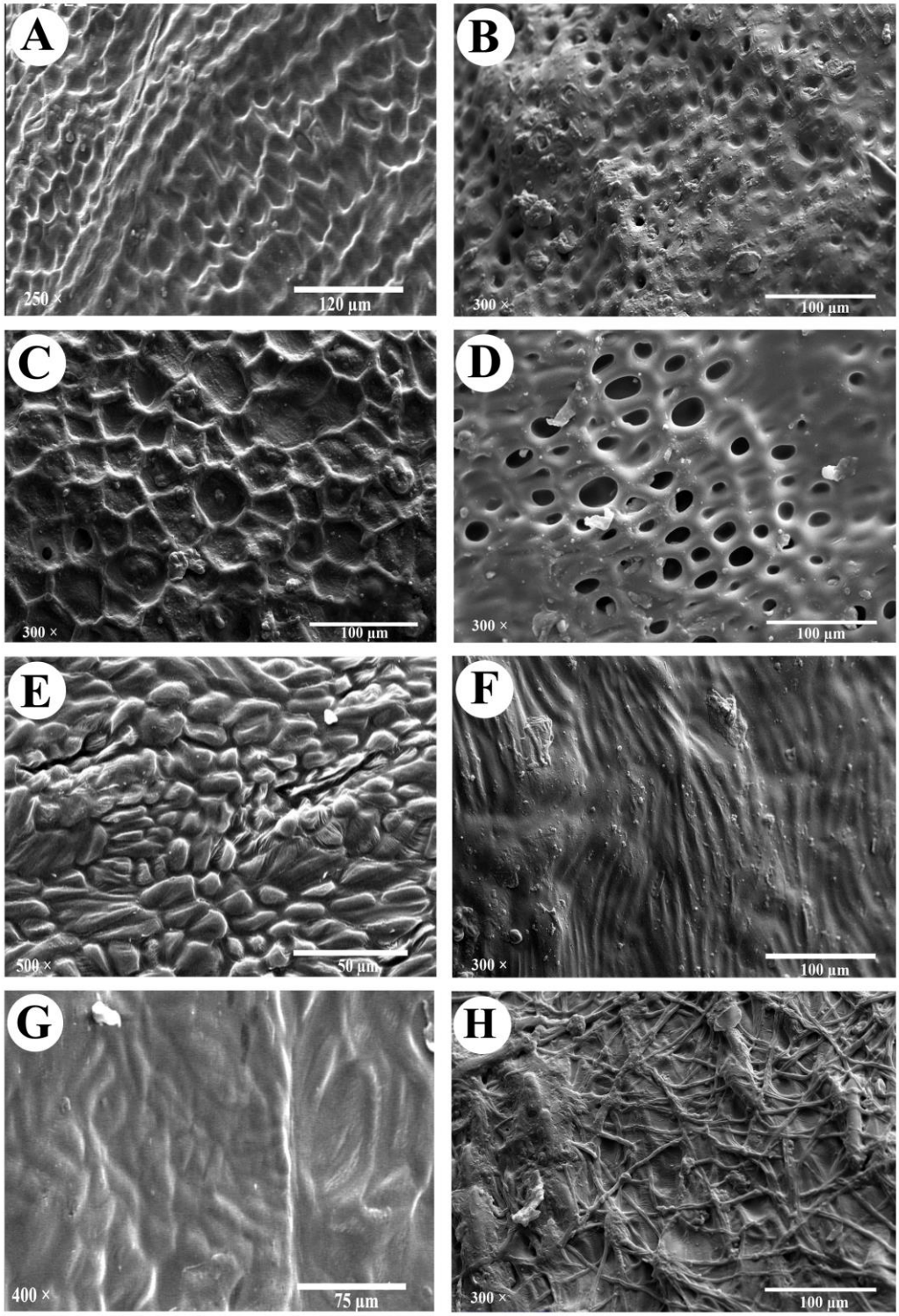
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

جدول ۲- چکیده نتایج مربوط به صفات کیفی مربوط به ریزریخت‌شناسی بذر در آرایه‌های مورد مطالعه گلابی.

Table 2. Summary of quantitative characters of micromorphological survey on the seed surface of *Pyrus* taxa.

Taxa	Outline of cells	Anticlinal wall pattern	Relief of cell boundary	Periclinal wall	Fine relief of cell wall	Surface Sculpture
P. Sect. *Pashia*						
P. pashia-37382	Often isodiametric, hexagonal	Straight to curved	Raised	Flat	Smooth to ± striate	Areolate
P. boissieriana-37776	Often isodiametric, sometimes elongated in one direction	Curved to straight	Raised	Concave to tuberculate	Smooth to ± striate	Areolate-Foveate
P. boissieriana-37801	Irregular	Straight	Raised	Flat	Often striate	Interwoven Ribbed
P. kandevanica-7109	± isodiametric, ± elliptic to polygonal	Straight to curved	Raised	Flat to convex	Smooth to striate	Areolate-Foveate
P. longipedicellata-37598	Elongated in one direction, tri- to pentagonal	Straight to curved	Raised	Flat	Smooth	Areolate-Foveate
P. Sect. *Pyrus*						
P. grossheimii-38308	Often isodiametric, tetra- to hexagonal	Straight to curved	Raised to ± flat	Flat to convex	Smooth to striate	Areolate-Foveate
P. hyrcana-44234	Isodiametric, circular	Curved	± Flat	-	Smooth to lax micropapillate	Perforate
P. turcomnica-37375	Elongated in one direction,	Straight to curved	Sunken	Convex	Striate to smooth	Colliculate
P. farsistanica-39705	Isodiametric, often hexagonal	Curved	±Raised	Concave to flat	Striate to smooth	Areolate-Foveate
P. Sect. *Xeropyrenia*						
P. syriaca-38297	Isodiametric, penta- or hexagonal	Straight to curved	±Raised	Often flat	Smooth to striate	Areolate-Foveate
P. syriaca-37488	Often isodiametric, penta- or hexagonal	Straight to curved	±Raised	Often flat	Smooth to striate	Areolate
P. syriaca-44258	Isodiametric to elonglated in one direction	Often straight, rarely curved	Raised	Often flat	Smooth to striate to lax micropapillate	Areolate
P. syriaca-37474	Isodiametric to elongated in one direction	Straight, sometimes curved	Raised	Often flat	Smooth to lax micropapillate	Areolate
P. syriaca-37480	Isodiametric, often hexagonal	Straight	Raised	Flat	Striate to lax micropapillate	Reticulate
P. mazanderanica-40361	Often isodiametric, tetra- to hexagonal	Straight to curved	Raised	Often flat	Smooth to striate to lax micropapillate	Areolate
P. glabra-28871	Elongated in one direction, tetra- to hexagonal	Often straight	Raised	Concave to flat	Striate	Areolate
P. Sect. *Xeropyrenia*						
P. salicifolia-37732	Elongated in one direction, tri- to pentagonal	Often straight	±Raised	Often flat	Smooth to striate to lax micropapillate	Areolate-ribbed
P. salicifolia-37733	Isodiametric, often hexagonal	Often straight	Raised	Often flat	Often striate	Ribbed-Areolate
P. salicifolia-38761	± isodiametric, elliptic to circular	Often curved	Raised	Flat to convex	Smooth to lax micropapillate	Areolate-Foveate
P. elaeagrifolia-44259	Isodiametric, often circular	Often curved	±Raised	Concave to flat	Smooth to micropapillate	Foveate-Areolate
P.× takhtadzhianii-44248	Isodiametric, circular	Often curved	±Flat	Concave	Smooth to lax micropapillate	Foveate
P. × medvedevii-42929	Isodiametric, often penta- to hexagonal	Straight to curved	±Raised	Flat to concave	Often smooth	Areolate

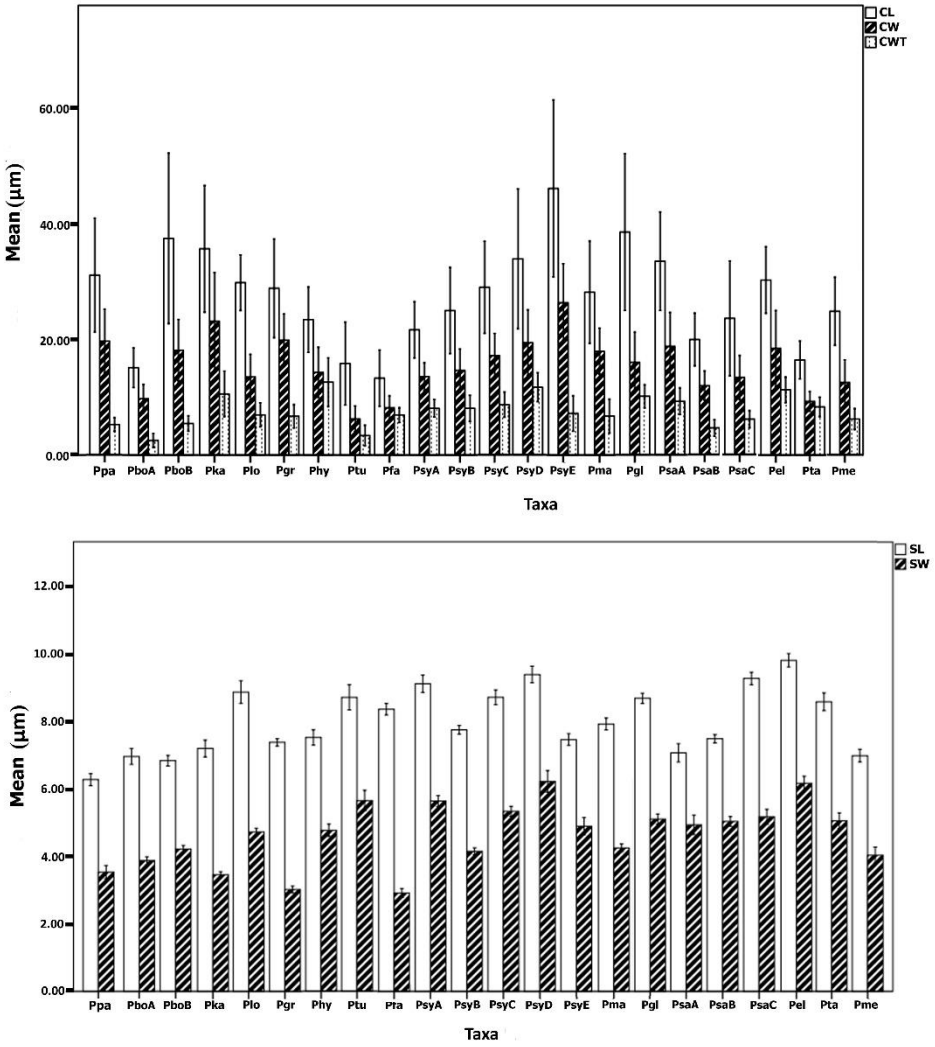
[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]



شکل ۱- تیپ‌های مختلف تزئینات سطحی بذر در آرایه‌های مختلف گلابی: (A) تیپ لان‌دار، (B) تیپ لانک‌دار، (C) تیپ مشبک، (D) تیپ منفذدار، (E) تیپ برجسته، (F) تیپ مخطط، (G) تیپ موّاج، (H) تیپ دنده‌ای درهم تنیده.

Figure 1. Seed surface sculpture in thr studied taxa of *Pyrus*: (A) areolate, (B) foveate, (C) reticulate, (D) perforate, (E) colliculate, (F) striate, (G) undulate and (H) interwoven ribbed types.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]



شکل ۲- میانگین و انحراف معیار پنج صفت کمّی مورد مطالعه در ریزریخت‌شناسی بذر آرایه‌های گلابی شامل طول بذر (SL)، عرض بذر (SW)، طول سلول سطحی بذر (CL)، عرض سلول سطحی بذر (CW)، ضخامت دیواره سلول سطحی بذر (CWT).

Figure 2. Mean and standard deviation of five quantitative characters assessed in thr seeds micromorphological study of *Pyrus* taxa, Seed Length (SL), Seed Width (SW), Cell Length (CL), Cell Width (CW) and Cell Wall Thickness (CWT).

جدول ۳- نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه بر روی صفات کمّی مربوط به مطالعه بر روی صفات ریزریخت‌شناسی بذر آرایه‌های گلابی.

Table 3. Analysis of variance of quantitative characters assessed in thr seed surface micromorphological study on *Pyrus* taxa.

Variable	Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	*F*	Significance
SL	Between Groups	587.289	24	24.470	104.453	0.000
	Within Groups	111.279	475	0.234		
	Total	698.568	499			
SW	Between Groups	438.003	24	18.250	105.236	0.000
	Within Groups	82.375	475	0.173		
	Total	520.379	499			
CL	Between Groups	36823.830	25	1472.953	81.661	0.000
	Within Groups	8910.470	494	18.037		
	Total	45734.300	519			
CW	Between Groups	11506.301	25	460.252	91.066	0.000
	Within Groups	2496.695	494	5.054		
	Total	14002.996	519			
CWT	Between Groups	3241.315	27	120.049	95.024	0.000
	Within Groups	672.106	532	1.263		
	Total	3913.421	559			

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

جدول ۴- آزمون همبستگی دومتغیره بین صفات کمّی مربوط به مطالعه بر روی صفات ریزریخت‌شناسی بذر آرایه‌های گلابی.

Table 4. Bivariate correlation test between quantitative characters of micromorphological study on seed surface of *Pyrus* taxa.

	SL	SW	CL	CW	CWT
SL	1	.586**	-.109*	-.193**	.295**
SW		1	.106*	-.038	.269**
CL			1	.712**	.304**
CW				1	.345**
CWT					1

No symptoms, * and **: no correlation, significant at the 0.05 level, is significant at the 0.01 level, respectively.

بدون علامت، *، ** به ترتیب نشانگر عدم همبستگی، همبستگی در سطح احتمال پنج در صد و یک در صد هستند.

جدول ۵- نتایج حاصل از آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) بر روی صفات کمّی مربوط به مطالعه بر روی صفات ریزریخت‌شناسی بذر در آرایه‌های گلابی.

Table 5. Results of Principal Component Analysis (PCA) on quantitative characters of micromorphological study on seed surface of *Pyrus* taxa.

	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Eigenvalue	2.4633	2.3439	1.1733	0.5774	0.3342	0.0729	0.035
Proportion	0.352	0.335	0.168	0.082	0.048	0.01	0.005
Cumulative	0.352	0.687	0.854	0.937	0.985	0.995	1

جدول ۶- امتیاز صفات کمّی در تبیین مولفه‌های اول تا چهارم PCA.

Table 6. Score of quantitative characters in Principal Component 1 (PC1) to Principal Component 4 (PC4).

Variable	PC1	PC2	PC3	PC4
SW	0.498	0.38	-0.002	-0.197
SL/SW	-0.452	-0.171	0.468	0.523
CWT	0.417	-0.155	0.544	0.014
CL	0.412	-0.418	-0.234	0.343
CW	0.34	-0.517	-0.107	0.193
SL	0.292	0.397	0.498	0.26
CL/CW	0.066	0.45	-0.413	0.682

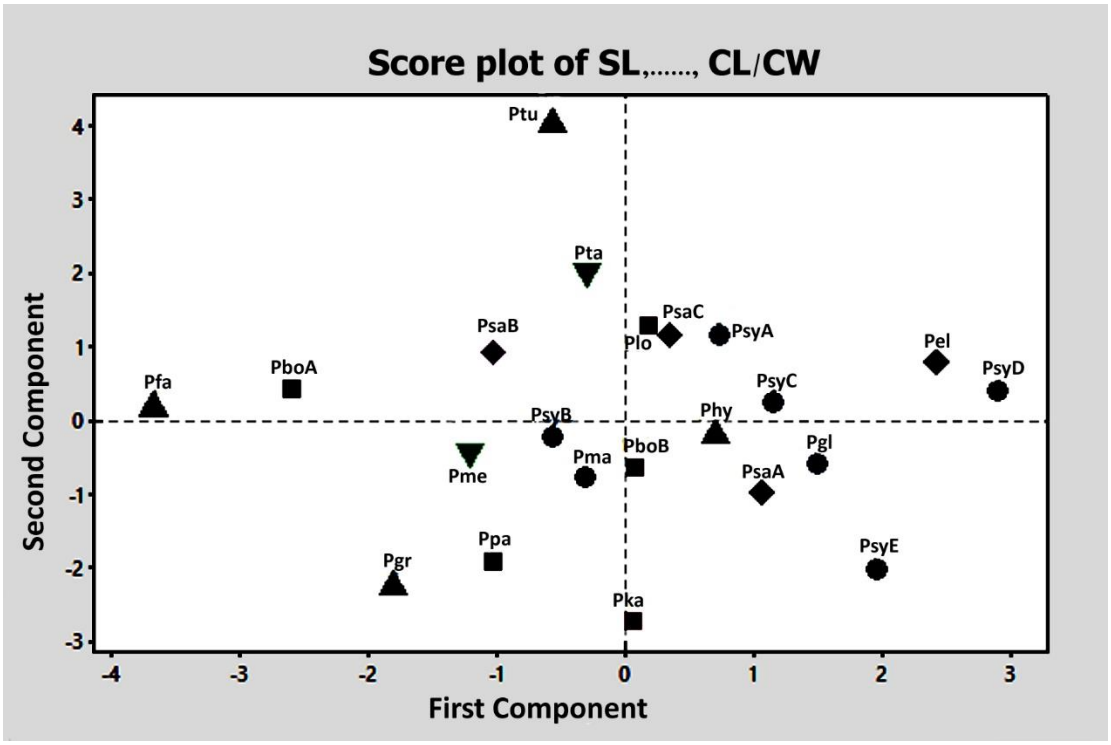
نتیجه‌گیری

سرده گلابی یکی از گیاهان با نرخ بالای دورگ‌گیری بوده و به همین دلیل، تشخیص حد و مرز آرایه‌ها در این سرده، همواره از چالش‌های گیاه‌شناسان بوده است. بر همین اساس، ابزارهای مختلفی برای حل این مشکل به کار گرفته شده است. با این حال، در ایران مطالعات جامع محدودی روی این سرده انجام گرفته است. در مطالعه حاضر، تعداد قابل توجهی از آرایه‌های گلابی مورد مطالعه قرار گرفتند تا بتوان در ارتباط با ارزش آرایه‌شناختی صفات مربوط به بذر، اظهارنظر داشت. نتایج مطالعه حاضر، حاکی از آن است که تنوع قابل توجهی در صفات مربوط به بذر در سطح درون‌گونه‌ای وجود دارد. بر همین اساس، انتظار می‌رود در آینده بتوان با بهره‌گیری از ابزارهای مختلف و بخصوص راهکارهای مولکولی، اظهارنظرهای مطمئنی در زمینه ارتباطات بین گونه‌های مختلف این سرده داشت.

سپاس‌گزاری

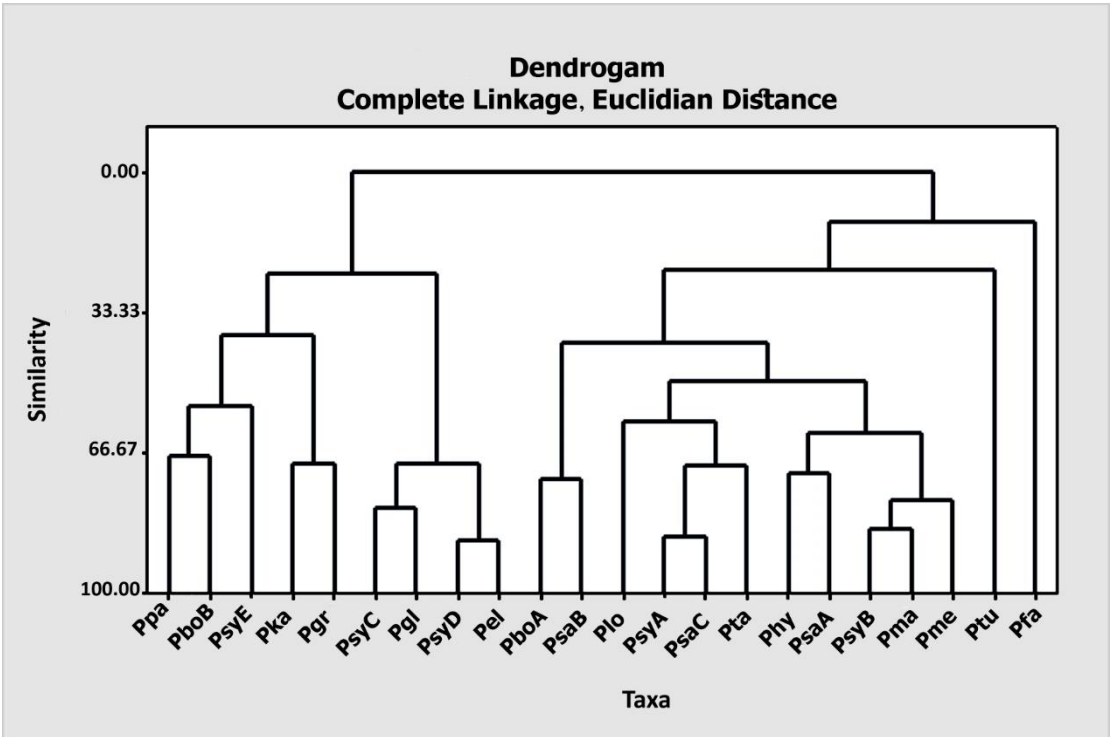
از سرکار خانم دکتر فریده عطار به پاس زحمات چندین ساله در جمع‌آوری و در اختیار گذاشتن نمونه‌های مورد مطالعه کمال قدردانی را داریم.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]



شکل ۳- رسته‌بندی PCA آرایه‌های مختلف گلابی بر اساس مطالعه ریزریخت‌شناسی بذر (■: بخشه *Pashia*؛ ▲: بخشه *Pyrus*؛ ●: بخشه *Xeropyrenia*؛ ♦: بخشه *Argyromalon*؛ ▼: آرایه‌های دورگه).

Figure 3. PCA ordination of different taxa of *Pyrus* using micromorphological characters of seed (■: Section *Pashia*; ▲: Section *Pyrus*; ●: Section *Xeropyrenia*; ♦: Section *Argyromalon*; ▼: hybrid taxa).



شکل ۴- دندروگرام حاصل از آنالیز خوشه‌ای آرایه‌های مورد مطالعه گلابی بر اساس صفات کمّی بذر با استفاده از روش همبستگی کامل و فاصله اقلیدسی.

Figure 4. Dendrogram of cluster analysis of *Pyrus* taxa using quantitative characters of seed constructed by Complete Linkage and Euclidian Distance.

.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]

REFERENCES

Arabi, Z., Ghahremaninejad, F., Rabeler, R.K. & Heubl, G. 2017. Seed micromorphology and its systematic significance in tribe Alsineae (Caryophyllaceae). Flora 234: 41-59.

Boissier, E. 1872. Flora Orientalis. Genava. Vol. 2. Genevae et Basileae: H. Georg. 1159 pp.

Browicz, K. 1993. Conspect and chorology of the genus *Pyrus* L. Arboretum Kornickie 38: 17-33.

Barthlott, W. 1981. Epidermal and seed surface characters of plants: systematic applicability and some evolutionary aspects. Nordic Journal of Botany 1: 345-355.

Cuizhi, C. & Spongberg, S. 2003. *Pyrus* in Flora of China. http://flora.huh.harvard.edu/china/PDF/PDF09/Pyrus.PDF

Elshihy, O., Sharaf, A. & Muzher, B. 2004. Morphological, anatomical and biochemical characterization of Syrian pear (*Pyrus syriaca* Boiss.) genotypes. Arabian journal of Biotechnology 7: 209-218.

Fang, X. & Yi-Xuan, Y. 1990. Observation on pollen morphology and exine ultrastructure of *Pyrus* in China. Chinese Journal of Botany 3: 33-41.

Fedorov, A. 1958. *Pyrus* L. *in* Takhtajan, A. (editor), Flora Armenii. Vol. 3. Erevan. pp. 235-254.

Grossheim, A. 1952. Flora Kavkaza. Vol. 5. Moskva-Leningrad. pp. 14-27.

Koehne, E. 1890. Die Gattunqen der Pomaceen. Berlin.

Iketani, H., Manabe, T., Matsuta, N., Akihama, T. & Hayashi, T. 1998. Incongruence between RFLPs of chloroplast DNA and morphological classification in east Asian pear (*Pyrus* spp.). Genetic Resources and Crop Evolution 45: 533-539.

Katayama, H., Tachibana, M., Iketani, H., Zhang, S. & Uematsu, C. 2012. Phylogenetic utility of structural alterations found in the chloroplast genome of pear: hypervariable regions in a highly conserved genome. Tree Genetics and Genomes 8: 313-326.

Khatamsaz, M. 1992. *Pyrus* L. *in* Assadi, M. Khatamsaz, M. & Maassoumi, A.A. (editors), Flora of Iran, No. 6. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran. pp. 181-200. (in Persian)

Kimura, T., Iketani, H., Kotobuki, K., Matsuta, N., Ban, Y., Hayashi, T. & Yamamoto, T. 2003. Genetic characterization of pear varieties revealed by chloroplast DNA sequences. The Journal of Horticultural Science and Biotechnology 78: 241-247.

Koul, K., Nagpal, R. & Raina, S. 2000. Seed coat microsculpturing in *Brassica* and allied genera (subtribes Brassicinae, Raphaninae, Moricandiinae). Annals of Botany 86: 385-397. doi:10.1006/anbo.2000.1197.

Maleev, P. 1971. *Pyrus* L. *in* Komarov, V. (ed.), Flora of U.S.S.R. Vol. 9. Academy of Science of the U.S.S.R. pp. 259-274.

Matsuta, N., Omura, M. & Akihama, T. 1982. Difference in micromorphological pattern on pollen surface of Japanese pear cultivars. Japanese Journal of Breeding 32: 123-128.

Murley, M. 1951. Seeds of the Cruciferae of North Eastern America. American Midland Naturalist 46: 1-81.

Popova, M., Kovacheva, D. & Anastassov, H. 1995. Anatomical studies of leaves of *Pyrus* L. species in Bulgaria. Proceedings of a jubilee symposium marking 100 years from the birthday of the academician Boris Stephanov (1894-1979): 109-113.

Rubtsov, G. A. 1944. Geographical distribution of the genus *Pyrus* and trends and factors in its Evolution. The American Naturalist 78: 358-366.

Schönbeck-Temesy, E. 1969. *Pyrus* L. *in* Rechinger, K.H. (editor.), Flora Iranica. No. 66. Akademische Druck und Verlagsanstalt, Graz-Austria. pp. 27-36.

Tantawy, M. & Naseri, M. 2003. A contribution to the achene knowledge of Rosoideae (Rosaceae) LM and SEM. International Journal of Agriculture and Biology 5: 105-112.

Westwood, M.N. & Challice, J.S. 1978. Morphology and surface topography of pollen and anthers of *Pyrus* species. Journal of the American Society for Horticultural Science 103: 28-37.

Zamani, A., Attar, F., Ghahreman, A. & Maroofi, H. 2008. Anatomical studies of the genus *Pyrus* L. (Rosaceae) in Iran and its taxonomical implications. Iranian Journal of Botany 14: 132-142.

Zamani, A., Attar, F. & Maroofi, H. 2010. Pollen morphology of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran. Acta Biologica Szegediensis 54: 51-56.

Zamani, A., Attar, F. & Maroofi, H. 2012. A synopsis of the genus *Pyrus* (Rosaceae) in Iran. Nordic Journal of Botany 30: 310-332.

Zamani, A. 2016. Biosystemtic study on the genus *Pyrus* L. (Rosaceae) in Iran. Ph.D. thesis. University of Tehran. 243 pp.

Zamani, A., Attar, F. & Civeyrel, L. 2017. Leaf epidermis characters of Iranian *Pyrus* L. (Rosaceae) and their taxonomic implications. Genetic Resources and Crop Evolution 64: 159-176.

Zheng, X., Cai, D., Yao, L. & Teng, Y. 2008. Non-concerted ITS evolution, early origin and phylogenetic utility of ITS pseudogenes in *Pyrus*. Molecular Phylogenetics and Evolution 48: 892-903.

Zheng, X., Hu, C., Spooner, D., Liu, J., Cao, J. & Teng, Y. 2011. Molecular evolution of Adh and LEAFY and the phylogenetic utility of their introns in *Pyrus* (Rosaceae). BMC Evolutionary Biology 11: 255.

Zheng, X., Cai, D., Potter, D., Postman, J., Liu, J. & Teng, Y. 2014. Phylogeny and evolutionary histories of *Pyrus* L. revealed by phylogenetic trees and networks based on data from multiple DNA sequences. Molecular Phylogenetics and Evolution 80: 54-65. doi: 10.1016/j.ympev.2014.07.009.

*****

How to cite this article:

Zamani, A., 2022. Micromorphological study on the seeds of wild species of *Pyrus* (Rosaceae) in Iran and their taxonomic implication. Nova Biologica Reperta 9: 236-245. (In Persian).

زمانی ا. ۱۴۰۱. مطالعه ریزریخت‌شناسی بذر در آرایه‌های وحشی سرده گلابی (*Pyrus*) از تیره گلسرخیان (Rosaceae) و اهمیت آرایه‌شناسی صفات در ایران. یافته‌های نوین در علوم زیستی ۹: ۲۴۵-۲۳۶.

[Downloaded from c4i2016.khu.ac.ir on 2024-04-28]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1401.9.3.8.8]
[DOI: 10.52547/nbr.9.3.236]