

بررسی گرده‌شناسی جنس *Crocus L.* (Iridaceae) با تأکید بر تاکسونومی در ایران

ملیکا سادات طبسی و احمدرضا محرابیان*

ایران، تهران، دانشگاه شهید بهشتی، دانشکده علوم و فناوری های زیستی

تاریخ پذیرش: ۹۶/۳/۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۸/۱۵



چکیده

زعفران بعنوان یک جنس شاخص از زیرخانواده *Crocoideae* Burnett و متعلق به خانواده *Iridaceae* دارای حدود ۱۰۰ گونه در دنیا می باشد. این جنس در ایران نیز دارای ۸ گونه از دو زیربخش *Crocus* و *Nudiscapus* است. بدلیل اهمیت شواهد گرده‌شناختی و نقش آن‌ها در تمایز تاکسونومیک این جنس و نیز فقدان مطالعات جامع در این حوزه در ایران، موضوع فوق مورد بررسی قرار گرفته است. نمونه های گرده ای این مطالعه با استفاده از میکروسکپ الکترونی نگاره (SEM) عکس برداری شدند. بر اساس ارزیابی های انجام شده، دانه های گرده ی این جنس در رده متوسط تا بزرگ طبقه بندی می گردند. علاوه بر این، انتشار دانه های گرده بصورت monad (منفرد) و شکل کلی آنها spheroidal (کروی) می باشد. همچنین الگوی منافذ spiraperture (شامل یک یا چند منفذ مارپیچی) از مارپیچی منفرد پیوسته تا چندین مارپیچ نامنظم و ناپیوسته متغیر و بوضیعت فرورفته و عمیق تا سطحی متنوع می باشند. دیواره ی دانه های گرده در تاکسون های مطالعه شده *intectae* (فاقد تکتوم) است و دارای تزئینات *microechinate* (ریزخاردار) می باشد. نتایج این مطالعه نشان می دهد که صفات گرده‌شناسی در تمایز بخش‌ها کارآمد است و در بسیاری از موارد می توانند در جدایی گونه‌ها و نیز تعیین مرز بین گونه‌ای مؤثر باشند. با این وجود، شواهد گرده‌شناسی غالباً "بعنوان صفات کمکی و تأیید کننده محسوب می شوند. بنابراین بکارگیری آن‌ها همراه با سایر شواهد تاکسونومیک، می تواند در تعیین محدوده‌ی گونه‌ای و نیز مرز گونه‌ها تأثیر گذار باشد.

واژه های کلیدی: گرده‌شناسی، زعفران، تاکسونومی، ایران.

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۳۴۴۷۵۴۴، پست الکترونیکی: a_mehrabian@sbu.ac.ir

مقدمه

کشورهای دنیا دارد (۱۹، ۳۵). تا کنون مطالعات متعددی جهت ارزیابی صفات تاکسونومیک با ارزش جهت تمایز تاکسون های این جنس به انجام رسیده است. Haworth (۲۶) از صفت وجود یا عدم وجود کرک در گلوی گل در راستای طبقه بندی و تمایز این تاکسون ها استفاده کرده است. Sabine (۴۱) نیز شواهدی مانند اسپات و پوشش بنه ای را در تمایزات و رده بندی جنس موثر می داند که توسط سایر مطالعات (۲۷، ۳۳) تأیید شده است. این جنس توسط Mathew (۳۲) به دو زیرجنس *Crocus* با پرچم های برون گرا (فقط شامل *C. banaticus*) و زیرجنس *Croiris* با پرچم های درون گرا طبقه بندی شده است.

زعفران بعنوان یک جنس شاخص از زیرخانواده *Crocoideae* (۱۴) و متعلق به خانواده *Iridaceae* شامل حدود ۱۰۰ گونه شناخته شده در دنیا می باشد (۳، ۳۷). این جنس در جنوب غرب اروپا، جنوب غرب آسیا، چین و بویژه در آسیای صغیر و بالکان انتشار یافته است (۲۲، ۲۳، ۴۰). گونه های متنوع این جنس بعنوان خویشاوندان وحشی زعفران خوراکی (*Crocus sativa L.*) از توان ژنتیکی-اکولوژیکی بالایی جهت ارتقاء سازگاری، مقاومت در برابر تنش‌ها و بهبود محصولات زراعی برخوردارند. این در حالی است که ایران از بعد کشت زعفران خوراکی رتبه اول را در میان کل

مخصوص میکروسکپ الکترونی تثبیت شده و سپس با دستگاه Sputter Emitech EMK 550 در یک محفظه خلاء با طلا پوشش دهی شدند. سپس نمونه‌ها با دستگاه میکروسکپ الکترونی نگاره (SEM) مدل Cam Scan Hitachi SU3500 عکس برداری شدند (شکل ۱ و ۲). بعد از این مرحله صفات کمی حدود ۲۰-۳۰ دانه‌گروه از ۱-۳ جمعیت با استفاده از نرم‌افزار Image tools ver.3 ارزیابی شد. واژگان شناسی گروه بر اساس مطالعات Halbritter و همکاران (۲۰) توصیف شده است. به علاوه صفات کمی کدگذاری شده و با استفاده از نرم‌افزار PAST version 2.17 (۲۱) تحت آنالیز خوشه‌بندی قرار گرفتند (شکل ۳).

نتایج

نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که دانه‌های گروه‌ی جنس زعفران دارای انتشار monad (دانه‌گروه منفرد) می‌باشند. شکل کلی دانه‌گروه نیز spheroidal (کروی) است و الگوی منافذ spiraperture (منافذ مارپیچی)، از مارپیچ منفرد پیوسته (*C. biflorus*) تا چندین مارپیچ نامنظم و ناپیوسته (*C. cancellatus*) متغیر می‌باشد (شکل ۱ و ۲).

زیرجنس اخیر خود به دو بخش شامل *Crocus nudiscapus* تفکیک گردیده است. علاوه بر این، مطالعات متعدد دیگری با رویکرد بیوسیستماتیک شامل فیلوژنی (۱۰، ۱۱، ۱۸، ۲۲، ۲۳، ۳۷، ۴۶)، کاریولوژی (۶، ۲۲)، ارزیابی تنوع (۴، ۹، ۳۰، ۳۴، ۳۶، ۴۳) و گروه‌شناسی (۷، ۱۳، ۱۷، ۲۹) در این جنس انجام شده است.

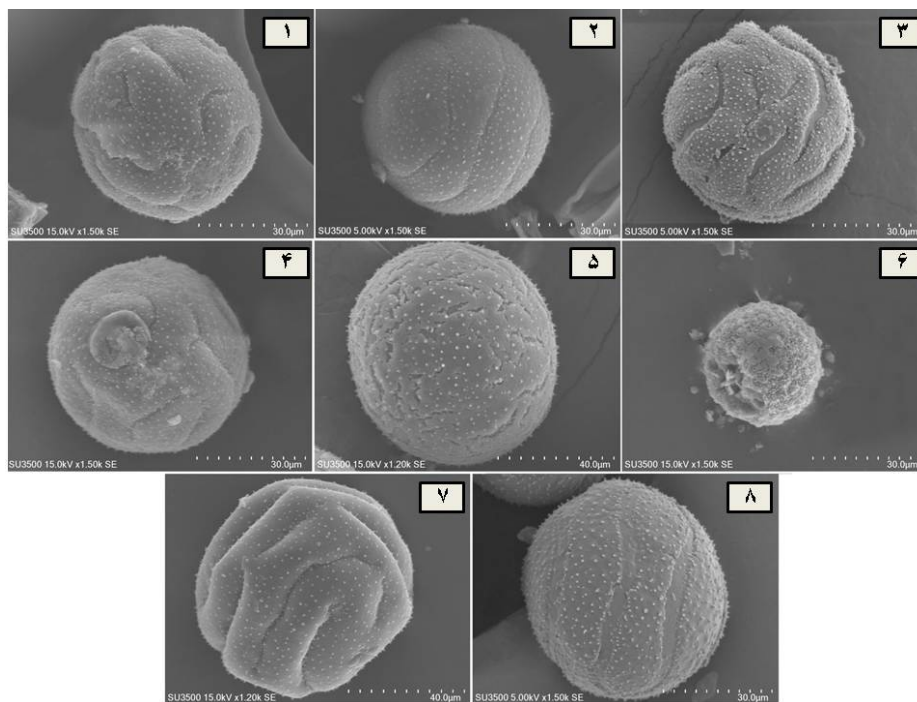
جنس زعفران در ایران دارای ۸ گونه از دو زیربخش *Crocus* و *Nudiscapus* می‌باشد. بواسطه اهمیت اقتصادی این جنس، فقدان مطالعات تاکسونومیکی و نیز تمرکز کاشت زعفران در ایران، ارزیابی شواهدی چون گروه‌شناسی پیرامون خویشاوندان وحشی این گونه حائز اهمیت است.

مواد و روشها

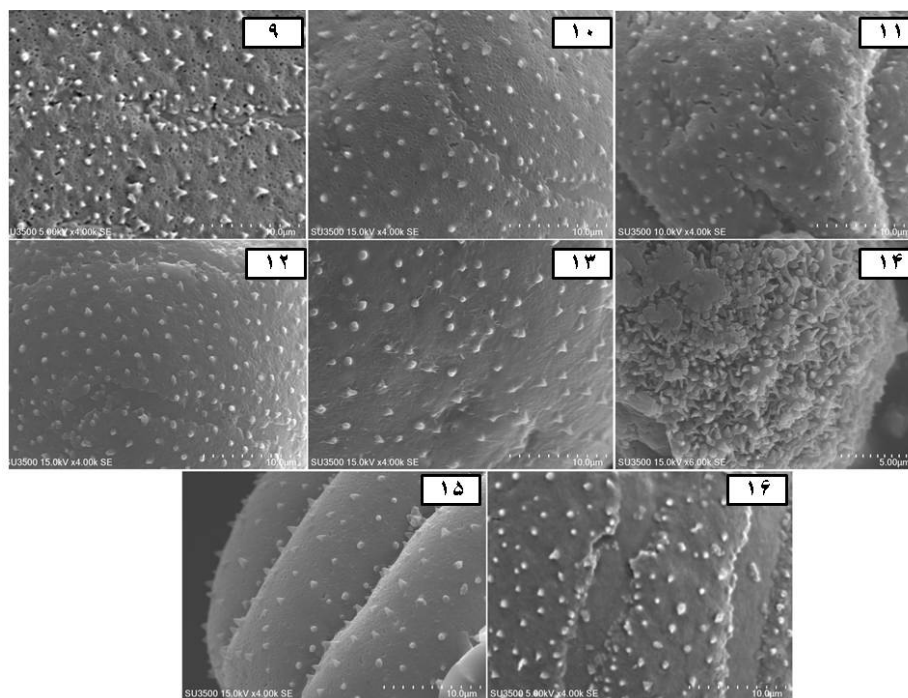
گونه‌های گیاهی مورد نظر، با جمع‌آوری‌های میدانی و نیز استفاده از نمونه‌های هرباریومی دانشگاه شهید بهشتی (HSBU) و هرباریوم مرکزی دانشگاه تهران (TUH) گردآوری شده است (جدول ۱). نمونه‌های گیاهی با استفاده از فلور ایران (۱) و فلور ایرانیکا (۳۹) مورد شناسایی قرار گرفتند. دانه‌های گروه نیز از بساک‌های بالغ جدا شده و سپس بوسیله‌ی چسب کربنی بر روی پایه‌های آلومینیومی

جدول ۱- فهرست گونه‌های مورد بررسی

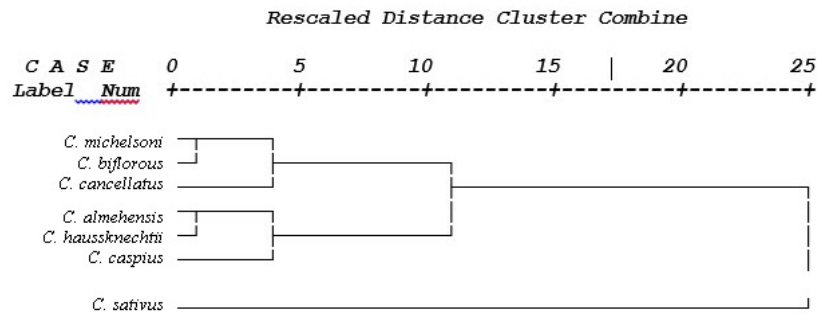
Species	Locality	Collector	Herbarium No
<i>Crocus sativus L.</i>	Khorasan Razavi-Bardaskan	Tabasi	HSBU-2014603
<i>Crocus almehensis Brikell & Mathew.</i>	Golestan-Almeh mounion	Soofi	HSBU-2014605
<i>Crocus speciosus M. Bieb.</i>	Gilan-Rostam abad-Salansar	Tabasi	HSBU-2014613
<i>Crocus michelsonii B. Fedtsch.</i>	Khorasan Razavi-North of Ghuchan	Provided from FUMH	HSBU-2014614
<i>Crocus haussknechtii Goldb.</i>	Markazi-Shazand	Mehrabian	HSBU-2014606
<i>Crocus cancellatus Herb.</i>	Markazi-15km Arak to Shazand	-	TUH-28089
<i>Crocus biflorus Mill.</i>	Urmia- Sir mounion	-	TUH-13621
<i>Crocus caspius Fischer & Meyer.</i>	Mazandaran-Sari-Jamkhaneh village	Tabasi	HSBU-2014610



شکل ۱- تصاویر میکروسکپ الکترونی از شکل کلی دانه‌های گرده مورد بررسی: ۱- *C. almehensis*، ۲- *C. biflorus*، ۳- *C. cancellatus*، ۴- *C. haussknechtii*، ۵- *C. sativus*، ۶- *C. speciosus*، ۷- *C. caspius*، ۸- *C. michelsonii*



شکل ۲- تصاویر میکروسکپ الکترونی از تزئینات سطحی دانه‌های گرده مورد بررسی: ۹- *C. almehensis*، ۱۰- *C. biflorus*، ۱۱- *C. cancellatus*، ۱۲- *C. haussknechtii*، ۱۳- *C. sativus*، ۱۴- *C. speciosus*، ۱۵- *C. caspius*، ۱۶- *C. michelsonii*

Dendrogram using Ward Method

شکل ۳- آنالیز خوشه بندی بر اساس صفات کمی کدگذاری شده

۱/۳۰ میکرومتر (*C. biflorous*) متنوع است. همچنین تراکم ریزخارهای دیواره از ۱۸ (*C. michelsonii*) تا ۵۰ (*C. haussknechtii*) عدد در ۱۰۰ میکرومتر مربع متغیر می‌باشد. لازم بذکر است که شیارهای سطح دانه ی گرده از فرورفته و عمیق (*C. speciosus*) تا سطحی (*C. haussknechtii*, *C. sativus*, *C. cancellatus*, *C. almehensis*, *C. michelsonii*, *C. biflorous*) متنوع می‌باشند (جدول ۲).

علاوه بر این دیواره ی دانه های گرده در تاکسون های مطالعه شده *intectae* (فاقد تکتوم) با تزئینات *microechinate* (ریزخاردار) می‌باشد. این در حالی است که قطر دانه های گرده از ۳۳/۹۵ میکرومتر (*C. speciosus*) تا ۹۲/۷۶ میکرومتر (*C. sativus*) متغیر می‌باشد. دامنه ی قطر ریز خارهای دیواره از ۰/۳۱ میکرومتر (*C. almehensis*) تا ۱/۳۳ میکرومتر (*C. cancellatus*) و طول ریز خارهای دیواره از ۰/۳۵ میکرومتر (*C. sativus*) تا

جدول ۲- صفات گرده شناسی ارزیابی شده

Species/ character	Pollen diameter			microechinate long			microechinate diameter			microechinate density			aperture shape	Pollen shape	aperture situation
	Var (µm)	SD (mm)	M (µm)	Var (µm)	SD (mm)	M (µm)	Var (µm)	SD (mm)	M (µm)	Var (number)	SD (mm)	M (mm)			
<i>Crocus almehensis</i>	51.62-60.71	3.30	55.58	0.46-1.31	0.22	0.83	0.31-1.03	0.16	0.50	20-44	12.5	32.25	limited sulcate	spheroidal	shallow
<i>Crocus haussknechtii</i>	41.58-65.74	5.28	51.84	0.49-1.03	0.17	0.72	0.31-0.82	0.13	0.59	45-50	2.1	47	limited sulcate	spheroidal	shallow
<i>Crocus michelsonii</i>	45.67-68.80	5.84	55.23	0.30-1.16	0.20	0.67	0.37-1.24	0.16	0.68	18-33	6.55	27	spiraperture	spheroidal	shallow
<i>Crocus cancellatus</i>	38.36-59.37	5.06	47.96	0.27-1.00	0.15	0.55	0.32-1.33	0.18	0.57	26-31	2.2	28.7	spiraperture	spheroidal	shallow
<i>Crocus sativus</i>	54.49-92.76	10.01	71.18	0.35-1.53	0.28	0.82	0.41-1.29	0.19	0.80	15-20	2.2	18	limited sulcate	spheroidal	shallow
<i>Crocus caspius</i>	61.45-99.25	7.56	72.36	0.30-1.14	0.19	0.77	0.35-0.89	0.13	0.66	19-30	4.8	25.7	limited sulcate	spheroidal	deep
<i>Crocus biflorus</i>	45.67-59.04	4.14	49.72	0.35-1.30	0.21	0.65	0.34-1.19	0.16	0.62	29-36	2.9	32.2	spiraperture	spheroidal	shallow

این جنس در ایران فراهم نموده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که دانه های گرده ی این جنس در ایران در رده ی متوسط (۲۶-۵۰ میکرومتر) تا بزرگ (۵۱-۱۰۰ میکرومتر) طبقه بندی می‌گردند (۲۸). این تنوع در ابعاد

بحث

نتایج این مطالعه ضمن توصیف و تحلیل صفات گرده شناسی، داده های با ارزشی را جهت تمایز تاکسونومیکی

برخوردار هستند. به علاوه Thanikaimoni (۴۵) اعتقاد دارد که تنوع شیارهای سطح گرده در پاسخ به یک فرآیند تکوینی-ژنتیکی سازگار کننده با شرایط زیستگاه و گرده افشان‌ها (اکولوژیکی) عمل می‌کند.

طول و قطر ریزخارهای سطح آگزین در بین گونه‌های مورد بررسی تمایز بارزی را نشان نمی‌دهد. این نتایج با یافته‌های Işik و Oybak Donmez (۲۹) مطابقت دارد. در صورتی که تراکم ریزخارهای آگزین در مواردی مؤید جدایی تاکسونومیک گونه‌ها می‌باشد. بعنوان مثال گونه‌های *C. haussknechtii* با بیشترین تراکم ریزخارها و *C. sativus* با کمترین تراکم ریزخارها با گونه‌های دیگر از این بعد متمایز می‌باشند. برخی مطالعات، وجود آگزین خاردار را نشانگر قدرت پراکنشی بالای دانه‌ی گرده عنوان نموده‌اند (۳۸) و از طرفی تمایز تزئینات سطح آگزین بیانگر همبستگی با نوع گرده افشان‌ها بویژه حشرات می‌باشد (۱۵)، بدین ترتیب که ریزخارهای سطح دانه‌های گرده در طی یک فرآیند هم‌تکاملی با کرک‌های سطح بدن برخی حشرات بویژه سوسک‌ها تطابق یافته‌است. بعلاوه ترکیباتی مانند pollenkitt در سطح خارجی دانه‌ی گرده این گروه نقش مهمی در چسبندگی دانه‌های گرده به یکدیگر و نیز به بدن حشرات و افزایش کارآمدی گرده افشانی دارند (۷).

نتایج آنالیز خوشه‌ای مبتنی بر صفات ریخت‌شناسی، نتایج آنالیز گرده‌شناسی را تأیید نمی‌کند. در صورتی که نتایج آنالیز گرده‌شناسی تطابق بیشتری با نتایج آنالیز مولکولی ISSR نشان می‌دهد (۲). علی‌رغم این موارد، در همه‌ی مطالعات انجام شده گونه‌ی *C. sativus* (sect. *Crocus* L.) تمایز و جدایی زیادی نسبت به سایر گونه‌ها (sect. *Nudiscapus*) نشان می‌دهد. بنابراین گرده‌شناسی در تمایز بخش‌ها کارآمد می‌باشد. همچنین صفات کمی گرده‌شناسی در برخی موارد در جدایی گونه‌ها و تعیین مرزگونه‌ها مؤثر هستند؛ اما غالباً به عنوان یک صفت

دانه‌ی گرده توسط مطالعات قبلی نیز تأیید شده‌است. Chiciricco (۷) معتقد است که ابعاد دانه‌ی گرده با ابعاد کلاله مرتبط می‌باشد. با این وجود، مواردی از عدم همبستگی این صفات نیز مشاهده شده‌است. میانگین ابعاد دانه‌های گرده در این مطالعه از ۳۳/۹۵ تا ۹۲/۷۶ میکرومتر متغیر می‌باشد. این در حالی است که ارزیابی میانگین قطر دانه‌ی گرده در سایر مطالعات (۷، ۸، ۱۶، ۳۱) از ۱۳ تا ۴۷/۲۵ میکرومتر متغیر است، که احتمالاً از تغییر قطر دانه‌های گرده در اثر تیمارهای متنوع آماده‌سازی نمونه و نیز شرایط متنوع اکولوژیکی رویشگاه‌ها ناشی می‌گردد.

تعداد شیارهای دانه‌ی گرده نیز بعنوان یک صفت مهم در تاکسونومی این جنس شناخته شده‌است. بر این اساس می‌توان ۲ گروه شامل شیارهای مارپیچ و شیارهای با گسترش محدودتر را در گونه‌های این جنس تشخیص داد. مطالعات انجام شده بوسیله‌ی میکروسکوپ نوری (۴۴) و همچنین میکروسکوپ الکترونی بر روی گرده‌های گونه‌های وحشی زعفران بلغاری (۴۲) نیز وجود این الگو در دانه‌های گرده جنس زعفران را تأیید می‌کند. این در حالی است که وجود این شیارها و نقش آن‌ها در تمایز گونه‌های جنس زعفران توسط مطالعات Işik و Oybak Donmez (۲۹) تأیید شده‌است. علاوه بر آن، Blackmore و Barnes (۵) در بررسی‌های خود، شیارهای مارپیچ را یک صفت جدیدتر نسبت به شیارهای با گسترش محدودتر معرفی می‌کنند. از طرفی، عمق شیارها را در تمایز و جدایی گونه‌ها مؤثر دانسته‌اند. بنابراین صفت نوع شیارها، رده‌بندی Mathew (۳۲) مبنی بر جدایی *C. sativus* (sect. *Crocus* L.) از سایر گونه‌های این جنس در ایران (sect. *Nudiscapus*) را تأیید می‌کند. مطالعاتی نیز جهت تعیین میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده در برخی از گونه‌های گیاهی انجام شده‌است (۲۵) که بر اساس پیشنهاد Furness (۱۲)، شیارهای سطح گرده از نقش مهمی در افزایش راندمان جوانه‌زنی لوله‌ی گرده

سپاسگزاری

بدین وسیله از آقای جوادی، متصدی آزمایشگاه میکروسکپ الکترونی دانشگاه شهید بهشتی، جهت مساعدت‌های صمیمانه‌ی ایشان تشکر و قدردانی می‌گردد. همچنین از آقای محمود صوفی، جهت در اختیار قرار دادن یکی از نمونه‌های مورد بررسی بسیار سپاسگزاریم.

کمکی و تأیید کننده محسوب می‌شوند و به‌همراه سایر شواهد تاکسونومیکی می‌توانند در تعیین محدوده گونه‌ای و تعیین مرز گونه‌ها تأثیر گذار باشند. بنابراین با یک رویکرد جامع و یکپارچه به تاکسونومی در جنس زعفران، صفات گرده‌شناسی نقش مهمی در تعیین محدوده تاکسون‌های این جنس دارند و همگام و همراه با سایر صفات، تحلیل قوی‌تری را در راستای بیوسیتماتیک و روابط خویشاوندی این جنس پدید می‌آورند.

منابع

- ۱-اسدی، م.، خاتم‌ساز، م.، معصومی، ع.، مظفریان، و.، باباخانلو، پ.، زهزاد، ب. (ویراستاران). (1378). فلور ایران، تیره‌ی Iridaceae، شماره 30، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، تهران.
- ۲-طیبسی، م. س. (۱۳۹۵). مطالعه بیوسیتماتیکی چند گونه زراعی و وحشی زعفران (*Crocus L.*) در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید بهشتی.
- 3-Alavi-Kia, S.S., Mohammadi, S.A., Aharizad, S., Moghaddam, M. (2008). Analysis of genetic diversity and phylogenetic relationships in *Crocus* genus of Iran using inter-retrotransposon amplified polymorphism. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 22: 795-800.
- 4-Alsayied, N.F., Fernández, J.A., Schwarzacher, T., Heslop-Harrison, J.S. (2015). Diversity and relationships of *Crocus sativus* and its relatives analysed by inter-retroelement amplified polymorphism (IRAP). *Annals of Botany*. 116: 359-368.
- 5-Blackmore, S., Barnes, S. H. (1990). Pollen wall development in angiosperms. In: Blackmore, S., Knox, R. B. Ed, *Microspores: evolution and ontogeny*. Academic Press, London. Pp. 173-192.
- 6-Brighton, C.A. (1977). Cytology of *Crocus sativus* and its allies (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 128: 137-157.
- 7-Chichirico, G. (1999). Developmental stages of the pollen wall and tapetum in some *Crocus* species. *Grana*. 38: 31-41.
- 8-Erdtman, G. (1952). Pollen morphology and plant taxonomy (Angiosperms: An introduction to palynology), Stockholm. 539 pp.
- 9-Eroli, O., Kaya, H.B., ŞIK, L., Tuna, M., Can, L., Tanyolac, M.B. (2014). The genus *Crocus*, series *Crocus* (Iridaceae) in Turkey and 2 East Aegean islands: a genetic approach. *Turkish Journal of Biology*. 38: 48-62.
- 10-Frello, S., Heslop-Harrison, J.S. (2000). Repetitive DNA sequences in *Crocus vernus* Hill (Iridaceae): The genomic organization and distribution of dispersed elements in the genus *Crocus* and its allies. *Genome*. 43: 902-909.
- 11-Frello, S., Ørgaard, M., Jacobsen, N., Heslop-Harrison, J.S. (2004). The genomic organization and evolutionary distribution of a tandemly repeated DNA sequence family in the genus *Crocus* (Iridaceae). *Hereditas*. 141: 81-88.
- 12-Furness, C.A. (1985). A review of spiraperturate pollen. *Pollen et Spores*. 27: 307-320.
- 13-Goldblatt, P., Le Thomas, A. (1992). Pollen apertures, exine sculpturing and phylogeny in Iridaceae subfamily Iridoideae. *Review of Paleobotany and Palynology* 72: 301-315.
- 14-Goldblatt, P., Davies, T.J., Manning, J.C., van der Bank, M., Savolainen, V. (2006). Phylogeny of Iridaceae subfamily Crocoideae based on a combined multigene plastid DNA analysis. *Aliso*. 22: 399-411.
- 15-Grayum, M.H. (1986). Correlations between pollination biology and pollen morphology in the Araceae, with some implications for angiosperm evolution. In: Blackmore, S., Ferguson, I.K. Ed, *Pollen and spores*. Academic Press, London. Pp. 313-327.
- 16-Grilli Caiola, M., Banas, M., Canini, A. (1993). Ultrastructure and germination percentage of *Crocus biflorus* Miller subsp. *Biflorus* (Iridaceae) pollen. *Botanica Acta*. 106: 488-495.

- 17-Grilli Caiola, M. (1995). A study on pollen grains of *Crocus artwrightianus* (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 198: 155–166.
- 18-Grilli Caiola, M., Caputto, P., Zanier, R. (2004). RAPD analysis in *Crocus sativus* L. accessions and related *Crocus* species. *Biologia Plantarum*. 48: 375–380.
- 19-Grilli Caiola, M., Canini, A. (2010). Looking for saffron's (*Crocus sativus* L.) parents. In: Husaini AM, ed. *Saffron. Functional Plant Science and Biotechnology*. 4: 1–14.
- 20-Halbritter, H., Weber, M., Zetter, R.F.R.A., Frosch-Radivo, A., Buchner, R., Hesse, M. (2007). PalDat—illustrated handbook on pollen terminology. Society for the Promotion of Palynological Research in Austria. Vienna. 70 pp.
- 21-Hamer, Øm., Harper, DAT., Ryan, PD. (2001). PAST: Paleontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 4: 9.
- 22-Harpke, D., Carta, A., Tomović, G., Randelović, V., Randelović, N., Blattner, F.R., Peruzzi, L. (2014a) Phylogeny, karyotype evolution and taxonomy of *Crocus* series *Verni* (Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 301: 309–325.
- 23-Harpke, D., Peruzzi, L., Kerndorff, H., Karamplianis, T., Constantinidis, T., Randelović, V., Randelović, N., Juskovic, M., Pasche, E., Blattner, F. (2014b) Phylogeny, geographic distribution, and new taxonomic circumscription of the *Crocus reticulatus* species group (Iridaceae). *Turkish Journal of Botany*. 38: 1182–1198.
- 24-Harris, J. G., Harris, M. W. (2001). *Plant Identification Terminology, An Illustrated Glossary*, (2nd ed). Spring Lake, Utah: Spring Lake Publishing. 197 pp.
- 25-Hasanpoor, H., Mirzaii, F. (2016). Determination of Pollen Quality and Quantity in some Cornelian cherry (*Cornus mas* L.) genotypes. *Plant Research* [online]. Available from: http://plant.ijbio.ir/article_932_0.html. [Accessed 15 October 2016].
- 26-Haworth, A. H. (1800). On the cultivation of crocuses with a short account of the different species known at present. Horticultural Society, London. 1: 122–139.
- 27-Herbert, W. (1847). History of the species of *Crocus*. Horticultural Society, London. 2: 249–293.
- 28-Hesse, M., Halbritter, H., Zetter, R., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A., Ulrich, S., (2009). *Pollen Terminology — An Illustrated Handbook*. Springer, Wien, New York.
- 29-Işık, S., Oybak Donmez, E. (2006). Pollen Morphology of Some Turkish *Crocus* L. (Iridaceae) Species. *Acta Biologica Cracoviensia, Series Botanica*. 48: 85-91.
- 30-Larsen, B., Orabi, J., Pedersen, C., Ørgaard, M. (2014). Large intraspecific genetic variation within the Saffron-Crocus group (*Crocus* L., Series *Crocus*; Iridaceae). *Plant Systematics and Evolution*. 301: 425-437.
- 31-Mariotti, MG. (1988). *Crocus ligusticus* n. sp., a well known species. *Candollea*. 43: 667–7680.
- 32-Mathew, B. (1982). *The Crocus. A Revision of the Genus Crocus* (Iridaceae). Timber Press, Portland, Oregon. 127pp.
- 33-Maw, G. (1886). A monograph of the genus *Crocus*. – London.
- 34-Mihaly, A., Kricsfalusyl, V. (1997). Population biology and ecology of *Crocus heuffelianus* HERB. (Iridaceae) in Ukraine. *Linzer biologische Beitrage*. 29(2): 641-681.
- 35-Molina, RV., Guardiola, JL., García-Luis, D., Renau-Morata, B., Sanchis, E., González-Nebauer S, de los Mozos M, Rodríguez-Conde MF, Santana O, Pastor-Férriz MT, Fernández, JA., Santaella, M., Roldán, M., Tsimidou, M., Polissiou, M., Heslop-Harrison, JS., Branca, F., Mathew B. (2015). Descriptors for *crocus* (*Crocus* spp.). *Bioversity International*. 74 pp.
- 36-Namayandeh, A., Nemat, Z., Kamelmanesh, M. M., Mokhtari, M., Mardi, M. (2013). Genetic relationships among species of Iranian *crocus* (*Crocus* spp.). *Crop Breeding*. 3: 61-67.
- 37-Petersen, G., Seberg, O., Thorsoe, S., Jorgensen, T., Mathew, B. (2008). A phylogeny of the genus *Crocus* (Iridaceae) based on sequence data from five plastid regions. *Taxon*. 57 (2): 487-499.
- 38-Ranjbar, Z., Ejtehadi, H., Vaezi, J., Memariani, F. (2016). Pollen and seed micromorphology of some *Cuscuta* L. species in Khorassan provinces. *Plant Research*. 28(4): 770-759.
- 39-Reshinger, K. H. Ed. (1975). *Flora Iranica*, Akademische Druck-Verlaganstalt, Graz - Austria. 112: 2-11.
- 40-Rukšāns, J. (2014) *Crocus danfordiae* Maw and *C. chrysanthus* (Herbert) Herbert (Iridaceae) and some of their allies in Turkey and Iran. *International Rock Gardener*.

- 41-Sabine, J. (1829). An account of the erocuses cultivated in the Society' Garden. Horticultural Society, London. 7(8): 419-432/433-498.
- 42-Spasova, K., Todorova, P. (2012). Pollen Morphology of *Crocus* L.(Iridaceae) in Bulgaria. Central European Agriculture. 13: 361-368.
- 43-Syouf, MQ., Al-Gharaibeh, M., Shibli, RA., Alali, FQ., Migdadi, H. (2008). Study of genetic diversity in *Crocus hyemalis* Boiss and blanche using RAPD techniques. Jordan Journal of Agricultural Sciences . 4:231-240.
- 44-Takhtajan, A. (1991). Flowering plants.
- 45-Thanikaimoni, G. (1986). Pollen apertures: Form and function. In: Blackmore, S., Ferguson, I. K. Ed, Pollen and spores. Academic Press, London. 119-136 pp.
- 46-Zubor, A 'A., Sura'nyi, G., Gyo'ri, Z., Borbe'ly, G., Prokisch, J. (2004). Molecular biological approach of the systematics of *Crocus sativus* L. and its allies. Acta Horticulturae. 650:85.

The palynological studies of *Crocus* L. (Iridaceae) with emphasis on taxonomy in Iran

Tabasi M.S. and Mehrabian A.R.

Faculty of Biological Sciences and Technologies, Shahid Beheshti University, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

The saffron as a well-known genus of tribe *Crocoideae* Burnett. belonging to large family of *Iridaceae* including about 100 taxa in the world. Mentioned genus comprised of 8 species belonging to 2 sections as follow *Crocus* and *Nudiscapus* in Iran. The taxonomic value of palynology is well known in Iridaceae. Because of importance of these evidence as well lack of palynological studies on saffron, a detailed study on pollen grains seems to be necessary. Samples were photographed by SEM. Besides, pollen grains are classified in medium to large categories. Moreover shed in monad. Besides including continuous spiral apertures as well non continuous apertures. Moreover pollen grains showing shallow and deep furrows. Pollen wall is classified in intectate class and showing microechinate sculpturing. Our results showing that palynological characteristics are efficient in differentiation of sections. Regardless, recent evidence dominantly, accompanied with other characters can be useful in delimitation of taxa.

Key words : Palynology, saffron, taxonomy, Iran.