

Palynological Study of Tribe Anthemideae (Asteraceae) in Iran

Nayyereh Olanj^{1*}, Ali Sonboli², Seyedeh Bahereh javadi³

¹ Assistant Prof., Department of Biology, Faculty of Basic Science, Malayer University, Malayer, Iran

² Associate Prof., Department of Biology, Medicinal Plants & Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

³ Researcher, Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran

Abstract

The pollen grains of 32 populations from 13 genera belonging to the tribe Anthemideae-Asteraceae (one to three populations of each species) from Iran were studied by light and scanning electron microscopes. Pollen grains of all the studied samples were tricolporate. Based on pollen shape, 55, 22, 15 and 8 % were oblate-spheroidal, suboblate, spheroidal and prolate-spheroidal, respectively. The pollen grains with oblate-spheroidal and spheroidal shapes were common among the genera studied. The pollen grains of all taxa were operculate and tricolporate. The pollen ornamentations were echinate perforate except *Artemisia* that was spinulose non-perforate in SEM. The dendrogram obtained from UPGMA method based on four quantitative and qualitative characters was classified into two main clusters. The first cluster (A) includes populations of *Artemisia* which show "Artemisia-type" pollen, while the second cluster (B) comprises of the rest of the taxa which have pollen grains of "Anthemis-type". The subcluster B-1 possesses samples with bigger (polar axis 28.64–32.5 μm and equatorial axis 30.65–33.2 μm) pollen grains and subcluster B-2 comprised of populations with smaller (polar axis 21.69–30.38 μm and equatorial axis 23.29–32.4 μm) pollen grains. The results showed that pollen micromorphological characters could be utilized in interpretation of intergeneric relationship of tribe Anthemideae. Moreover, pollen size and shape were determined as taxonomic diagnostic characteristics.

Key words: *Cota*, Anthemideae, Numerical Taxonomy, Pollen Morphology.

* n.olanj60@gmail.com

مطالعه کرده‌شناسی قبیله بابونه (Asteraceae, Anthemideae) در ایران

نیره اولنج^{۱*}، علی سنبل^۲، سیده باهره جوادی^۳

^۱ استادیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه ملایر، ملایر، ایران
^۲ دانشیار پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۳ پژوهشگر بخش تحقیقات رستنی‌ها، موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ایران

چکیده

دانه‌های گرده ۳۲ جمعیت مختلف از ۱۳ جنس موجود در قبیله بابونه در ایران (یک تا سه جمعیت از هر گونه) با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی مطالعه شدند. دانه‌های گرده تمام نمونه‌های بررسی‌شده، سه شیار - روزنه‌ای و از نظر شکل دانه گرده، ۵۵ درصد بیضی - دایره‌ای، ۲۲ درصد تقریباً بیضی، ۱۵ درصد دایره‌ای و ۸ درصد کشیده - دایره‌ای بودند. دانه گرده بیضی - دایره‌ای و دایره‌ای در تمام جنس‌های این قبیله مشاهده شد. دانه‌های گرده همه تاکسون‌ها دارای درپوش و سه شیار روزنه‌ای هستند. بر اساس بررسی تزئینات دانه گرده با میکروسکوپ الکترونی نگاره، به‌جز جنس *Artemisia* که دارای خارچه و فاقد منفذ است، سایر جنس‌ها دارای خار و منفذدار هستند. در دندروگرام حاصل از روش UPGMA بر اساس چهار صفت کمی و کیفی دانه گرده، دو خوشه عمده مشاهده شد: خوشه اول (A) شامل جمعیت‌های جنس *Artemisia* با تیپ گرده *Artemisia* و خوشه دوم (B) سایر آرایه‌ها با تیپ دانه گرده *Anthemis* بودند. در خوشه دوم (B)، آرایه‌های دارای دانه گرده بزرگ‌تر (طول قطبی ۲۸/۶۴ تا ۳۲/۵ میکرومتر و عرض استوایی ۳۰/۶۵ تا ۳۳/۲ میکرومتر) در زیرخوشه B-1 و آرایه‌های دارای دانه گرده کوچک‌تر (طول قطبی ۲۱/۶۹ تا ۳۰/۳۸ میکرومتر و عرض استوایی ۲۳/۲۹ تا ۳۲/۴ میکرومتر) در زیرخوشه B-2 قرار گرفتند. نتایج نشان دادند صفت‌های ریز ریخت‌شناسی دانه گرده در تعیین روابط خویشاوندی بین جنس‌های قبیله بابونه مفید هستند. همچنین نتایج نشان دادند با وجود ثابت بودن تیپ دانه گرده، صفت‌هایی مانند شکل و اندازه صفت‌های متمایزکننده جنس‌ها و دارای کاربرد تاکسونومیک هستند.

واژه‌های کلیدی: *Cota*، قبیله بابونه، تاکسونومی عددی، ریخت‌شناسی گرده.

مقدمه

سراسر دنیا است (Funk et al., 2009). قبیله بابونه

(Anthemideae) هفتمین قبیله بزرگ تیره کاسنی با

حدود ۱۱۱ جنس و ۱۸۰۰ گونه است (Oberprieler et

تیره کاسنی (Asteraceae) شامل ۳ زیرتیره،

۱۷ قبیله، ۱۶۰۰ تا ۱۷۰۰ جنس و ۲۳۰۰۰ گونه در

* n.olanj60@gmail.com

Tricolporate (دارای سه شکاف و سه روزنه) هستند. دو نوع گرده یعنی تیپ بابونه (*Anthemis-type*) و تیپ درمنه (*Artemisia-type*) در قبیله بابونه گزارش شده است (Oberprieler *et al.*, 2009). امروزه استفاده از صفتهای ریز ساختاری و تزیینات سطح دانه گرده در گروههای مختلف گیاهان و به ویژه در جنس‌هایی که تنوع ریختی (مورفولوژیک) دارند و گونه‌هایی که جایگاه سیستماتیک آنها به درستی مشخص نیست، اطلاعات بسیاری ارائه کرده است. ویژگی‌های دانه گرده در درمنه و جنس‌های خویشاوند آن نشانگرهای خوبی هستند که برای رده‌بندی استفاده می‌شوند و به خوبی با ویژگی‌های ریختی و مولکولی ارتباط می‌یابند (Martin *et al.*, 2001).

ریخت‌شناسی دانه گرده ۷ گونه از جنس *Chrysanthemum* L. در پاکستان با میکروسکوپ نوری و الکترونی بررسی شد. گونه‌های جنس یادشده به واسطه اندازه دانه گرده، ضخامت آگزین، طول خار و تعداد خار بین شیارها از یکدیگر تفکیک می‌شوند (Meo and Khan, 2006). بررسی دانه گرده ۲۲ تاکسون از جنس *Artemisia* L. نشان داد همه آنها تقارن کروی (در نمای قطبی، گرد و سه لوبه و در نمای استوایی، بیضی شکل هستند) و سه شیار روزنه‌ای دارند و با خارهای کوتاه در سطح دانه گرده مشخص می‌شوند (Hayat *et al.*, 2010). ۴۸ نمونه متعلق به ۶ گونه از بخش *Achillea* (جنس *Achillea* L.) در ترکیه برای تعیین موقعیت سیستماتیک دانه گرده با میکروسکوپ نوری و الکترونی بررسی شدند. دانه‌های گرده به شکل‌های بیضی - کروی، کروی - کشیده و تقریباً بیضی بودند و عموماً سه شیار روزنه‌ای داشتند، هرچند چهار شیار روزنه‌ای و پنج شیار روزنه‌ای نیز در

(*al.*, 2009) که در سراسر جهان به ویژه آسیای مرکزی، ناحیه مدیترانه‌ای و جنوب افریقا پراکنش دارد (Ayaz *et al.*, 2016). این قبیله، ۱۲ جنس و ۱۳۴ گونه در محدوده فلورا ایرانیکا دارد (Rechinger, 1986). Jeffrey (۲۰۰۷) در مقدمه‌ای بر تیره Asteraceae و ارائه کلید شناسایی زیرقبیله‌ها، به مسائل و نکات مختلفی درباره این تیره اشاره کرده، به زیرتقسیم‌ها و روابط درون تیره پرداخته و تیره Asteraceae را به ۵ زیرتیره تقسیم کرده است. گروه‌های تک‌تبار معروفی در گروه دوم (زیرتیره Asteroideae) شناسایی شده‌اند که قبیله‌های زیرتیره Asteroideae بزرگ‌ترین آنها هستند و به نظر می‌رسد به تازگی اشتقاق یافته‌اند. زیرتیره یادشده دارای ۸ قبیله از جمله قبیله بابونه است. در آخرین سیستم طبقه‌بندی شده برای این تیره که به بررسی زیرتیره‌ها و قبیله‌های جدید و قدیمی می‌پردازد (Baldwin *et al.*, 2002; Panero and Funk 2002; 2007; 2008)، تیره کاسنی ۱۲ زیرتیره و ۴۳ قبیله دارد. قبیله‌های موجود به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند: A. گروه Non-Asteroideae و B. گروه Asteroideae. کلاد مشخصی به نام Heliantheae Alliance در گروه B وجود دارد. ۲۰ قبیله در زیرتیره Asteroideae وجود دارند که قبیله Anthemideae یکی از آنهاست. Oberprieler و همکاران (۲۰۰۷) و (۲۰۰۹) بر اساس بازسازی فیلوژنتیکی داده‌های توالی‌های هسته‌ای ITS، طبقه‌بندی نوینی از زیرقبیله‌های قبیله بابونه ارائه و ۱۴ زیرقبیله را در قبیله Anthemideae مشخص کردند.

برخی گونه‌های این قبیله دارای مصارف زینتی و پزشکی هستند و یا به شکل حشره‌کش استفاده می‌شوند. دانه‌های گرده تیره کاسنی عموماً از نوع

نشده است و از این رو، اهداف بررسی حاضر عبارتند از: معرفی ویژگی‌های ریز ریخت‌شناسی، تعیین تنوع و روابط خویشاوندی بین جنسی و کاربرد تاکسونومیکی صفت‌های دانه‌گرده قبیله بابونه در ایران.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، ۳۲ جمعیت از ۱۳ جنس متعلق به قبیله بابونه و موجود در فلور ایران با میکروسکوپ‌های نوری (LM) و الکترونی نگاره (SEM) بررسی شدند؛ به این منظور، از نمونه‌های هرباریومی پژوهشکده گیاهان دارویی دانشگاه شهید بهشتی (MPH) و هرباریوم وزارت جهاد کشاورزی (IRAN) استفاده شد (جدول ۱). شناسایی جمعیت‌های بررسی‌شده با مراجعه به فلورا ایرانیکا و سایر کتاب‌های فلور کشورهای همسایه انجام شد. دانه‌های گرده به روش Erdtman (۱۹۶۹) استولیز شدند. سپس چند قطره محلول حاوی گرده روی لام قرار داده شد و پس از قراردادن قطره‌ای محلول ژل گلیسرین روی آن، زیر میکروسکوپ نوری (Olympus BX-51) مطالعه شد. صفت‌های کمی نظیر طول قطبی (P)، قطر استوایی (E) و نسبت آنها برای ۲۰ دانه‌گرده در هر جمعیت با اکولر مدرج مشخص و صفت کیفی تیپ دانه‌گرده (تیپ آنتمیس با خارهای بلند و تیپ آرتمیزیا با خارهای کوتاه) تعیین شد (جدول ۲). برای تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره دانه‌های گرده، تعدادی از دانه‌های گرده استولیز شده روی پایه‌های مخصوص قرار داده شدند و پس از طلاپوش شدن با میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل Philips, XL-30 بررسی شدند. برای مشخص کردن شکل دانه‌گرده از میانگین P/E استفاده و باتوجه به دامنه تعریف شده، شکل و کد

بین آنها دیده شد. ویژگی‌های دانه‌گرده این گروه، تنوع درخور توجهی در سطح درون‌گونه‌ای و بین‌گونه‌ای نشان دادند (Akyalcin et al., 2011). دانه‌های گرده جنس *Matricaria* L. بیضی - کروی با سه شیار روزنه‌ای و دانه‌های گرده جنس *Tripleurospermum* Sch.Bip. بیضی - کروی، تقریباً بیضی و کروی کشیده هستند. تزیینات بین خار، شکل دانه‌گرده و تعداد منافذ قاعده خار از جمله ویژگی‌های مهم ریخت‌شناسی این دو جنس محسوب می‌شوند (Ceter et al., 2013). بر اساس مطالعه ریخت‌شناسی دانه‌گرده ۲۶ گونه جنس درمنه (*Artemisia*) از ۳۳ گونه موجود در فلور ایران، دو تیپ دانه‌گرده مشخص شده است: در نوع I، سطح اگزین دارای خارچه‌های نوک‌تیز و متراکم است و در نوع II، سطح اگزین دارای خارچه‌هایی با تراکم کمتر است (Pakravan, Ghahreman et al., 2007). با بررسی دانه‌گرده ۱۳ گونه از جنس *Ranunculus* L. با میکروسکوپ نوری و الکترونی به شکل کلی دانه‌گرده، وجود داشتن یا نداشتن شیار و منفذ و همچنین تزیین سطح دانه‌گرده پی بردند و بر اساس این، کلید شناسایی جدیدی برای گونه‌های این جنس تهیه کردند. در تیره Lamiaceae، دانه‌گرده در ۱۷ گونه و زیرگونه از جنس *Scutellaria* L. با دو زیرجنس *Scutellaria* و *Apetanthus* در ایران به کمک میکروسکوپ الکترونی و نوری مطالعه و مشخص شد تزیینات سطح دانه‌گرده در دو زیرجنس تفاوت چشمگیری دارند و با آخرین طبقه‌بندی درون‌جنسی این جنس هم‌خوان هستند (Hasaninejad et al., 2011). بررسی منابع نشان داد هیچ مطالعه جامعی درباره دانه‌های گرده قبیله بابونه در ایران انجام

دامنه‌ای بین ۰/۷۵ تا ۰/۸۸ داشتند؛ کد دو برای شکل کروی (spheroidal) که دامنه‌ای بین ۰/۸۸ تا ۱/۱۴ داشتند؛ کد سه برای شکل کروی کشیده (prolate spheroidal) که نسبت طول قطبی به قطر استوایی آنها ۱ تا ۱/۱۴ بود (Punt, 2007). برای تعیین شکل دانه گرده در جنس‌های این قبیله، درصد‌های حاصل از جمعیت‌های مختلف هر گونه میانگین‌گیری و در نهایت، درصد شکل‌های دانه گرده به شکل نمودار ستونی رسم شد.

مناسب انتخاب شد. در نهایت، میانگین صفت‌های کمی و کیفی با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 9.0 و به روش (Unweighted Pair Group Method with UPGMA Arithmetic Mean) تحلیل شد. میانگین P/E هر جمعیت از گونه‌ها برای مشخص کردن شکل دانه گرده استفاده شد: کد صفر برای شکل بیضی-کروی (oblate spheroidal) که نسبت طول قطبی به قطر استوایی (P/E) آنها بین ۰/۸۸ تا ۱/۰۰ قرار داشت؛ کد یک برای شکل تقریباً بیضی (suboblate) که

جدول ۱- ویژگی‌های رویشگاهی و هرباریومی جمعیت‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه

Taxa	Code	Locality	Voucher No.
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	AF1	W Azarbijan: Takab towards Shahindezh, around Sanjud Village, 1400 m, Sonboli	1004-MPH
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	AF2	W Azarbaijan: 14 km from Piranshahr to Naqadeh, Silveh Village, Sefid Kuh (Sepiarez MT), Aminirad & Torabi	54719-IRAN
<i>Achillea filipendulina</i> Lam.	AF3	Hamadan: Dareh-agma, Esfandiari	6913I-IRAN
<i>Anacyclus nigellifolius</i> Boiss.	AN	Zanjan: Helaveh, Taham, 1800-2200 m, Moussavi & Tehrani	7164-IRAN
<i>Anthemis gayana</i> Boiss.	AG1	Fars: Abadeh, 2 km above Shourjestan, 2140 m, Nikoo	1516-MPH
<i>Anthemis gayana</i> Boiss.	AG2	Esfahan: 40-50 km of Esfahan, Kolah-Ghazi, 1580-1620 m, Termeh & Matin	466321-IRAN
<i>Anthemis gayana</i> Boiss.	AG3	Kerman: 2 km from Mashiz to khaneh Sorkh, Rechinger & Esfandiari	7225-IRAN
<i>Artemisia persica</i> Boiss	AP1	Chahar Mahal-o-Bakhtiari: Boroujen, Gandoman towards Vastegan, Sabz Kuh Protected Area, Hezar Darreh, 3000-3200 m, Sonboli & Kanani	1501-MPH
<i>Artemisia persica</i> Boiss	AP2	Esfahan: Natanz, Targh, Keshe Village, Karkas MT, Pahlevani & Bahramishad	54951-IRAN
<i>Artemisia persica</i> Boiss	AP3	Yazd: Gharieh-ye Hedesh (Deh-Bala), Shir-Kuh, 2800-3300 m, Moussavi & Termeh	7552-IRAN
<i>Chrysanthemum coronarium</i> L.	CC	Khuzestan: Jazireh Minoo, Tehrani & Eskandari	33435-IRAN
<i>Cota triumfetti</i> (L.) J. Gay	CT1	Tehran: Firuzkuh, Gaduk pass, 1980 m, Sonboli & Gholipour	1375-MPH
<i>Cota triumfetti</i> (L.) J. Gay	CT2	W Azarbaijan: Urmia, Sero road, Golsheykhan Village, 1600 m, Sonboli & Kanani	1228-MPH
<i>Cota triumfetti</i> (L.) J. Gay	CT3	Mazandaran: Chalous road, Siah Bisheh	46543-IRAN
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	LV1	W Azarbaijan: Urmia, Sero road, Golsheykhan Village, 1600 m, Sonboli & Kanani	1226-MPH
<i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.	LV2	W Azarbaijan: Umia, Silvana, Targevar, Zargani	46356-IRAN
<i>Matricaria recuita</i> L.	MR1	Tehran: Shahid Beheshti University campus (cult.)	818-MPH
<i>Matricaria recuita</i> L.	MR3	Khuzestan: Jazireh minou, Tehrani & Eskandari	33452-IRAN
<i>Microcephala lamellata</i> (Bunge) Pobed.	ML1	Semnan: Shahrud, 5 km Ahmad abad toward Zamanabad, Iranshahr	10936-IRAN
<i>Microcephala lamellata</i> (Bunge) Pobed.	ML2	Khorasan: 70 km Torbat-e-Heydariyeh, Enter Jannat-abad et Alui Iranshahr	10934-IRAN
<i>Microcephala lamellata</i> (Bunge) Pobed.	ML3	Khorassan: Kashmar, Boshryeh Dehe chah-Masofer, 800 m, Delghandi, Karavar & Tehrani	46787-IRAN
<i>Pseudohandelia umbellifera</i>	PU1	Khorasan: Ferdowsi University of Mashhad campus	37712-FUMH

Taxa	Code	Locality	Voucher No.
(Boiss.) Tzvel. <i>Pseudohandelia umbellifera</i>	PU2	Khorasan: 100 km to west of Sarakhs, Remaoudier	11278-IRAN
(Boiss.) Tzvel. <i>Pseudohandelia umbellifera</i>	PU3	Khorasan: Sarakhs, Ghar-e Sangi, Mirzaeian	11279-IRAN
<i>Sclerorhachis platyrhachis</i> (Boiss.) Podlech ex Rech.f.	SP1	Semnan: Between Semnan and Damghan, Ahovan pass	s.n.-MPH
<i>Sclerorhachis platyrhachis</i> (Boiss.) Podlech ex Rech.f.	SP2	Khorasan: Shirvan, Loojali, 1400-1600m, Djavadi & Sadeghi	46787-IRAN
<i>Sclerorhachis platyrhachis</i> (Boiss.) Podlech ex Rech.f.	SP3	Khorasan : Sabzevar toward Neyshabur, 1100-1150m, Iranshahr	11460-IRAN
<i>Tanacetum tenuisectum</i> (Boiss.) Podlech	TT1	Tehran: Semnan road, Bashm pass, km 24, 2400-2500, Sonboli & Gholipour	1087-MPH
<i>Tanacetum tenuisectum</i> (Boiss.) Podlech	TT2	Semnan: Shahmirzad, Chashm-Doab, Nizwa mountain, 2500 m, Sonboli & Gholipour	1290-MPH
<i>Tripleurospermum disciforme</i> Sch. Bip.	TD1	Khorasan: Mashhad to Chenaran, Akhlamad (Binaloud mounatians), 1400m, Djavadi, Eskandari & Torabi	54987-IRAN
<i>Tripleurospermum disciforme</i> Sch. Bip.	TD2	Esfahan: Shahreza, Semirom, 35 km to Semirom, Alijough, (Basht), 2500 m, Delghandi & Tehrani	46790-IRAN
<i>Tripleurospermum disciforme</i> Sch. Bip.	TD3	Chaharmahal-o-Bakhtiari: Boroujen, Gandoman towards Vastegan, Sabz Kuh Protected Area, 2800-3000, Sonboli & Kanani	1506-MPH

نتایج

برابری طول قطبی (P)، قطر استوایی (E) و نسبت طول قطبی به قطر استوایی (P/E) در سطح ۰/۰۵ رد می‌شوند؛ به این معنا که تفاوت جمعیت‌های مختلف در صفت‌های بررسی شده معنادار است (جدول‌های ۳، ۴ و ۵). تصاویر دانه گرده استولیز و اسکن شده به ترتیب در شکل‌های (۱) و (۲) ارائه شده‌اند. گونه *Anacyclus nigellifolius* با میانگین طول قطبی ۳۲/۵ میکرومتر و قطر استوایی ۳۳/۲ میکرومتر دارای بیشترین ابعاد دانه گرده و گونه *Artemisia persica* با میانگین طول قطبی ۲۱/۶۹ میکرومتر و قطر استوایی ۲۳/۲۹ میکرومتر دارای کمترین ابعاد دانه گرده در بین نمونه‌های بررسی شده است. همچنین گونه *Anthemis gayana* دارای میانگین طول قطبی ۲۸/۶۴ میکرومتر و قطر استوایی ۳۰/۶۵ میکرومتر و *Cota triumfetti* دارای میانگین طول قطبی ۳۱/۶ میکرومتر و قطر استوایی ۳۳ میکرومتر است که تمایز این دو جنس از یکدیگر را نشان می‌دهد (جدول ۲).

دانه گرده بررسی شده با میکروسکوپ نوری و الکترونی در تمام نمونه‌های قبیله بابونه سه شیار-روزنه‌ای (Tricolporate) بود و سرپوش (operculate) داشت. دو تیپ مختلف دانه گرده تشخیص داده شد که یکی خارهای بلند (تیپ آتمیس) و دیگری خارهای کوتاه (تیپ آرتمیسیا) داشت. تزیینات بین خارها در جنس *Artemisia* صاف و بدون منفذ (spinulose non-perforate) و در سایر جنس‌های این قبیله خطی و منفذدار (regulate perforate) بود. از نظر شکل دانه گرده، ۵۵ درصد بیضی - کروی، ۲۲ درصد تقریباً بیضی، ۱۵ درصد دایره‌ای و ۸ درصد کشیده - کروی بودند. میانگین داده‌های حاصل از صفت‌های کمی دانه‌های گرده شامل طول قطبی، قطر استوایی، نسبت طول قطبی به قطر استوایی با میکروسکوپ نوری برای ۲۰ دانه گرده در هر جمعیت و حالت صفت کیفی تیپ دانه گرده در جدول (۲) ارائه شده است. با توجه به نتایج تجزیه و تحلیل واریانس (ANOVA)، فرضیه‌های

با بررسی نمودار ستونی حاصل از تنوع شکل‌های دانه‌گرد (شکل ۳) مشخص شد دانه‌های گرد بیضی - کروی و کروی در تمام جنس‌های این قبیله وجود دارند؛ به طوری که بیشترین درصد (۷۹/۵ درصد) دانه‌گرد بیضی - کروی به گونه *Cota triumfetti* و کمترین درصد آن (۴۵ درصد) به گونه‌های *Leucanthemum vulgare* و *Tanacetum tenuisectum* تعلق دارد. همچنین بیشترین درصد (۳۵ درصد) دانه‌گرد دایره‌ای شکل به گونه *Artemisia persica* و کمترین آن (۵/۶ درصد) به گونه *T. tenuisectum* تعلق دارد. گونه *Anthemis gayana* بیشترین درصد (۴۸/۶ درصد) دانه‌گرد تقریباً بیضی شکل و گونه *T. tenuisectum* بیشترین درصد دانه‌گرد کشیده - دایره‌ای را دارد. دانه‌گرد تقریباً بیضی در گونه‌های

با بررسی نمودار ستونی حاصل از تنوع شکل‌های دانه‌گرد (شکل ۳) مشخص شد دانه‌های گرد بیضی - کروی و کروی در تمام جنس‌های این قبیله وجود دارند؛ به طوری که بیشترین درصد (۷۹/۵ درصد) دانه‌گرد بیضی - کروی به گونه *Cota triumfetti* و کمترین درصد آن (۴۵ درصد) به گونه‌های *Leucanthemum vulgare* و *Tanacetum tenuisectum* تعلق دارد. همچنین بیشترین درصد (۳۵ درصد) دانه‌گرد دایره‌ای شکل به گونه *Artemisia persica* و کمترین آن (۵/۶ درصد) به گونه *T. tenuisectum* تعلق دارد. گونه *Anthemis gayana* بیشترین درصد (۴۸/۶ درصد) دانه‌گرد تقریباً بیضی شکل و گونه *T. tenuisectum* بیشترین درصد دانه‌گرد کشیده - دایره‌ای را دارد. دانه‌گرد تقریباً بیضی در گونه‌های

جدول ۲- ماتریس میانگین داده‌های صفت‌های کمی و کیفی در جمعیت‌های مختلف آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه

P: میانگین طول قطبی، E: میانگین قطر استوایی، P/E: میانگین طول قطبی به قطر استوایی. اعداد کمی به شکل حداقل، حداکثر و میانگین ارائه شده‌اند. کدها مخفف نام گونه‌ها هستند.

Taxa	Code	P (μm)	E (μm)	P/E	Pollen type
<i>Achillea filipendulina</i> X±SD	AF	۲۲-۲۸ ۲۵/۶۳±۱/۴۹	۲۴-۳۲ ۲۷/۸۹±۱/۵۵	۰/۸۲-۱/۰۷ ۰/۹۱±۴/۸۱	Anthemis
<i>Anthemis gayana</i> X±SD	AG	۲۴-۳۶ ۲۸/۶۴±۱/۷۴	۲۷-۳۴ ۳۰/۶۵±۰/۹۸	۰/۷۵-۱/۰۷ ۰/۹۳±۴/۴۴	Anthemis
<i>Anacyclus nigellifolius</i> X±SD	AN	۳۰-۳۶ ۳۲/۵±۱/۶۶	۳۰-۳۹ ۳۳/۲±۱/۶۳	۰/۹۴-۱/۰۶ ۰/۹۷±۴/۹۱	Anthemis
<i>Artemisia persica</i> X±SD	AP	۲۰-۲۶ ۲۱/۶۹±۱/۴۹	۲۰-۲۶ ۲۳/۲۹±۱/۶۵	۰/۷۹-۱/۳ ۰/۹۳±۵/۳	Artemisia
<i>Chrysanthemum coronarium</i> X±SD	CC	۲۷-۳۴ ۳۱/۶±۱/۷۸	۲۹-۳۴ ۳۳±۱/۵۲	۰/۹۰-۱ ۰/۹۵±۲/۹۴	Anthemis
<i>Cota triumfetti</i> X±SD	CT	۲۸-۳۶ ۳۱/۳۸±۱/۵۲	۳۰-۲۶ ۳۳±۱/۸۵	۰/۸۸-۱/۰۶ ۰/۹۴±۳/۴۹	Anthemis
<i>Leucanthemum vulgare</i> X±SD	LV	۲۶-۳۲ ۲۷/۹±۲/۶۱	۲۶-۳۷ ۳۰/۳±۱/۸۹	۰/۸۳-۱ ۰/۹±۴/۸۶	Anthemis
<i>Microcephala lamellata</i> X±SD	ML	۲۲-۲۶ ۲۳/۶±۱/۳۴	۲۰-۲۸ ۲۵/۹۵±۱/۴۳	۰/۸۳-۱ ۰/۹±۴/۶۸	Anthemis

Taxa	Code	P (μm)	E (μm)	P/E	Pollen type
<i>Matricaria recutita</i> X \pm SD	MR	۲۰-۲۶ ۲۳/۲۶ \pm ۱/۲۴	۲۲-۳۰ ۲۵/۲۴ \pm ۱/۲۱	۰/۷۸-۱/۰۹ ۰/۹۲ \pm ۵/۶۶	Anthemis
<i>Pseudohandelia umbellifera</i> X \pm SD	PU	۲۰-۲۶ ۲۴/۰۴ \pm ۱/۲۳	۲۲-۲۸ ۲۵/۶۸ \pm ۱/۴۱	۰/۸۵-۱/۰۸ ۰/۹۲ \pm ۴/۱۳	Anthemis
<i>Sclerorhachis platyrhachis</i> X \pm SD	SP	۲۶-۳۴ ۳۰/۳۸ \pm ۲/۶۵	۲۷-۳۶ ۳۲/۴ \pm ۲/۳۱	۰/۸۱-۱/۰۷ ۰/۹۱ \pm ۸/۱۲	Anthemis
<i>Tripleurospermum disciforme</i> X \pm SD	TD	۲۰-۲۸ ۲۴/۶۷ \pm ۰/۸۴	۲۴-۲۸ ۲۶/۶۲ \pm ۱/۱۰	۰/۸۰-۱/۰۸ ۰/۹۱ \pm ۴/۹۰	Anthemis
<i>Tanacetum tenuisectum</i> X \pm SD	TT	۲۴-۳۰ ۲۸/۵۴ \pm ۱/۷۹	۲۶-۳۴ ۲۹/۸۲ \pm ۲/۴۶	۰/۸۷-۱/۱۳ ۰/۹۵ \pm ۹/۹	Anthemis

جدول ۳- با توجه به معنادار بودن مقدار p-value (Sig: 0.000) در جدول، فرض برابری طول قطبی (P) در جمعیت‌های مختلف آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه رد می‌شود.

ANOVA

P	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	361.200	28	12.900	13.223	.000
Within Groups	113.163	116	.976		
Total	474.362	144			

جدول ۴- با توجه به معنادار بودن مقدار p-value (Sig: 0.000) در جدول، فرض برابری عرض استوایی (E) در جمعیت‌های مختلف آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه رد می‌شود.

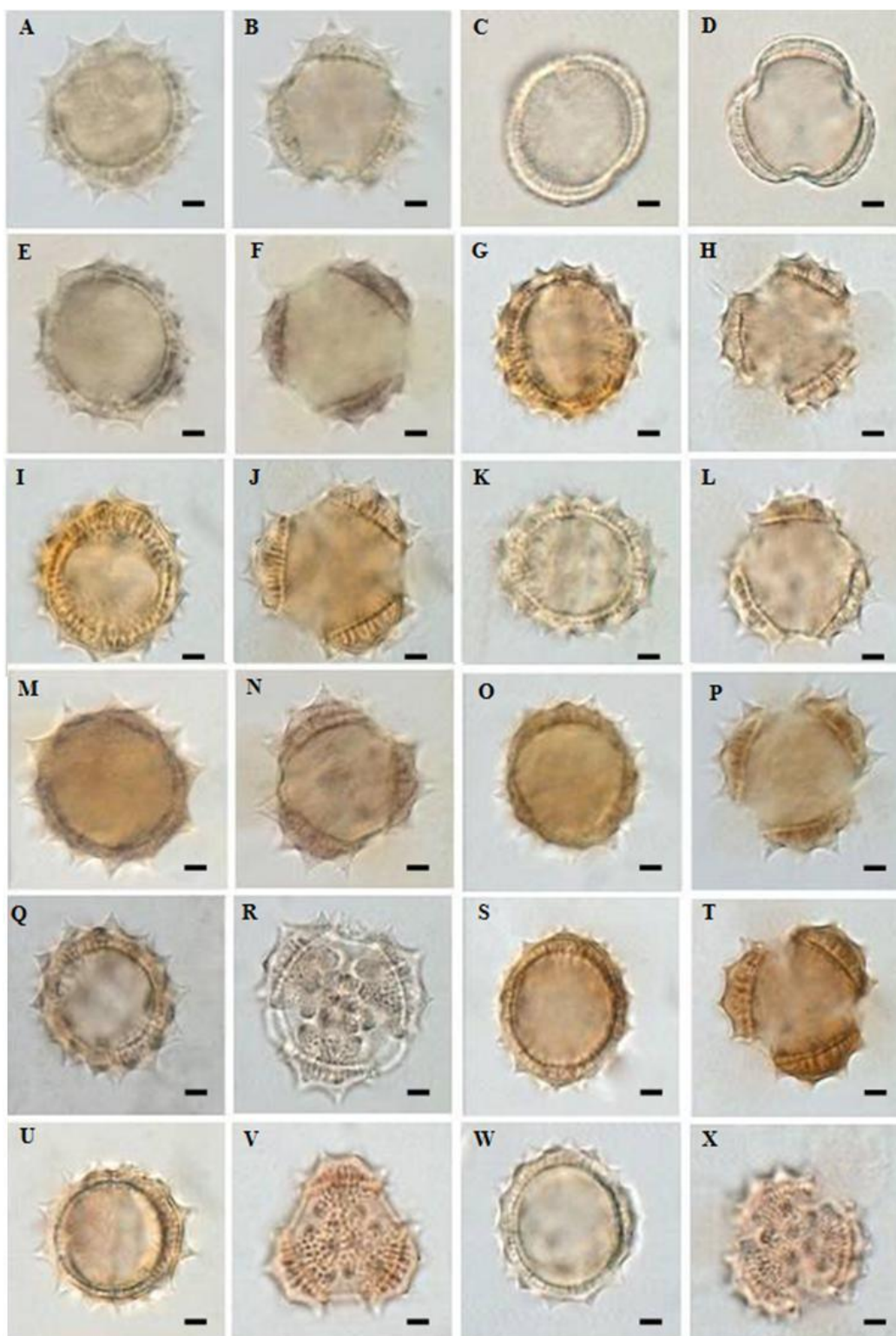
ANOVA

E	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	551.304	28	19.689	6.800	.000
Within Groups	335.858	116	2.895		
Total	887.162	144			

جدول ۵- با توجه به معنادار بودن مقدار p-value (Sig: 0.000) در جدول، فرض برابری نسبت طول قطبی به عرض استوایی (P/E) در جمعیت‌های مختلف آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه رد می‌شود.

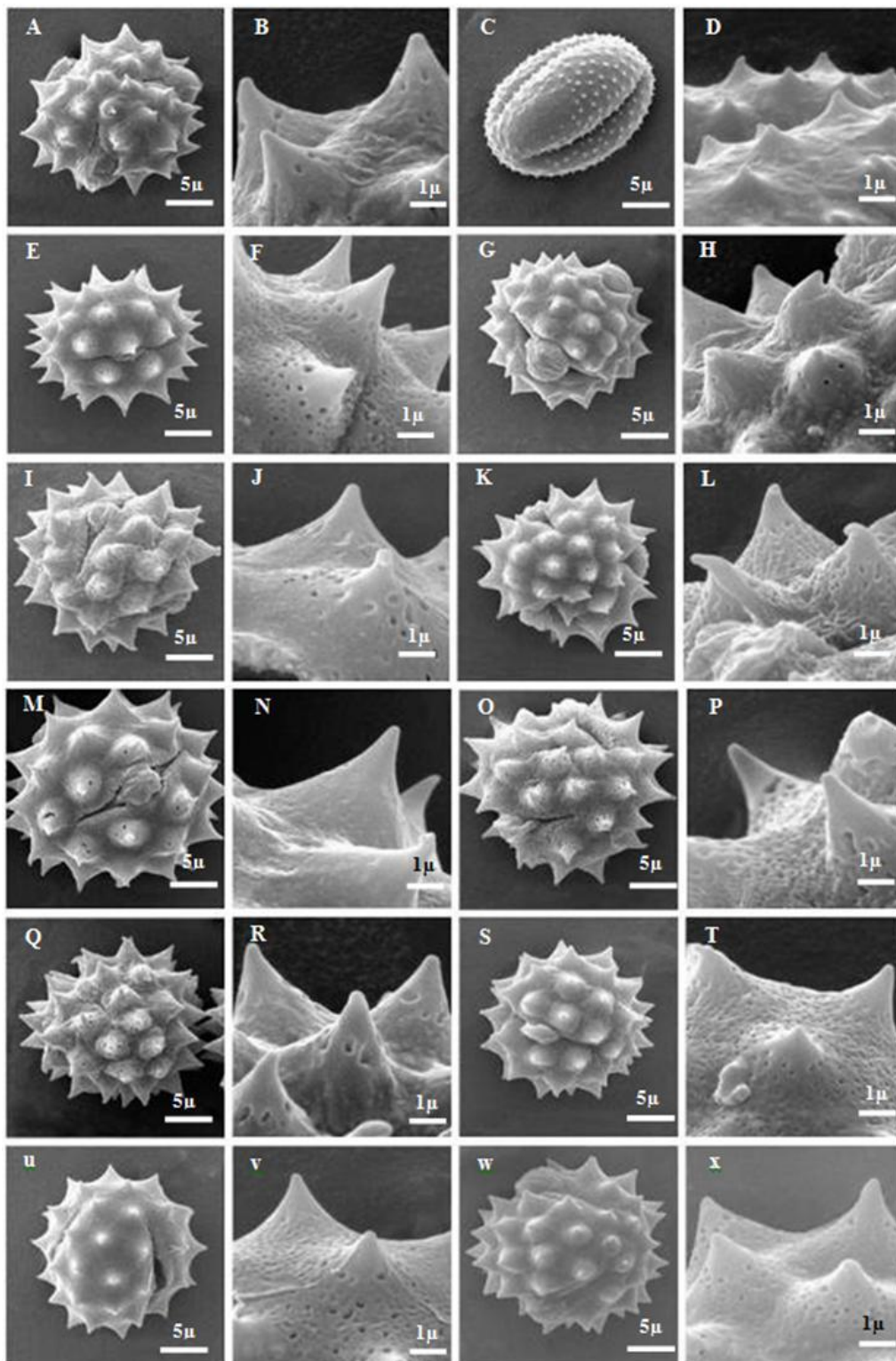
ANOVA

P/E	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.240	28	8.575E-03	1.796	.017
Within Groups	.554	116	4.775E-03		
Total	.794	144			



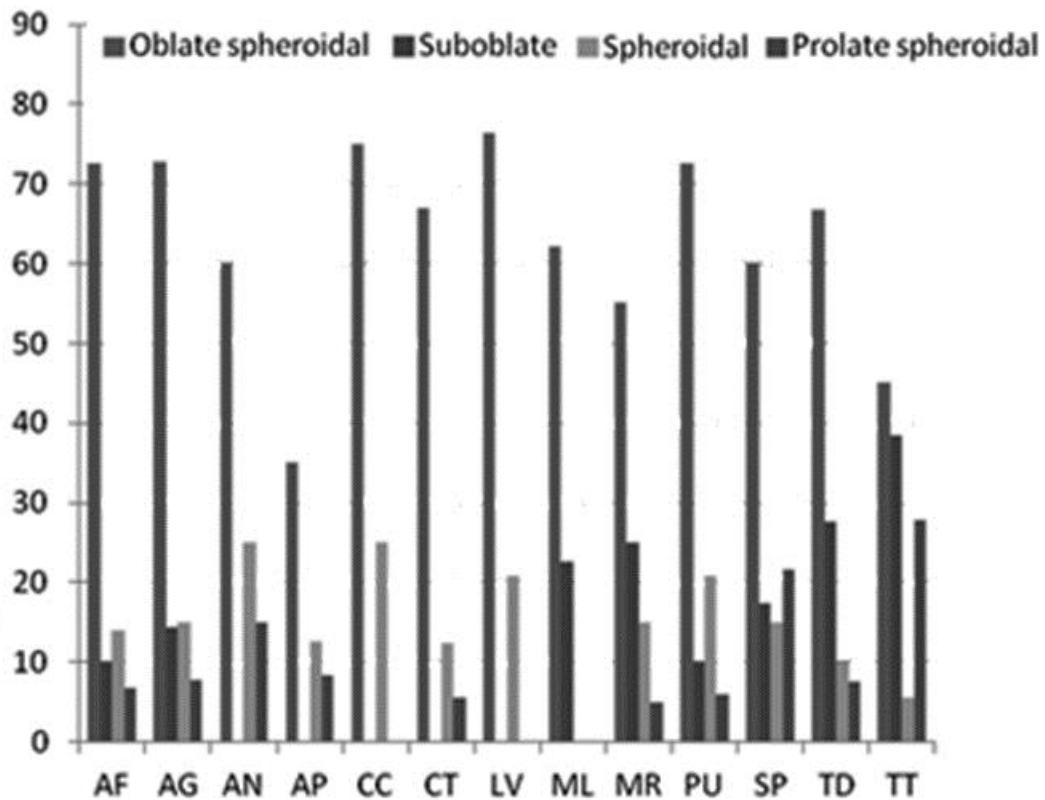
شکل ۱- تصاویر دانه گرده آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیلهٔ بابونه با استفاده از میکروسکوپ نوری (مقیاس: ۱۰ میکرومتر).

(A, B) *Anthemis gayana* 1, (C, D) *Artemisia persica* 1, (E, F) *Leucanthemum vulgare* 1, (G, H) *Pseudohandelia umbellifera* 1, (I, J) *Sclerorhachis platyrachis* 1, (K, L) *Tripleurospermum disciforme* 1, (M, N) *Chrysanthemum coronarium* 1, (O, P) *Anacyclus nigellifolius* 1, (Q, R) *Cota triumfetti* 1, (S, T) *Achillea filipendulina* 1, (U, V) *Matricaria recutita* 1, (W) *Microcephala lamellata* 1, (X) *Tanacetum tenuisectum* 1.



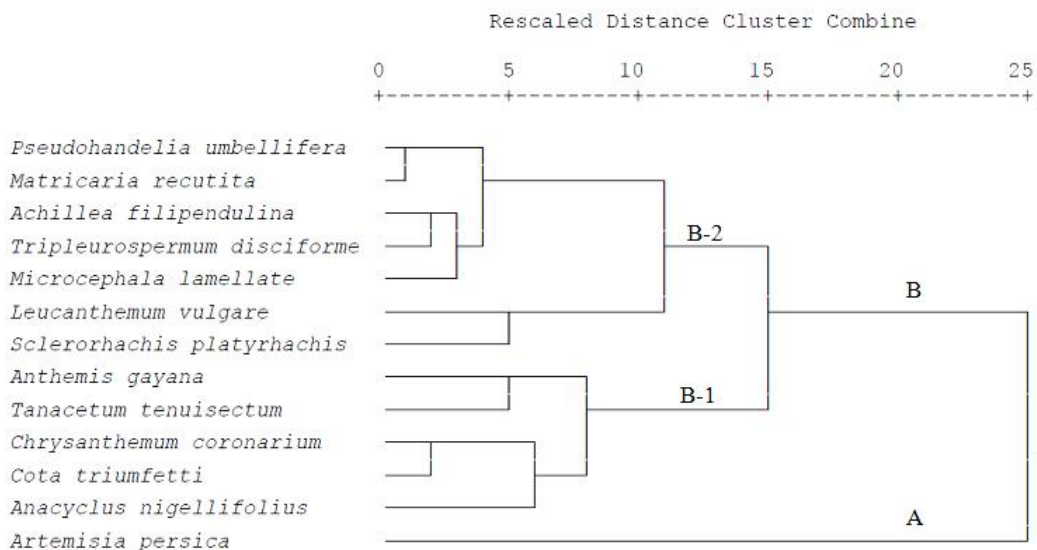
شکل ۲- تصاویر دانه گرده آرایه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (مقیاس: ۵ و ۱ میکرومتر).

(A, B) *Anthemis gayana* 1, (C, D) *Artemisia persica* 1, (E, F) *Leucanthemum vulgare* 1, (G, H) *Pseudohandelia umbellifera* 1, (I, J) *Sclerorhachis platyrachis* 1, (K, L) *Tripleurospermum disciforme* 1, (M, N) *Chrysanthemum coronarium* 1, (O, P) *Anacyclus nigellifolius* 1, (Q, R) *Cota triumfetti* 1, (S, T) *Achillea filipendulina* 1, (U, V) *Matricaria recutita* 1, (W, X) *Tanacetum tenuisectum* 1.



شکل ۳- تنوع شکل دانه گرده نمونه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه (نشانه‌های اختصاری همانند جدول ۲ هستند)

Dendrogram using Average Linkage (Between Groups)



شکل ۴- دندروگرام حاصل از روش UPGMA بر اساس صفت‌های کمی و کیفی دانه گرده در آراییه‌های مطالعه‌شده از قبیله بابونه (نشانه‌های اختصاری همانند جدول ۲ هستند)

بر وجود دو تیپ دانهٔ گرده در این قبیله است. از سوی دیگر، در مطالعهٔ حاضر چهار شکل دانهٔ گرده (بیضی - دایره‌ای، تقریباً بیضی، دایره‌ای و کشیده - دایره‌ای) مشاهده شد که در مطالعهٔ Ramos و Medero (۲۰۰۸) دربارهٔ برخی جنس‌های این قبیله در جزایر قناری نیز گزارش شده است.

در پژوهش حاضر، دو جنس *Matricaria* و *Achillea* با دانه‌های گردهٔ کوچک‌تر در زیرخوشهٔ فرعی B-2 و سه جنس *Anthemis*، *Cota* و *Tanacetum* با گرده‌های بزرگ‌تر در زیرخوشهٔ فرعی B-1 (شکل ۴) قرار گرفتند. در درخت فیلوژنی که Oberprieler و همکاران (۲۰۰۷ و ۲۰۰۹) بر اساس توالی‌های هسته‌ای (nrDNA ITS) ارائه کرده‌اند نیز دو جنس اول در زیرقبیلهٔ *Matricariinae* و سه جنس بعدی در زیرقبیلهٔ *Anthemidinae* قرار دارند، اگرچه نتایج این درخت، حضور جنس *Anacyclus* را در زیرخوشهٔ فرعی B-1 و جنس *Tripleurospermum* را در زیرخوشهٔ فرعی B-2 تأیید نمی‌کنند.

Ceter و همکاران (۲۰۱۳) میانگین اندازه، تزیینات و شکل دانهٔ گردهٔ دو جنس *Matricaria* و *Tripleurospermum* را در ترکیه بررسی و اندازه و شکلی که ارائه کردند با آنچه در مقالهٔ حاضر حاصل شد، همپوشانی داشت و تنها ۲ درصد دانه‌های گردهٔ جنس *Matricaria* در پژوهش یادشده دارای چهار شیار روزنه‌ای بودند که این ویژگی در بررسی حاضر مشاهده نشد. نتایج پژوهش حاضر نشان دادند صفت‌های ریز ریخت‌شناسی دانهٔ گرده به‌ویژه صفت‌های شکل دانهٔ گرده، طول قطبی (P)، قطر استوایی (E)، نسبت طول قطبی به قطر استوایی (P/E) در تعیین روابط خویشاوندی جنس‌های قبیلهٔ بابونه مفید

دندروگرام حاصل از تجزیه و تحلیل صفت‌های کمی و کیفی دانهٔ گرده به روش UPGMA در جمعیت‌ها و گونه‌های بررسی‌شده در شکل (۴) ارایه شده است؛ دو خوشهٔ اصلی در این دندروگرام دیده می‌شود: خوشهٔ اول (A) شامل جمعیت‌های مختلف گونهٔ *Artemisia persica* است که با ویژگی خاص خود یعنی داشتن تیپ گردهٔ آرتمیسیا از سایر جنس‌های این قبیله متمایز می‌شوند و خوشهٔ دوم (B) در مقایسه با خوشهٔ اول (A)، تمام جنس‌های دارای دانهٔ گردهٔ تیپ آتیمیس را در بر می‌گیرد. آرایه‌هایی که در زیرخوشهٔ B-1 قرار دارند، دارای دانه‌های گردهٔ بزرگ‌تری هستند؛ به‌طوری که جنس‌های *Chrysanthemum*، *Anacyclus*، *Cota*، *Tanacetum* و *Anthemis* با داشتن طول قطبی ۲۸/۶۴ تا ۳۲/۵ میکرومتر و عرض استوایی ۳۰/۶۵ تا ۳۳/۲ میکرومتر در این زیرخوشه قرار می‌گیرند. آرایه‌های زیرخوشهٔ B-2 دانه‌های گردهٔ کوچک‌تری دارند و جنس‌های *Leucanthemum*، *Pseudohandelia*، *Achillea*، *Sclerorhachis*، *Microcephala* و *Tripleurospermum* با داشتن طول قطبی ۲۱/۶۹ تا ۳۰/۳۸ میکرومتر و عرض استوایی ۲۳/۲۹ تا ۳۲/۴ میکرومتر در این زیرخوشه قرار می‌گیرند.

بحث

تصاویر میکروسکوپ نوری و الکترونی دانهٔ گرده نشان می‌دهند دو تیپ دانهٔ گرده در این قبیله وجود دارند: تیپ آرتمیسیا فقط در جنس درمنه (*Artemisia*) و تیپ آتیمیس در سایر جنس‌های این قبیله؛ این مطلب مؤید نتایج Ramos و Mederos (۲۰۰۸)، Lin و همکاران (۲۰۰۵) و Pellicer و همکاران (۲۰۰۹) مبنی

هستند و به‌عنوان صفت‌های متمایزکننده جنس‌ها، کاربرد تاکسونومیکی دارند. در فلورا ایرانیکا (Rechinger, 1986) و فلور ایران (Mozaffarian, 2008)، جنس *Cota* بخشی از جنس *Anthemis* در نظر گرفته شده است، درحالی‌که این جنس با داشتن میوه آکن فشرده و رگه‌های نامشخص از جنس *Anthemis* (دارای آکن استوانه‌ای شکل و ده رگه مشخص) جدا می‌شود (Oberprieler, 1998). در منابع اخیر (Oberprieler et al., 2007; 2009) نیز بر اساس شواهد مولکولی، مستقل بودن جنس *Cota* از جنس *Anthemis* کاملاً تأیید شده و نتایج پژوهش مؤید این موضوع است؛ به‌طوری‌که گونه *A. triumfetti* که به جنس *Cota* منتقل و ترکیب *C. triumfetti* معرفی شده است، صفت‌های گرده‌ای متفاوتی نسبت به گونه *A. gayana*. نشان می‌دهد. همچنین مقایسه تنوع شکل‌های دانه گرده جمعیت‌های گونه *C. triumfetti* با گونه *A. gayana* نشان داد از چهار شکل دانه گرده (شکل ۳) شکل تقریباً بیضی (suboblate) در گونه

C. triumfetti مشاهده نمی‌شود؛ از این رو، پیشنهاد می‌شود با توجه به جدایی جنس *Cota* از جنس *Anthemis* بر اساس شواهد مولکولی، مطالعه گرده‌شناسی جامعی روی گونه‌های مختلف این دو جنس انجام و در بازنگری‌های آینده فلور ایران، جنس *Cota* مستقل از *Anthemis* در قبیله بابونه معرفی شود.

جمع‌بندی

به‌طور کلی، اگر علاوه بر نشانگرهای دانه گرده از دیگر نشانگرهای تاکسونومیکی نظیر نشانگرهای مولکولی، سیتولوژیکی و شیمیایی کمک گرفته شود، مرزبندی دقیق‌تری از گونه‌ها و جنس‌های این قبیله ارائه خواهد شد.

سپاسگزاری

نگارندگان مقاله حاضر از معاونت پژوهشی و فناوری دانشگاه شهید بهشتی برای حمایت مالی از پژوهش حاضر قدردانی می‌کنند.

منابع

- Akyalcin, H., Arabaci, T. and Yildiz, B. (2011) Pollen morphology of six *Achillea* L. sect. *Achillea* (Asteraceae) species in Turkey. *Turkish Journal of Botany* 35: 183-201.
- Ayaz, F. A., Inceer, H., Hayirlioglu-Ayaz, S. and Aksu-Kalmuk, N. (2016) Achene fatty acid composition in the tribe Anthemideae (Asteraceae). *Romanian Biotechnological Letters* 21: 11576-11584.
- Baldwin, B. G., Wessa, B. L. and Panero, J. L. (2002) Nuclear rDNA evidence for major lineages of helenioid Heliantheae (Compositae). *Systematic Botany* 27: 161-198.
- Ceter, T., Pinar, N. M., Inceer, H., Hayirlioglu-Ayaz, S. and Yaprak, A. E. (2013) The comparative pollen morphology of genera *Matricaria* L. and *Tripleurospermum* Sch. Bip. (Asteraceae) in Turkey. *Plant Systematics and Evolution* 299: 959-977.
- Erdtman, G. (1969) *Handbook of palynology: morphology, taxonomy, ecology*. Munksgaard, Copenhagen.
- Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy T. F. and Bayer, R. J. (2009) *Systematics, evolution and biogeography of the Compositae*. Vienna: International Association of Plant Taxonomy.

- Ghahreman, S., Noorbakhsh, N., Mehdigholi, K. and Attar, F. (2007) Pollen morphology of *Artemisia* L. (Asteraceae) in Iran. *The Iranian Journal of Botany* 13: 21-29.
- Hasaninejad, M., Jamzad, Z. and Usofi, M. (2011) A palynological study of *Scutellaria* L. (Lamiaceae) in Iran. *Taxonomy and Biosystematics* 3(7): 33-44 (in Persian)
- Hayat, M. Q., Ashraf, M., Ajab Khan, M., Yasmin, G., Shaheen, N. and Jabeen, S. (2010) Palynological study of the genus *Artemisia* (Asteraceae) and its systematic implications. *Pakistan Journal of Botany* 42(2): 751-763.
- Jeffrey, C. (2007) Compositae-Introduction with key to tribes. In: *The families and genera of vascular plants* (Ed. Kubitzki, K.) 61-87. Springer, Germany.
- Lin, J., Qin, W., Liu-zhong, Y. and You-run, L. (2005) Pollen morphology of *Artemisia* L. and its systematic significance. *Wuhan University Journal of Natural Sciences* 10: 448-454.
- Martin, J., Torrell, M. and Valles, J. (2001) Palynological features as a systematic marker in *Artemisia* L. and related genera (Asteraceae-Anthemideae). *Plant Biology* 3: 372-378.
- Meo, A. A. and Khan, M. A. (2006) Pollen morphology as an aid to the identification of *Chrysanthemum* species (Compositae-Anthemideae) from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 38: 29-41.
- Mozaffarian, V. (2008) Compositae. In: *Flora of Iran* (Eds. Assadi, M., Maassoumi, A. A. and Mozaffarian, V.) Research Institute of Forests and Rangelands Publication, Tehran (in Persian).
- Oberprieler, C. (1998) The Systematics of *Anthemis* L. (Compositae, Anthemideae) in W and C North Africa. *Bocconea* 9: 1-328 (ISSN 1120-4060).
- Oberprieler, C., Himmelreich, S. and Vogt, R. (2007) A new subtribal classification of the tribe Anthemideae (Compositae). *Willdenowia* 37: 89-114.
- Oberprieler, C., Himmelreich, S., Källersjö, M., Vallès, J., Watson, L. and Vogt, R. (2009) Tribe Anthemideae Cass. In: *Systematics, evolution and biogeography of the Compositae* (Eds. Funk, V. A., Susanna, A., Stuessy T. F. and Bayer, R. J.) 631-666. Vienna: International Association of Plant Taxonomy, Washington.
- Pakravan, M., Jamshid nejad Avval, A. and Tavassoli, A. (2014) Palynological study of some species in Grumorsae group of the genus *Ranunculus* in Iran. *Taxonomy and Biosystematics* 6(20): 73-84 (in Persian).
- Panero, J. L. and Funk, V. A. (2002) Toward a phylogenetic subfamilial classification for the Compositae (Asteraceae). *Proceedings of the Biological Society of Washington* 115: 909-922.
- Panero, J. L. and Funk, V. A. (2007) New Infraclassical taxa in Asteraceae. *Phytologia* 89: 356-360.
- Panero, J. L. and Funk, V. A. (2008) The value of sampling anomalous taxa in phylogenetic studies: major clades of the Asteraceae revealed. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 47: 757-782.
- Pellicer, J., Hidalgo, O., Garcia, S., Garnatje, T., Korobkov A., Vallès, J. and Martín, J. (2009) Palynological study of *Ajanía* and related genera (Asteraceae, Anthemideae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 161: 171-189.
- Punt, W., Hoen, P. P., Blackmore, S., Nilsson, S. and LeThomas, A. (2007) Glossary of pollen and spore terminology. *Review of Palaeobotany and Palynology* 143(1-2): 1-81.
- Ramos, I. and Mederos, M. (2008) Pollen morphology of endemic species of the *Gonospermum* Less. *Lugoa* DC. and *Tanacetum* L. complex (Asteraceae: Anthemideae) in the Canary Islands (Spain) and its taxonomical implications. *Grana* 47: 247-261
- Rechinger, K. H. (1986) Anthemideae. In: *Flora Iranica* (Ed. Podlech, D.) vol. 158. Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz.