

بررسی ارزش صفات گل آذین و دانه در آرایه‌شناسی جنس تاج‌خروس در ایران

دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۲۰ / پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۲

عطیه نژادفلاطوری✉: استادیار پژوهش بخش تحقیقات رستنی‌ها، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران (a.falatoury@areeo.ac.ir)

سپیده حاتمی: مربی پژوهش سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی مرکز تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان غربی، ارومیه، ایران

حسین ترابی: محقق بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران

فرخ‌دین قزلی: محقق بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

منصور سارانی: استادیار پژوهش مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی سیستان، زابل، ایران

چکیده

جنس تاج‌خروس با ۱۴ گونه (۱۷ آرایه گونه‌ای و فرگونه‌ای) خودرو و یا کاشته شده در مناطق مختلف ایران پراکنش دارد. از این تعداد، ۱۰ آرایه علف‌های هرز شناخته شده هستند. در این تحقیق، برای بررسی تنوع آرایه‌های *Amaranthus* در ایران و به منظور واضح‌تر شدن قرابت این آرایه‌ها از نظر شباهت ریخت‌شناختی و ریزریخت‌شناختی، صفات مربوط به گل‌آذین و دانه این آرایه‌ها که حداقل در افراد ثابت بودند انتخاب و تجزیه و تحلیل شد. تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره دانه‌های ۱۶ آرایه ارائه شد. داده‌های حاصل با روش‌های خوشه‌بندی Ward و رسته‌بندی PCA biplot ارزیابی شد که نتایج مشابهی را نشان دادند. برای تعیین میزان شباهت آرایه‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها براساس صفات اندازه‌گیری شده از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده شد. نتایج حاصل آرایه‌ها را به سه شاخه اصلی تقسیم کرد که این شاخه‌ها با وجود عدم انتطابق کامل بر بخش‌های ذکر شده در طبقه‌بندی این جنس، تا حدودی، نزدیکی آرایه‌ها را از نظر شباهت تایید نمود.

واژه‌های کلیدی: تاج‌خروسیان، تجزیه خوشه‌ای، ریزریخت‌شناسی، فلور، میکروسکوپ الکترونی نگاره

Taxonomic significance of inflorescence and seed characteristics in the genus *Amaranthus* in Iran

Received: 10.05.2021 / Accepted: 12.06.2021

Atiye Nejad Falatoury✉: Research Assistant Prof., Department of Botany, Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran (a.falatoury@areeo.ac.ir)

Sepideh Hatami: Research Instructor, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Agriculture and Education Research Center of West Azarbaijan, Urmia, Iran

Hossein Torabi: Researcher, Plant Protection Department, Khorasan Research, Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Mashhad, Iran

Farrokhodin Ghezeli: Researcher, Plant Protection Department, Fars Research, Education and Natural Resources Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Shiraz, Iran

Mansoor Sarani: Research Assistant Prof., Iranian Research Institute of Plant Protection, Sistan Agricultural and Natural Resource Research Center, Zabol, Iran

Summary

The genus *Amaranthus* (*Amaranthaceae*), with 14 native or cultivated species (total 17 species and subspecies), is distributed in different regions of Iran. Of these, 10 are known as weedy taxa. In the present study, we selected and analyzed the morphological and micromorphological characteristics of the inflorescence and seeds in Iranian *Amaranthus* taxa to investigate the diversity and to clarify the relationships among them. Scanning electron microscope (SEM) micrographs of seeds of 16 taxa were presented. In order to determine the similarity of the studied taxa and their classification in relation to the measured characteristics, cluster analysis was used by Ward method. The evaluation of data by Ward clustering and PCA biplot classification methods showed similar results. The results divided the taxa into three main groups, which do not fully correspond to the sections mentioned in the classification of this genus; however, confirm somewhat the close relationships of the taxa.

Keywords: *Amaranthaceae*, cluster analysis, flora, micromorphology, SEM

مقدمه

در مورد وضعیت این جنس در کشورهای همسایه ایران، در فلور ترکیه تا کنون، ۱۵ گونه (Aellen 1967, Gönen & Uygur 2000) و در فلور پاکستان ۱۰ گونه نام برده شده است (Townsend 1974). از افغانستان هشت گونه (Breckle & Rafiqpoor 2010, Podlech 2012, Breckle et al. 2013) عراق پنج گونه از این جنس در منابع معتبر گزارش شده است (Aellen 1964, POWO 2021). در محدوده شوروی سابق در مجموع، ۱۲ گونه از این جنس معرفی شده (Vasil'chenko 1936)، به طوری که از ترکمنستان شش گونه و از آذربایجان و ارمنستان هر کدام سه گونه گزارش شده است (POWO 2021). در شبه جزیره عربستان، ۱۰ گونه تاج‌خروس می‌روید (Miller & Cope 1996, POWO 2021).

برای جنس *Amaranthus* سه زیرجنس شرح داده شده است (Mosyakin & Robertson 1996) که تک‌نیایی آن‌ها نیز با مطالعات تبارشناختی مولکولی نیز تایید شده است (Waseikov 2018, et al. 2018)، ولی در مورد حدود بخش‌ها توافق وجود ندارد. در زیر، بخش‌ها براساس روش طبقه‌بندی ذکر شده‌اند که صفات مربوط به گل نیز در تعیین حدود آن‌ها در نظر گرفته شده است (Mosyakin & Robertson 1996). آرایه‌هایی که پیرنگ شده‌اند در ایران نماینده‌هایی دارند که در پرانتز ذکر شده است (Nejad Falatoury et al. 2020).

Genus *Amaranthus* L.

Subgen. *Acnida* (L.) Aellen ex K.R. Robertson
Sect. *Acnida* (L.) Mosyakin & K.R. Robertson
Sect. *Saueranthus* Mosyakin & K.R. Robertson
Sect. *Acanthochiton* (Torr.) Mosyakin & K.R. Robertson
Subgen. *Amaranthus*
Sect. *Amaranthus*
Subsect. *Amaranthus* (*A. caudatus* L., *A. retroflexus* L.)
Subsect. *Hybrida* Mosyakin & K.R. Robertson
(*A. hybridus* L., *A. powellii* S.Watson, *A. hypochondriacus* L., and *A. cruentus* L.)
Nothosect. *Dubia* Mosyakin & K.R. Robertson
Sect. *Centrusa* Griseb. (*A. spinosus* L.)
Subgen. *Albersia* (Kunth) Gren. & Godr.
Sect. *Blitopsis* Dumort. (*A. blitum* L., *A. viridis* L. and *A. deflexus* L.)
Sect. *Pentamoron* (Beck) Mosyakin & K.R. Robertson
Sect. *Goerziella* (Urb.) Mosyakin & K.R. Robertson
Sect. *Pyxidium* Moquin in DC. (*A. tricolor* L., *A. graecizans* L., *A. blioides* S.Watson, and *A. albus* L.)

صفات مربوط به دانه به منظور شفاف‌سازی روابط آرایه‌شناختی گروه‌های مختلف گیاهی از جمله دیگر اعضای راسته میخک‌سانان (به عنوان نمونه Nejad Falatoury et al. 2015, 2016a, b, Arabi et al. 2017, Hoseini et al. 2017) بسیار پرکاربرد است. در تحقیق حاضر، تلاش شده تا با تهیه

براساس آخرین سیستم رده‌بندی نهان‌دانگان (APG IV) دو تیره *Amarantaceae* s.str. و *Chenopodiaceae* که پیش از این مجزا انگاشته می‌شدند، ادغام شده و تحت عنوان تیره *Amarantaceae* s. lato با ۱۰ زیرتیره (*Amaranthoideae*, *Camphorosmoideae*, *Betoideae*, *Gomphrenoideae*, *Polycnemoideae*, *Corispermoideae*, *Chenopodioideae*, *Salicornioideae*, *Salsoloideae* و *Suaedoideae*) توصیف می‌شوند. در حال حاضر، ۵۴ جنس از تیره *Amaranthaceae* در ایران به طور طبیعی می‌رویند (Ghahremaninejad et al. 2017). دو زیرتیره *Amaranthoideae* و *Gomphrenoideae* جزو محدوده *Amarantaceae* s.str. هستند. در فلورا ایرانیکا از این دو زیرتیره، هفت جنس برای فلات ایران و چهار جنس و ۲۰ آرایه گونه‌ای و فروگونه‌ای از ایران ذکر شده است (Aellen 1972). در فلور ایران، ۲۲ آرایه گونه‌ای و فروگونه‌ای (به علاوه چندین آرایه کاشته شده) از ایران ذکر شده است (Azadi 2012). در حال حاضر، از زیرتیره *Amaranthoideae* سه جنس با ۱۶ گونه به صورت خودرو در ایران می‌رویند (Nejad Falatoury et al. 2020).

جنس تاج‌خروس (*Amaranthus*) با حدود ۷۵ (Mabberley 2018) تا ۹۵ (POWO 2021) گونه، غالباً از مناطق حاره‌ای جهان گزارش شده است. گونه‌های مختلف این جنس به عنوان غذا و گیاه دارویی به کار می‌روند و از علف‌های هرز شناخته شده نیز محسوب می‌شوند (Das 2016). مرکز تنوع این جنس، آمریکای مرکزی عنوان شده است، زیرا شواهدی مبنی بر پرورش و کاشت این گیاهان از حدود ۶۷۰۰ سال پیش از میلاد در این منطقه وجود دارد (Assad et al. 2017). از بین ۱۴ گونه موجود در ایران از جنس تاج‌خروس، تنها گونه *A. graecizans* L. بومی (native) محسوب می‌شود و ۱۳ گونه دیگر همه گونه‌های وارد شده به فلور ایران هستند که به استثنای گونه عمدتاً کاشته شده *A. tricolor* L. که بومی هندوستان و آسیای جنوب‌شرقی است، باقی گونه‌ها همه بومی قاره آمریکا هستند (POWO 2021).

این جنس، در مناطق مختلف دنیا از نظر آرایه‌شناسی (Iamónico 2014, 2015, 2016a, b, c, 2020, Iamónico & Ghahremaninejad 2016)، تشریحی (Clement 2017) و گرده‌شناسی (Sherafatmand Attar 2017) و (Borsch 1998, Franssen 2001, Angelini et al. 2014) بررسی شده است.

نمونه‌هایی که تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه آن‌ها آمده است، در جدول ۱ فهرست شده‌اند. از دانه‌های نمونه‌های مورد بررسی، پس از پوشش‌دهی با طلا به ضخامت ۱۰ نانومتر، با میکروسکوپ الکترونی Hitachi (2013, Japan) مدل SU3500 عکس‌برداری شد. برای گروه‌بندی آرایه‌های مورد مطالعه، صفات کمی و کیفی ریخت‌شناختی و ریزریخت‌شناختی به صورت صفات چند حالتی کدگذاری شدند. پس از استاندارد کردن داده‌ها، تحلیل‌های آماری چندمتغیره، نظیر PCA biplot (Principal components analysis) Ward (Ward's minimum variance method) و انجام پذیرفت و برای تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار PAST Ver. 21.17 (Hammer et al. 2012) استفاده شد. از هر آرایه، حداقل سه فرد و از هر فرد در مورد هر صفت حداقل پنج اندازه‌گیری انجام شد و در مورد صفات کمی، میانگین پنج اندازه‌گیری، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. ضمناً صفاتی انتخاب شدند که حداقل در فرد تقریباً ثابت بوده و تنوع قابل توجهی نداشتند (جدول‌های ۲ و ۳).

تصاویر واضح از دانه‌های آرایه‌های جنس تاج‌خروس در ایران صفات ریزریخت‌شناختی دانه در این جنس مشخص و از تجزیه و تحلیل صفات مربوط به دانه در کنار صفات مربوط به گل‌آذین (Nejad Falatoury et al. 2020) در روشن‌تر شدن حدود آرایه‌ها و روابط بین آن‌ها استفاده شود.

روش بررسی

در این پژوهش، حدود ۱۰۰ نمونه هرباریومی مربوط به ۱۱ گونه از جنس تاج‌خروس از ۱۲ استان ایران شامل استان سیستان و بلوچستان، خراسان رضوی، گلستان، مازندران، گیلان، آذربایجان غربی، قزوین، البرز، تهران، سمنان و فارس طی این پروژه جمع‌آوری شد. علاوه بر نمونه‌های جمع‌آوری شده که در هرباریوم "IRAN" نگهداری می‌شوند، همه نمونه‌های مربوط به این جنس در هرباریوم‌های FAR، FUMH، HUI، T، TARI و TEH (مخفف اسامی هرباریوم‌ها براساس Thiers 2021) مطالعه و منابع مرتبط نیز به دقت بررسی شدند (برای نمونه Aellen 1964, 1967, 1972, Mosyakin & Robertson 1996, 2003, Azadi 2012, Iamónico 2015).

جدول ۱- نمونه‌های تاج‌خروس به کار رفته برای تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی

Table 1. *Amaranthus* specimens used for preparation of electron microscopy micrographs

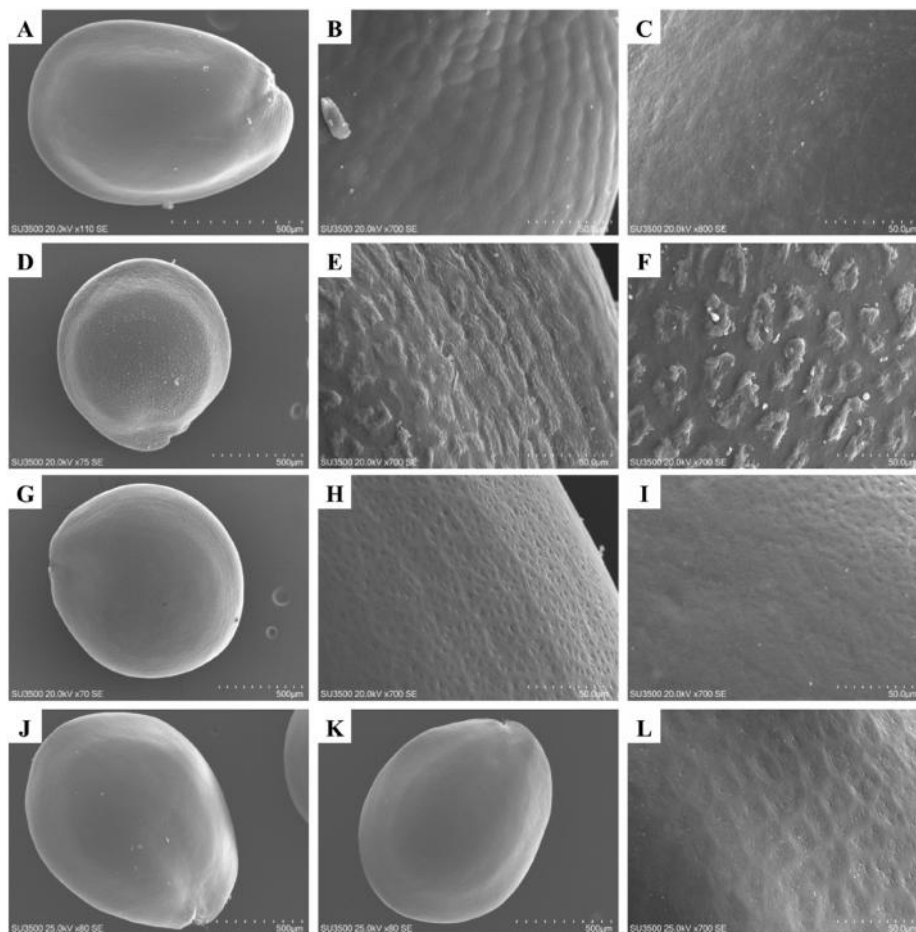
Taxon	Locality and herbarium No.
<i>A. albus</i> L.	East Azarbaijan province: Mianeh, Ghaflan Kuh, 1250 m, Moussavi & Tehrani 52648 (IRAN)
<i>A. blitoides</i> S.Watson var. <i>blitoides</i>	Tehran province: Evin, Zargani 70812 (IRAN); Evin, Zargani 70813 (IRAN)
<i>A. blitum</i> L. subsp. <i>blitum</i>	Kerman province: Bam, Deh Bakri, Mir Kamali 728 (IRAN)
<i>A. blitum</i> L. subsp. <i>emarginatus</i> (Moq. ex Uline & Bray) Carretero	Gilan province: 5 km from Astara towards Hashtpar, Talab-e Style, around lake with shallow water, ca. 0 m, Zehzad, Pakravan & Taheri 67314 (TARI)
<i>A. caudatus</i> L.	Tehran province: Ghalehno Haji Mousa, near Beheshhte Zahra, 1050 m, Falatoury, Eskandari & Bahramishad 77311 (IRAN)
<i>A. cruentus</i> L.	East Azarbaijan province: Marand, Zonouz, Tahmarz Zonouz 6444 (T)
<i>A. deflexus</i> L.	Alborz province: Karaj, Kalak, Pahlevani 51694 (IRAN)
<i>A. graecizans</i> L. subsp. <i>graecizans</i>	Semnan province: 10 Km from Eyvanaky to Garmsar, 1002 m, Falatoury, Eskandari & Bahramishad 77348 (IRAN)
<i>A. graecizans</i> L. subsp. <i>silvestris</i> (Vill.) Brenan	Tehran province: Tehran, 1500 m, Furse 719 (IRAN)
<i>A. hybridus</i> L.	Mazandaran province: Sari, near Pahnekola, Naeemi 6454 (T)
<i>A. hypochondriacus</i> L.	Tehran province: N. Karegar street, Falatoury 77355 (IRAN)
<i>A. powellii</i> S.Watson	Razavi Khorassan province: Mashhad, Agriculture and Natural Resources Research Center, 1037 m, Torabi 77353 (IRAN)
<i>A. retroflexus</i> L.	Gilan province: Hashtpar, Jangal Shafa Rud, Delghandi 47080 (IRAN)
<i>A. spinosus</i> L.	Gilan province: Fuman, Saravan Road, 80 m, Falatoury 76337 (IRAN)
<i>A. tricolor</i> L.	Tehran province: Cultivated, Falatoury 77398 (IRAN)
<i>A. viridis</i> L.	Gilan province: 52654 (IRAN); Asalem, Gisum forest, -20 m, Eskandari & Ghamghami 75790 (IRAN)

نتیجه و بحث

- ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی دانه

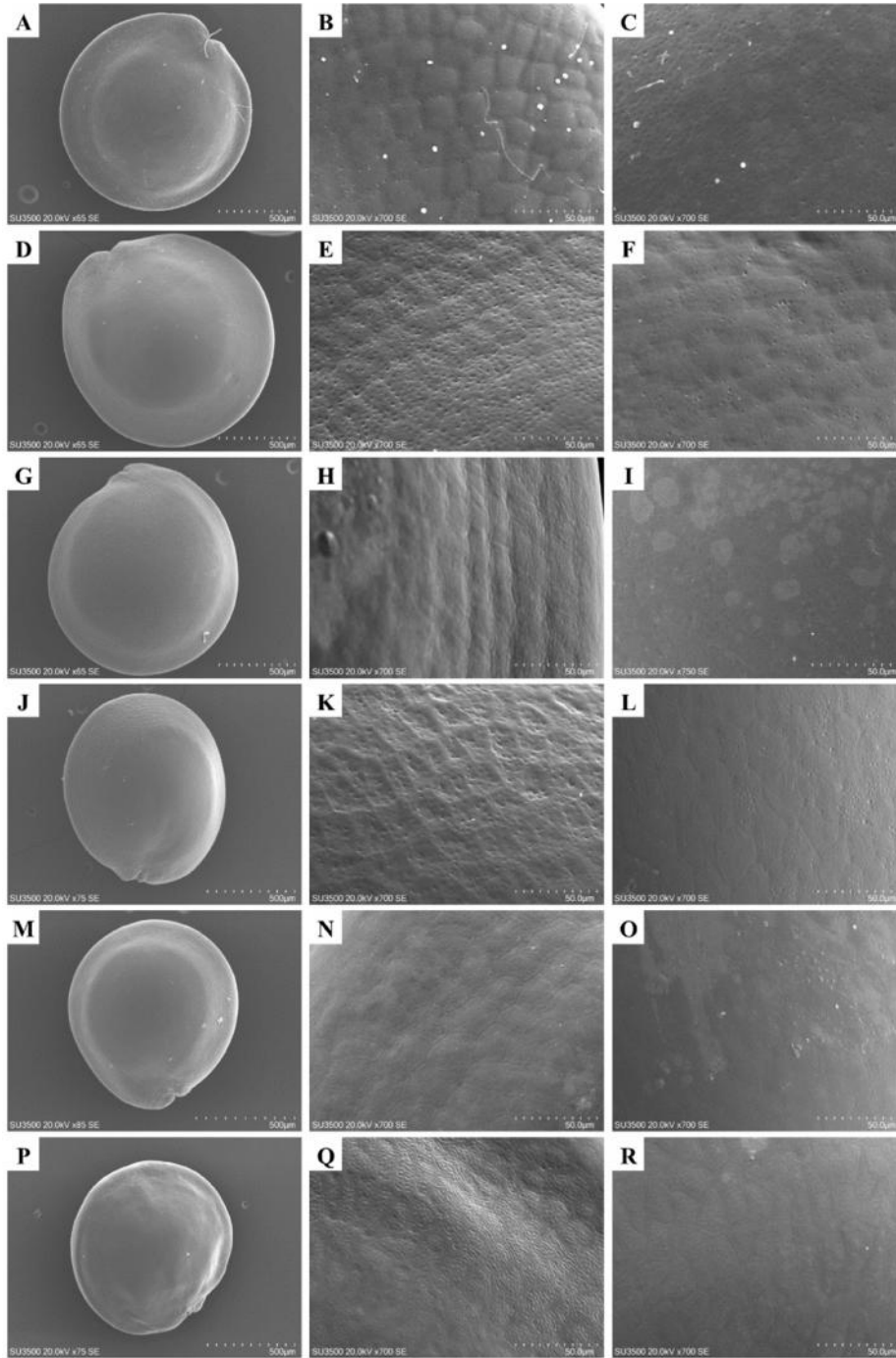
شکل کلی دانه‌ها تقریباً گرد و عدس‌مانند و یا گاهی کشیده تا بیضوی هستند. کوچک‌ترین دانه‌ها مربوط به گونه‌های *A. spinosus* (شکل ۲ P-R) و *A. albus* (شکل ۲ M-O)، بزرگ‌ترین دانه مربوط به آرایه *A. blitum* var. *oleraceus* و همچنین کشیده‌ترین دانه مربوط به گونه *A. viridis* (شکل ۱ D-F) است. از نظر آراستار دانه، در نمونه‌های بررسی شده این جنس، سه تیپ به شرح زیر دیده می‌شود: ۱- تیپ مشبک که ممکن است مسطح یا ناهموار باشد، ۲- تیپ مشبک متخلخل که تراکم و اندازه منافذ آن در آرایه‌های مختلف متفاوت است و

۳- تیپ با زواید برجسته. تیپ اخیر فقط در نمونه‌های *A. viridis* (شکل ۱ E-F) دیده می‌شود؛ تیپ مشبک متخلخل در نمونه‌های مربوط به دو گونه *A. blitum* (شکل ۱ G-E) و *A. graecizans* (شکل ۲ A-F) وجود دارد؛ بقیه آرایه‌ها دارای آراستار مشبک هستند (شکل‌های ۱-۳). دو زیرگونه *A. graecizans* از نظر آراستار بسیار شبیه یکدیگرند (شکل ۲ A-F). گونه‌هایی که از نظر ریخت‌شناسی به هم شبیه و نزدیک هستند، مثل گونه‌های *A. hybridus* (شکل ۳ I-G) و *A. cruentus* (شکل ۳ L-J) یا *A. retroflexus* (شکل ۳ F-D) و *A. caudatus* (شکل ۳ C-A)، در شکل و آراستار دانه نیز کم و بیش مشابه‌اند.



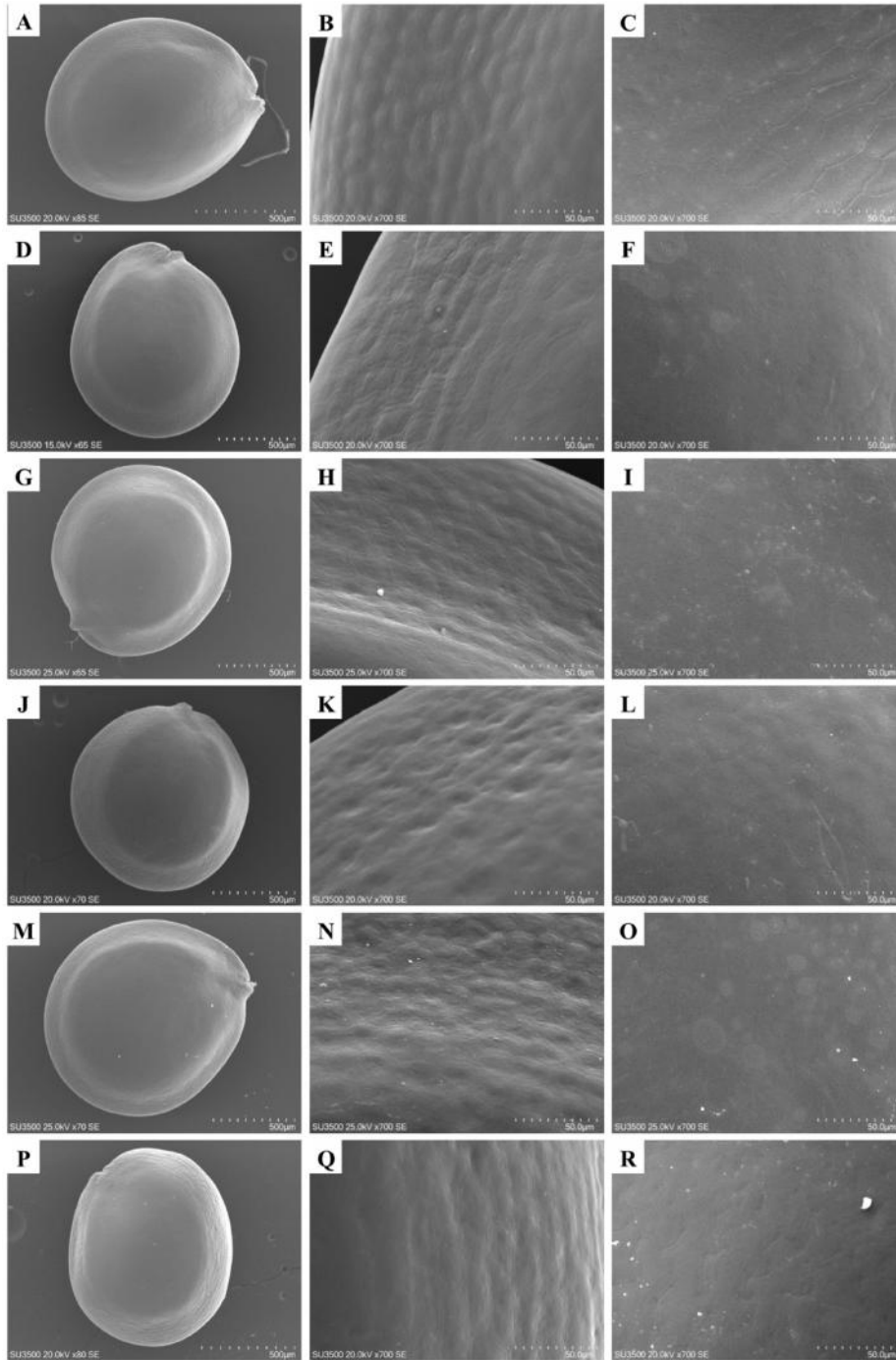
شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه‌های *Amaranthus* A-C: *A. deflexus*. D-F *A. viridis*. G-I *A. blitum* subsp. *blitum*. J-L *A. tricolor*. A, D, G, J, & K. تصاویر نمای جانبی دانه‌ها، B, E, و H. تصاویر نمای نزدیک لبه سطح جانبی دانه‌ها، C, F, I & L. تصاویر نمای نزدیک قسمت میانی سطح جانبی دانه‌ها.

Fig. 1. SEM micrographs of *Amaranthus* seeds: A-C. *A. deflexus*, D-F. *A. viridis*, G-I. *A. blitum* subsp. *blitum*, J-L. *A. tricolor*. A, D, G, J, & K. lateral surface of the seeds, B, E & H. the edge of the lateral surface of the seeds, C, F, I & L. the middle part of the lateral surface of the seeds.



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه‌های *Amaranthus*: A-C: *A. graecizans* subsp. *graecizans*, D-F: *A. graecizans* subsp. *silvestris*, G-L: *A. blitoides*, M-O: *A. albus*, P-R: *A. spinosus*. A, D, G, J, M & P. تصاویر از سطح جانبی دانه‌ها، B, E, H, K, N & Q. تصاویر نمای نزدیک لبه سطح جانبی دانه‌ها، C, F, I, L, O & R. تصاویر نمای نزدیک قسمت میانی سطح جانبی دانه‌ها.

Fig. 2. SEM micrographs of *Amaranthus* seeds: A-C. *A. graecizans* subsp. *graecizans*, D-F. *A. graecizans* subsp. *silvestris*, G-L. *A. blitoides*, M-O. *A. albus*, P-R. *A. spinosus*. A, D, G, J, M & P. lateral surface of the seeds, B, E, H, K, N & Q. the edge of the lateral surface of the seeds, C, F, I, L, O & R. the middle part of the lateral surface of the seeds.



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه‌های *Amaranthus* A-C *A. caudatus*، A-D *A. retroflexus*، G-I *A. hybridus*، J-L *A. cruentus*، M-O *A. hypochondriacus*، P-R *A. powellii*، A، D، G، J، M و P، تصاویر از سطح جانبی دانه‌ها، B، E، H، K، N و Q، تصاویر نمای نزدیک لبه سطح جانبی دانه‌ها، C، F، I، L، O و R، تصاویر نمای نزدیک قسمت میانی سطح جانبی دانه‌ها.

Fig. 3. SEM micrographs of *Amaranthus* seeds: A-C. *A. caudatus*, D-F. *A. retroflexus*, G-I. *A. hybridus*, J-L. *A. cruentus*, M-O. *A. hypochondriacus*, P-R. *A. powellii*. A, D, G, J, M & P. lateral surface of the seeds, B, E, H, K, N & Q. the edge of the lateral surface of the seeds, C, F, I, L, O & R. the middle part of the lateral surface of the seeds.

با این که گونه *A. deflexus* هم از نظر مطالعات پیشین با این دو گونه قرابت دارد، ولی به دلیل شکل متفاوت میوه مجزا قرار گرفته که البته زیرشاخه مستقلی را ایجاد کرده است. سایر اعضای زیرجنس *Albersia* یعنی اعضای بخش *Pyxidium* در شاخه‌ای مشترک با نیمی از اعضای زیرجنس *Amaranthus* قرار گرفته‌اند که با توجه به صفت مشترک شکوفایی میوه این حالت به وجود آمده است. دو گونه زینتی *A. caudatus* و *A. hypochondriacus* با توجه به صفات متعدد ریخت‌شناختی مشترک در یک شاخه قرار دارند. نکته جالب، وضعیت گونه *A. cruentus* است که به دلیل تنوع زیاد صفات ریخت‌شناسی و احتمالاً نزدیکی این گونه با *A. retroflexus* (یکی از نیاهای احتمالی)، افراد این دو گونه همه در یک شاخه قرار گرفته و از هم جدا نشده‌اند. نزدیک‌ترین گونه به این کمپلکس در فنوگرام، گونه

A. hybridus است. دو گونه *A. caudatus* و *A. powellii* هم در زیرشاخه‌های مجزایی در فنوگرام جای دارند (شکل ۶). جالب توجه آن است که در مطالعه فیلوژنتیک نیز اعضای این گروه در اغلب درخت‌های تکاملی پلی‌تومی نشان می‌دهند (Waselkov et al. 2018). دو گونه *A. blitoides* و *A. albus* در بررسی‌های فیلوژنتیک در یک کلاد تکاملی قرار دارند (Waselkov et al. 2018)، ولی براساس مجموعه صفات ریخت‌شناسی بررسی شده در این پژوهش در دسته‌های مجزایی جای گرفته‌اند؛ برخلاف دو گونه *A. graecizans* و *A. tricolor* که نزدیکی این دو گونه هم از نظر مطالعات فیلوژنتیک (Waselkov et al. 2018) و هم با توجه به تحلیل صفت ریخت‌شناسی تایید می‌شود (شکل ۶). به طور کلی، نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های ریخت‌شناسی در این آرایه، گروه‌بندی قابل قبولی را به دست نمی‌دهد که این امر ممکن است به دلیل تحلیل نمونه‌های مختص به ایران باشد و چنانچه آرایه‌های دیگر نیز در تحلیل وارد شوند، نتایج بهتری حاصل گردد.

- گروه‌بندی آرایه‌ها براساس صفات منتخب زایشی گل و دانه برای بررسی تنوع آرایه‌های *Amaranthus* در ایران و به منظور واضح‌تر شدن قرابت بین این آرایه‌ها از نظر شباهت ریخت‌شناختی و ریزریخت‌شناختی، صفات مربوط به گل و دانه که حداقل در افراد ثابت بودند انتخاب و تجزیه و تحلیل شدند که در جدول‌های ۲ و ۳ صفات مربوطه بررسی و نتایج آن ذکر شده است.

با استفاده از تجزیه به مولفه‌های اصلی، ۱۱ متغیر اولیه در قالب چهار متغیر جدید (چهار مولفه اصلی) تعیین شدند که این چهار مولفه در مجموع، حدود ۸۳٪ از تغییرات کل را توجیه نمودند (۳۴٪ برای مولفه اول، ۲۴٪ برای مولفه دوم، ۱۴٪ برای مولفه سوم و ۱۱٪ مولفه چهارم). نخستین مولفه، همبستگی بالایی با آراستار سطح دانه (صفات ۳ و ۴) داشت. دومین مولفه نمونه‌ها را از لحاظ شکل گلپوش و آراستار (صفات ۷ و ۱۰) متمایز کرد. مولفه سوم، با شکل دانه و میوه (صفات ۵ و ۶) و مولفه چهارم با شکل میوه (صفت ۶) همبستگی نشان داد (شکل ۴).

داده‌های حاصل از صفات ریخت‌شناسی در این مطالعه با روش‌های خوشه‌بندی Ward و رسته‌بندی PCA biplot مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج مشابهی را نشان دادند (شکل‌های ۵ و ۶).

به منظور تعیین میزان شباهت آرایه‌های مورد بررسی و گروه‌بندی آن‌ها در ارتباط با صفات اندازه‌گیری شده، از تجزیه خوشه‌ای به روش Ward با مربع فاصله اقلیدسی به عنوان معیار فاصله استفاده شد (شکل ۶). مولفه‌های به دست آمده در تجزیه به مولفه‌های اصلی برای انجام تجزیه خوشه‌ای و ترسیم دندروگرام استفاده گردید. نتایج حاصل آرایه‌ها را به سه شاخه اصلی تقسیم نمود (شکل ۶). البته این شاخه‌ها بر بخش‌های ذکر شده در طبقه‌بندی این جنس منطبق نیست، ولی تا حدودی نزدیکی آرایه‌ها را از نظر شباهت تایید می‌کند. دو گونه *A. blitum* و *A. viridis* در یک شاخه کنار هم قرار گرفته‌اند.

جدول ۲- حالات صفات و کدهای استفاده شده در تجزیه و تحلیل صفات زایشی تاج‌خروس

Table 2. Character states and codes used for analysis of *Amaranthus* reproductive characters

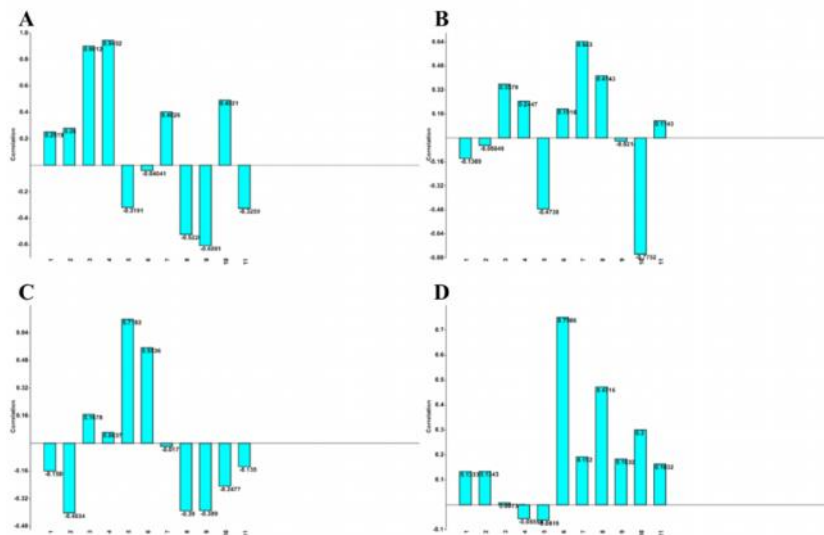
حالت صفت و کد	صفت
کمی (میکرومتر)	۱- بزرگ‌ترین قطر دانه
کمی (میکرومتر)	۲- کوچک‌ترین قطر دانه
۰- مشبک، ۱- مشبک ناهموار، ۲- مشبک ناهموار محو، ۳- مشبک متخلخل، ۴- مشبک با تخلخل محو، ۵- مشبک با تخلخل کم، ۶- دارای زواید برجسته	۳- آراستار حاشیه دانه
۰- مشبک، ۱- مشبک ناهموار، ۲- مشبک ناهموار محو، ۳- مشبک متخلخل، ۴- مشبک با تخلخل محو، ۵- مشبک با تخلخل کم، ۶- دارای زواید برجسته	۴- آراستار مرکز دانه
۱- تقریباً گرد، ۲- گرد، ۳- کمی کشیده، ۴- کشیده و بیضوی، ۵- نامنظم	۵- شکل دانه
۰- تخم‌مرغی کشیده، ۱- تخم‌مرغی یا گرد فشرده، ۲- واژتخم‌مرغی تا واژتخم‌مرغی کشیده، ۳- تقریباً کروی تا بیضوی پهن، ۴- تخم‌مرغی فشرده یا تخم‌مرغی کشیده، ۵- بیضوی متورم	۶- شکل میوه
۰- صاف، ۱- دیواره نازک، ۲- صاف یا گاهی کمی چروکیده، ۳- چروکیده	۷- آراستار میوه
۰- ناشکופا، ۱- ناشکופا یا به طور نامنظم شکופا، ۲- شکوفای منظم، ۳- شکوفای منظم یا به ندرت نامنظم	۸- نوع میوه از نظر شکوفایی
کمی	۹- تعداد گلبرگ
۰- تخم‌مرغی تا سرنیزه‌ای، ۱- خطی تا سرنیزه‌ای، ۲- سرنیزه‌ای تا قاشقی، ۳- سرنیزه‌ای، ۴- سرنیزه‌ای یا بیضوی	۱۰- شکل گلبرگ
کمی (میلی‌متر)	۱۱- اندازه طول گلبرگ

جدول ۳- نتایج بررسی صفات ذکر شده در جدول ۲ برای نمونه‌های تاج‌خروس

Table 3. The results of the study of the characters mentioned in Table 2 for the specimens of *Amaranthus*

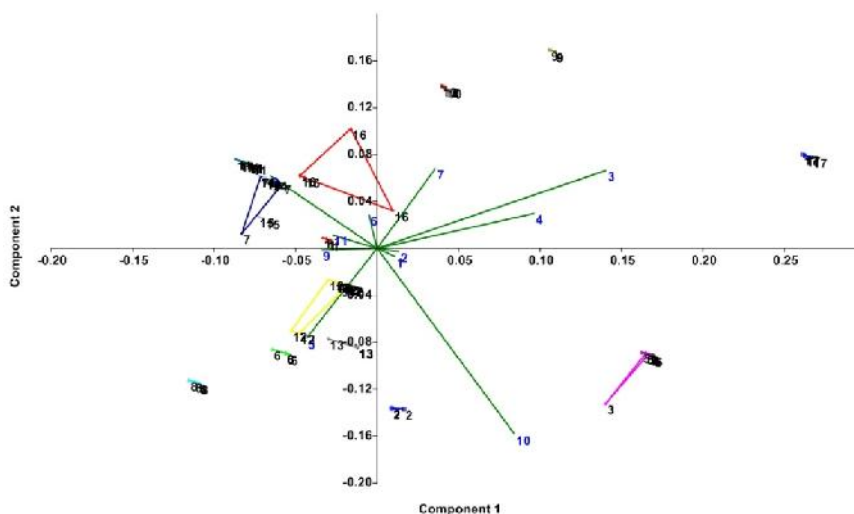
Taxon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Code in analysis
<i>Amaranthus albus</i> 1	900	800	1	2	1	0	2	2	3	1	1	1
<i>A. albus</i> 2	1300	1210	1	2	1	0	2	2	3	1	1.3	1
<i>A. albus</i> 3	1100	990	1	2	1	0	2	2	3	1	1.4	1
<i>A. albus</i> 4	965	864	1	2	1	0	2	2	3	1	1.5	1
<i>A. blitoides</i> 1	1404	1272	1	2	1	1	0	2	4	4	1.5	2
<i>A. blitoides</i> 2	1500	1700	1	2	1	1	0	2	4	4	2	2
<i>A. blitoides</i> 3	1083	955	2	2	2	1	0	2	4	4	3	2
<i>A. blitum</i> var. <i>blitum</i> 1	1150	1205	3	4	1	1	2	0	3	4	1.2	3
<i>A. blitum</i> var. <i>blitum</i> 2	1210	1100	3	4	1	1	2	0	3	4	1.4	3
<i>A. blitum</i> var. <i>blitum</i> 3	1219	1160	3	4	3	1	2	0	3	4	1.5	3
<i>A. blitum</i> var. <i>emarginatus</i>	1218	1202	3	4	1	1	2	0	3	4	1	4
<i>A. blitum</i> var. <i>oleraceus</i> 1	1420	1200	3	4	1	1	2	0	3	4	2	5
<i>A. blitum</i> var. <i>oleraceus</i> 2	1530	1400	3	4	1	1	2	0	3	4	1.9	5
<i>A. blitum</i> var. <i>oleraceus</i> 3	1900	1810	3	4	1	1	2	0	3	4	1.8	5
<i>A. blitum</i> var. <i>oleraceus</i> 4	1600	1500	3	4	1	1	2	0	3	4	1.7	5
<i>A. blitum</i> var. <i>oleraceus</i> 5	1700	1600	3	4	1	1	2	0	3	4	1.6	5
<i>A. caudatus</i> 1	1100	1000	1	2	4	1	2	2	5	2	1	6
<i>A. caudatus</i> 2	1200	1100	1	2	4	1	2	2	5	2	1.5	6
<i>A. caudatus</i> 3	1320	1200	1	2	4	1	2	2	5	2	1.7	6
<i>A. caudatus</i> 4	1500	1380	1	2	4	1	2	2	5	2	2	6
<i>A. caudatus</i> 5	1121	925	1	2	4	1	2	2	5	2	2.5	6
<i>A. cruentus</i> 1	1335	1222	1	2	3	2	2	2	5	0	1.3	7
<i>A. cruentus</i> 2	1600	1490	1	2	1	2	2	2	5	0	1.6	7
<i>A. cruentus</i> 3	1310	1200	1	2	1	2	2	2	5	0	2	7
<i>A. cruentus</i> 4	1500	1370	1	2	1	2	2	2	5	0	2.5	7
<i>A. cruentus</i> 5	1176	1095	1	2	1	2	2	2	5	0	3	7
<i>A. deflexus</i> 1	1000	700	0	1	4	5	0	0	3	1	1	8
<i>A. deflexus</i> 2	1100	810	0	1	4	5	0	0	3	1	1.7	8
<i>A. deflexus</i> 3	1200	900	0	1	4	5	0	0	3	1	1.5	8
<i>A. deflexus</i> 4	1020	708	0	1	4	5	0	0	3	1	2	8
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>graecizans</i> 1	1288	1274	5	4	1	3	3	3	3	0	1.4	9

Table 3 (contd)											جدول ۳ (ادامه)	
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>graecizans</i> 2	1000	1100	5	4	1	3	3	3	3	0	1.5	9
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>graecizans</i> 3	1410	1500	5	4	1	3	3	3	3	0	1.7	9
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>silvestris</i> 1	1126	1053	3	4	1	3	3	3	3	0	1.7	10
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>silvestris</i> 2	1471	1383	3	4	1	3	3	3	3	0	1.8	10
<i>A. graecizans</i> subsp. <i>silvestris</i> 3	1387	1326	3	4	1	3	3	3	3	0	1.9	10
<i>A. hybridus</i> 1	936	894	1	2	1	2	2	3	5	0	1.3	11
<i>A. hybridus</i> 2	945	908	1	2	1	2	2	3	5	0	1.5	11
<i>A. hybridus</i> 3	849	809	1	2	1	2	2	3	5	0	2	11
<i>A. hybridus</i> 4	936	904	1	2	1	2	2	3	5	0	2.5	11
<i>A. hybridus</i> 5	1400	1320	1	2	1	2	2	3	5	0	3	11
<i>A. hybridus</i> 6	1365	1278	1	2	1	2	2	3	5	0	1.7	11
<i>A. hybridus</i> 7	1290	1221	1	2	1	2	2	3	5	0	2.3	11
<i>A. hybridus</i> 8	1260	1197	1	2	1	2	2	3	5	0	1.8	11
<i>A. hypochondriacus</i> 1	1000	1000	1	2	1	4	2	3	5	3	1.2	12
<i>A. hypochondriacus</i> 2	1084	996	1	2	1	4	2	3	5	3	1.5	12
<i>A. hypochondriacus</i> 3	1014	1006	1	2	1	4	2	3	5	3	1.7	12
<i>A. hypochondriacus</i> 4	1396	1340	1	2	1	4	2	3	5	3	1.9	12
<i>A. hypochondriacus</i> 5	1409	1317	1	2	1	4	2	3	5	3	2	12
<i>A. hypochondriacus</i> 6	1252	1233	1	2	1	4	2	3	5	3	2.2	12
<i>A. hypochondriacus</i> 7	1254	1189	1	2	3	4	2	3	5	3	2.4	12
<i>A. hypochondriacus</i> 8	1335	1253	1	2	1	4	2	3	5	3	2.6	12
<i>A. hypochondriacus</i> 9	1365	1175	1	2	1	4	2	3	5	3	2.8	12
<i>A. hypochondriacus</i> 10	1383	1221	1	2	1	4	2	3	5	3	3	12
<i>A. hypochondriacus</i> 11	1318	1201	1	2	3	4	2	3	5	3	3.2	12
<i>A. hypochondriacus</i> 12	1340	1260	1	2	1	4	2	3	5	3	3.5	12
<i>A. powellii</i> 1	1008	998	1	2	2	1	2	2	5	3	1.3	13
<i>A. powellii</i> 2	1400	1380	1	2	2	1	2	2	5	3	2	13
<i>A. powellii</i> 3	700	650	1	2	2	1	2	2	5	3	3.5	13
<i>A. retroflexus</i> 1	1079	1013	1	2	1	2	2	2	5	0	1.8	14
<i>A. retroflexus</i> 2	1165	1161	1	2	1	2	2	2	5	0	2	14
<i>A. retroflexus</i> 3	1180	1074	1	2	1	2	2	2	5	0	2.5	14
<i>A. retroflexus</i> 4	1248	1137	1	2	1	2	2	2	5	0	2.7	14
<i>A. retroflexus</i> 5	1100	1000	1	2	1	2	2	2	5	0	3	14
<i>A. retroflexus</i> 6	1400	1310	1	2	1	2	2	2	5	0	3.5	14
<i>A. spinosus</i> 1	982	932	1	2	1	1	1	1	5	0	3.6	15
<i>A. spinosus</i> 2	780	700	1	2	1	1	1	1	5	0	3.8	15
<i>A. spinosus</i> 3	840	900	1	2	1	1	1	1	5	0	4	15
<i>A. tricolor</i> 1	1262	1086	2	2	1	4	3	2	3	0	2	16
<i>A. tricolor</i> 2	1190	980	2	2	3	4	3	2	3	0	2.5	16
<i>A. tricolor</i> 3	1230	973	2	2	3	4	3	2	3	0	2.9	16
<i>A. tricolor</i> 4	1263	1023	2	2	3	4	3	2	3	0	3	16
<i>A. tricolor</i> 5	900	1100	2	2	1	4	3	2	3	2	4	16
<i>A. viridis</i> 1	1087	976	6	6	1	4	3	0	3	2	1	17
<i>A. viridis</i> 2	1120	800	6	6	1	4	3	0	3	2	1.5	17
<i>A. viridis</i> 3	1100	1000	6	6	1	4	3	0	3	2	1.7	17
<i>A. viridis</i> 4	1200	1080	6	6	1	4	3	0	3	2	2	17



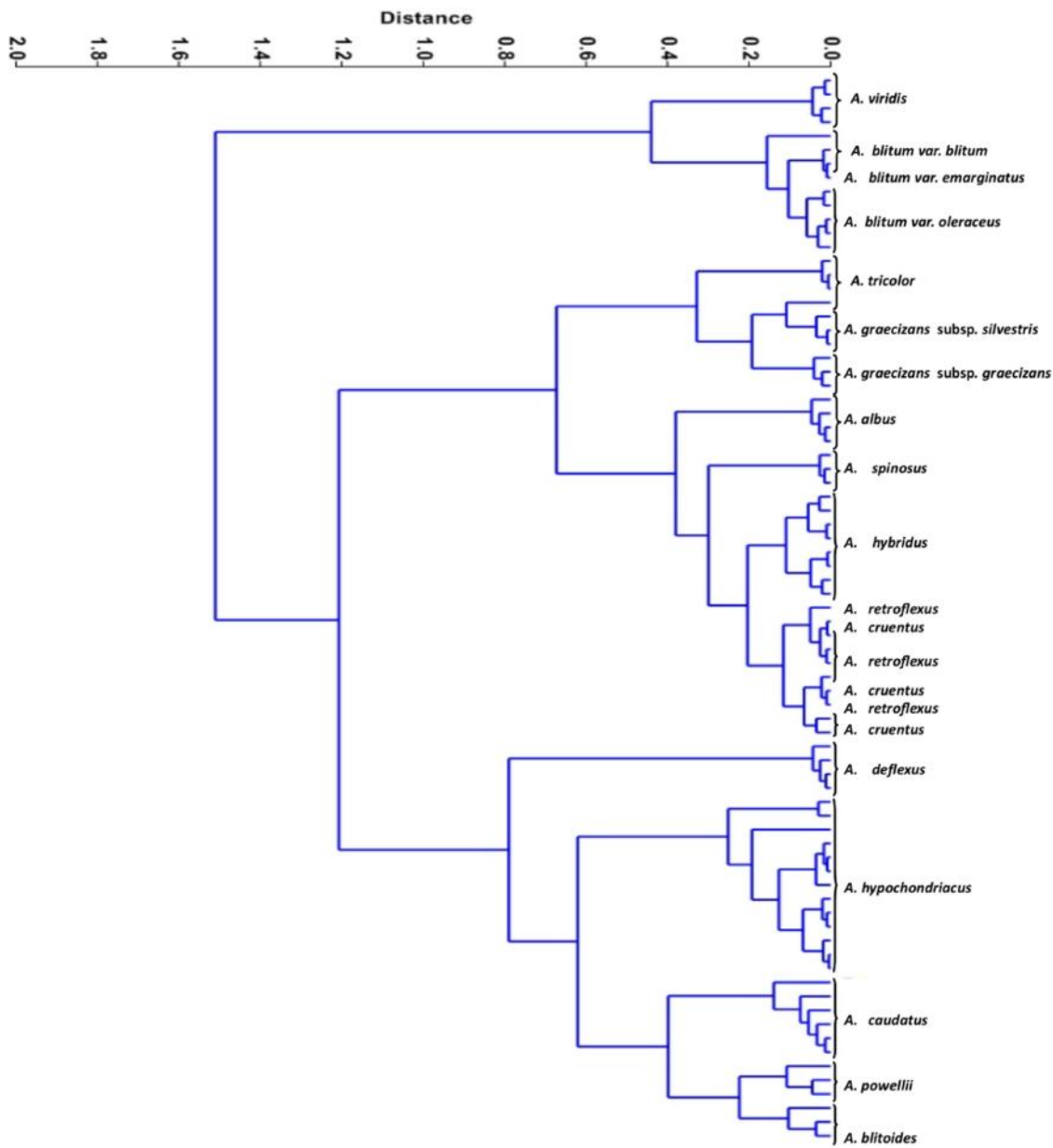
شکل ۴- نمودار بارگذاری تحلیل PCA biplot در نمونه‌های تاج‌خروس که میزان تاثیر هر صفت در مولفه‌های اصلی را نشان می‌دهد: A. مولفه اول همبستگی بالایی با آراستار سطح دانه (صفات ۳ و ۴) داشت، B. مولفه دوم نمونه‌ها را از لحاظ شکل گلپوش و آراستار میوه (صفات ۷ و ۱۰) متمایز کرد، C. مولفه سوم با شکل دانه و میوه (صفات ۵ و ۶) همبستگی نشان داد، D. مولفه چهارم با شکل میوه (صفت ۶) همبستگی نشان داد.

Fig. 4. PCA biplot loading plot for *Amaranthus* specimens shows which characteristics influences a principal component: A. The first component had a high correlation with seed surface sculpture (traits 3 and 4), B. The second component differentiated the samples in terms of the shape of the tepal and the fruit sculpture (traits 7 and 10), C. The third component showed a correlation with the shape of seeds and fruits (traits 5 and 6), D. The fourth component showed a correlation with fruit shape (trait 6).



شکل ۵- نمودار رسته‌بندی تحلیل PCA biplot: ۱- *Amaranthus albus* -۲ *A. blitoides* -۳ *A. blitum* var. *blitum* -۴ *A. blitum* var. *emarginatus* -۵ *A. blitum* var. *oleraceus* -۶ *A. caudatus* -۷ *A. cruentus* -۸ *A. deflexus* -۹ *A. graecizans* subsp. *graecizans* -۱۰ *A. graecizans* subsp. *silvestris* -۱۱ *A. hybridus* -۱۲ *A. hypochondriacus* -۱۳ *A. powellii* -۱۴ *A. retroflexus* -۱۵ *A. spinosus* -۱۶ *A. tricolor* -۱۷ *A. viridis*

Fig. 5. PCA biplot analysis: 1. *Amaranthus albus*, 2. *A. blitoides*, 3. *A. blitum* var. *blitum*, 4. *A. blitum* var. *emarginatus*, 5. *A. blitum* var. *oleraceus*, 6. *A. caudatus*, 7. *A. cruentus*, 8. *A. deflexus*, 9. *A. graecizans* subsp. *graecizans*, 10. *A. graecizans* subsp. *silvestris*, 11. *A. hybridus*, 12. *A. hypochondriacus*, 13. *A. powellii*, 14. *A. retroflexus*, 15. *A. spinosus*, 16. *A. tricolor*, 17. *A. viridis*.



شکل ۶- دندروگرام حاصل از تحلیل خوشه‌ای Ward در نمونه‌های تاج‌خروس.

Fig. 6. Dendrogram obtained from WardD clustering analysis in *Amaranthus* specimens.

سپاسگزاری

و دانشگاه فردوسی مشهد (FUMH) برای فراهم آوردن امکانات ابراز می‌دارند. همچنین، از آقای مهندس جوادی (آزمایشگاه مرکزی دانشگاه شهید بهشتی) برای همکاری در تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی سپاسگزاری می‌شود.

نگارندگان مراتب سپاس خود را به مسئولان هرباریوم‌های مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI)، دانشگاه خوارزمی (T, FAR)، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (IRAN)، دانشگاه تهران (TUH)، دانشگاه اصفهان (HUI)

References

- Aellen, P. 1964. Amaranthaceae. Pp. 213–215. In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora of Lowland Iraq. Weinheim: J. Cramer. Stuttgart.
- Aellen, P. 1967. Amaranthaceae. Pp. 340–344. In: Davis, P.H. (ed.), Flora of Turkey and the East Aegean Islands, Vol. 2. University Press. Edinburgh.
- Aellen, P. 1972. Amaranthaceae. Pp. 1–19. In: Rechinger, K.H. (ed.), Flora Iranica, Lfg. 91. Akad. Druck- und Verlagsanstalt, Graz.
- Angelini, P., Bricchi, E., Gigante, D., Poponessi, S., Spina, A. & Venanzoni, R. 2014. Pollen morphology of some species of Amaranthaceae s. lat. common in Italy. Flora Mediterranea 24: 247–272.
- Arabi, Z., Ghahremaninejad, F., Rabeler, R.K., Heubl, G. & Zarre, Sh. 2017. Seed micromorphology and its significance in the tribe *Alsineae* (Caryophyllaceae). Flora 234: 41–59.
- Assad, R., Reshi, Z.A., Jan, S. & Rashid, I. 2017. Biology of Amaranths. The Botanical Review 83: 382–436.
- Azadi, R. 2012. Amaranthaceae. Pp. 9–50. In: Assadi, M. (ed.), Flora of Iran, No. 75. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran.
- Borsch, T. 1998. Pollen types in the Amaranthaceae. Morphology and evolutionary significance. Grana 37(3): 129–142.
- Breckle, S.W. & Rafiqpoor, M.D. 2010. Field Guide Afghanistan: Flora and Vegetation. Scientia Bonnensis, Bonn, 863 pp.
- Breckle, S.W., Hedge, I.C. & Rafiqpoor, M.D. 2013. Vascular Plants of Afghanistan: an Augmented Checklist. Scientia Bonnensis, Bonn. 598 pp.
- Das, S. 2016. *Amaranthus*: A Promising Crop of Future. Springer, India, 208 pp.
- Filias, F., Gaulliez, R. & Guedes, M. 1980. *Amaranthus blitum* vs. *A. lividus* (Amaranthaceae). Taxon 29(1): 149–150.
- Franssen, A.S., Skinner, D.Z., Al-Khatib, K. & Horak, M.J. 2001. Pollen morphological differences in *Amaranthus* species and interspecific hybrids. Weed Science 49(6): 732–737.
- Ghahremaninejad, F. & Sherafatmand Attar, H. 2017. Foliar anatomy of some *Amaranthus* L. species (Amaranthaceae) in Iran. Applied Biology 29(2): 161–172.
- Ghahremaninejad, F., Ataei, N. & Nejad Falatoury, A. 2017. Comparison of angiosperm flora of Afghanistan and Iran in accordance with APG IV system. Nova Biologica Reperta 4(1): 73–97.
- Hoseini, E., Ghahremaninejad, F., Assadi, M. & Nejati Edalatiyan, M. 2017. Seed micromorphology and its implication in subgeneric classification of *Silene* (Caryophyllaceae, Sileneae). Flora 228: 31–38.
- Gönen, O. & Uygur, F.N. 2000. A new record for the Flora of Turkey *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae). Turkish Journal of Botany 24(6): 359–360.
- Iamónico, D. & Clement, M. 2016. Nomenclatural notes about the names in *Amaranthaceae* published by Roberto de Visiani. Hacquetia 15(1): 101–106. DOI: 10.1515/hacq-2016-0003.
- Iamónico, D. 2014. Lectotypification of Linnaean names in the genus *Amaranthus* L. (Amaranthaceae). Taxon 63(1): 146–150.
- Iamónico, D. 2015. Taxonomic revision of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae) in Italy. Phytotaxa 199(1): 1–84.
- Iamónico, D. 2016a: Nomenclature survey of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae). 3. Plant Biosystems 150(3): 519–531.
- Iamónico, D. 2016b. Nomenclature survey of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae). 5. Moquin-Tandon's names. Phytotaxa 273(2): 81–114.
- Iamónico, D. 2016c. Nomenclatural survey of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae). 4. Detailed questions arising around the name *Amaranthus gracilis*. Botanica Serbica 40(1): 61–68.

- Iamonico, D. 2020. A nomenclatural survey of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae) 7: names published by Willdenow. Willdenowia 50(1): 147–155.
- Mabberley, D.J. 2018. Mabberley's Plant-Book (A portable dictionary of plants, their classification and uses). Fourth edition: 37. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mahklouf, M.H., Abuhadra, M.N. & Essokne, R.S. 2016. A new record *Amaranthus blitoides* S.Watson. (Amaranthaceae) for the flora of Libya. American Journal of Life Science Researches 4(3): 89–91.
- Miller, A.G. & Cope, T.A. 1996. Flora of the Arabian Peninsula and Socotra. Vol. 1. Edinburgh University Press. 586 pp.
- Mohammadzadeh, Z., Sheidai, M. & Assadi, M. 2005. *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae), a new record for the flora of Iran. Iranian Journal of Botany 11(1): 55–58.
- Mosyakin, S.L. & Robertson, K.R. 1996. New infrageneric taxa and combinations in *Amaranthus* (Amaranthaceae). Annales Botanici Fennici 33(4): 275–281.
- Mosyakin, S.L. & Robertson, K.R. 2003. *Amaranthus* L. Pp. 410–435. In: Flora of North America Editorial Committee (eds), Flora of North America North of Mexico (Magnoliophyta: Caryophyllidae, part 1) 4. Oxford University Press, Oxford.
- Nejad Falatoury, A., Assadi, M. & Ghahremaninejad, F. 2015. A new species of *Gypsophila* (Caryophyllaceae) from Iran. Phytotaxa 222(4): 276–282.
- Nejad Falatoury, A., Assadi, M. & Ghahremaninejad, F. 2016a. *Gypsophila pseudopallida*, a new species, and *Gypsophila transcaucasica* a new record of sect. *Paniculaeformes* from the North West of Iran. Phytotaxa 222(4): 1–13.
- Nejad Falatoury, A., Assadi, M. & Ghahremaninejad, F. 2016b. New species and new synonymy in the genus *Gypsophila* L. subgenus *Pseudosaponaria* Williams (Caryophyllaceae). Adansonia 38(2): 257–265.
- Nejad Falatoury, A., Hatami, S., Torabi, H., Ghezeli, F. & Sarani, M. 2020. Some notes about the genus *Amaranthus* in Iran. Rostaniha 21(1): 109–120.
- Podlech, D. 2012. Checklist of the flowering plants of Afghanistan. Ludwig Maximilians University, Munich. Available: <http://sysbot.biologie.uni-muenchen.de/de/personen/podlech>.
- POWO. 2021. Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. *Amaranthus* L. Published at <http://plantsoftheworldonline.org> [accessed 01 May 2021].
- Sánchez-Del Pino, I., Pratt, D. & Flores-Olvera, H. 2017. A new species of *Amaranthus* (Amaranthaceae) from Mexico. Phytotaxa: 291(3): 201–208.
- Sayari, N. & Mekki, M. 2016. Inventory of the spontaneous alien flora in Tunisia. Tunisian Journal of Plant Protection 11(2): 229–237.
- Thiers, B. 2021. Index Herbariorum: A global directory of public herbaria and associated staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/ih/> [accessed 22 Apr. 2021].
- Townsend, C.C. 1974. Amaranthaceae. Pp. 1–49. In: Nasir, E. & Ali, S.I. (eds), Flora of West Pakistan. No. 71. Ferozsons Press, Rawalpindi. http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=5&taxon_id=10031.
- Vasil'chenko, I.T. 1936. *Amaranthus* L. Pp. 358–367. In: Schischkin, B.K. (ed.), Flora of the U.S.S.R. Vol. 6. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moskva, Leningrad.
- Waselkov, K.E., Boleda, A.S. & Olsen, K.M. 2018. A phylogeny of the genus *Amaranthus* (Amaranthaceae) based on several low-copy nuclear loci and chloroplast regions. Systematic Botany 43(2): 439–458.