

همتافت موسیر در ایران: وضعیت آرایه‌شناسی آن براساس صفات تشریحی برگ

پروانه کاظمی لیپایی: دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
مینا خراسانی✉: استادیار گروه آموزش زیست‌شناسی، دانشگاه فرهنگیان، صندوق پستی ۸۸۹-۱۴۶۶۵، تهران، ایران (m.khorasani@cfu.ac.ir)
منصور افشار محمدیان: دانشیار گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

Allium زیرجنس *Melanocrommyum* به عنوان دومین زیرجنس بزرگ از *Allium*، دارای چندین گروه پیچیده سیستماتیکی است. از این زیرجنس، همتافت موسیر (*A. stipitatum* complex) با برگ‌های قاعده‌ای، دمگل آذین طویل و گل‌های صورتی تا ارغوانی-بنفش رنگ به طور عمده در بخش‌های غرب و شمال غرب کشور پراکنش دارد. از نظر آرایه‌شناسی، اعضای این همتافت در چندین بخش و زیربخش به طور نامنظم طبقه‌بندی شده است. برای شناسایی و تعیین حدود همتافت موسیر و گونه‌های نزدیک آن، بررسی‌های تشریحی برگ روی ۱۲ گونه متعلق به چهار بخش تحت اسامی: *Procerallium*، *Megaloprason*، *Compactoprason* و *Pseudoprason* انجام شد. اهمیت آرایه‌شناسی ۲۳ صفت تشریحی با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS و NTSYS بررسی شد و گروه‌بندی گونه‌ها به روش تجزیه به مؤلفه‌های هماهنگ اصلی (PCA) صورت گرفت. نتایج حاصل نشان داد که اعضای اصلی همتافت موسیر براساس مؤثرترین صفات تشریحی برگ (شامل ضخامت پهنک، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسیر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی، تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلما، شکل سطح مقطع و حضور کرک)، می‌تواند به دو زیربخش *Elatae* (شامل *A. altissimum*، *A. stipitatum* و *A. orientoiranicum*) و *Costatae* (شامل *A. pseudohollandicum*، *A. remedium*، *A. bakhtiaricum*، *A. jesdianum*، *A. kazerouni*، *A. sarawschanicum* و *A. hooshidaryae*) در بخش *Procerallium* گروه‌بندی شوند. به علاوه، موقعیت سیستماتیکی *A. giganteum* و *A. grande* به عنوان گونه‌های نزدیک به همتافت موسیر به ترتیب در دو بخش *Compactoprason* و *Decipientia* تایید می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: آرایه‌شناسی، دسته‌های آوندی، جنس پیاز، متازایلما، کرک‌ها

Allium stipitatum complex in Iran: its taxonomic status based on leaf anatomical traits

Parvaneh Kazemi Lipaii: MSc Graduate, Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Mina Khorasani✉: Assistant Prof., Department of Biology Education, Farhangian University, P.O. Box 14665-889, Tehran, Iran (m.khorasani@cfu.ac.ir)

Mansour Afshar Mohammadian: Associate Prof., Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Allium subg. *Melanocrommyum*, as the second largest subgenus of *Allium* (Amaryllidaceae) encompasses several controversial systematic groups. Among the subgenus, *A. stipitatum* complex consists of plants with basal leaves, long scape, and pink to purple-violet flowers distributed mainly in western and northwestern parts of Iran. Taxonomically, the members of complex have been categorized into several sections and subsections irregularly. In order to determine and delimit the taxa of *A. stipitatum* complex and its close relatives, leaf anatomical studies were carried out in 12 species of *Allium*, representing its four recognized sections, *Procerallium*, *Compactoprason*, *Megaloprason*, and *Pseudoprason*. The taxonomic significance of 23 anatomical traits was investigated using SPSS and NTSYS software, and then species grouping was performed using Principal Component Analysis (PCA). The results revealed that, the main members of the *A. stipitatum* complex can be divided into two subsections viz. *Elatae* (including *A. altissimum*, *A. stipitatum*, and *A. orientoiranicum*), and *Costatae* (including *A. pseudohollandicum*, *A. remedium*, *A. bakhtiaricum*, *A. jesdianum*, *A. kazerouni*, *A. sarawschanicum*, and *A. hooshidaryae*) within sect. *Procerallium*, based on the most influential leaf traits (such as length of air channel, diameter of vascular bundles, diameter of laticifer, and its duct, number and of thickness palisade layers, number and diameter of largest metaxylem, shape of cross-section, and trichome presence). In addition, the systematic position of *A. giganteum* and *A. grande* are confirmed as closely related species to the studied complex, in the two distinct sections, *Compactoprason* and *Decipientia*, respectively.

Keywords: *Allium*, Amaryllidaceae, metaxylem, taxonomy, vascular bundles

جنس پیاز (*Allium* L.) از نرگسیان (Amaryllidaceae) با بیش از ۱۰۰۰ گونه جهان‌وطنی (Friesen et al. 2024, Jang et al. 2024) در ۱۵ زیرجنس و ۵۶ بخش، به عنوان بزرگ‌ترین جنس از گیاهان تک‌لپه محسوب می‌شود (Friesen et al. 2006). در حال حاضر، این جنس با بیش از ۱۲۰ گونه در هفت زیرجنس و ۳۰ بخش در نواحی مختلف کشور پراکنش دارد (Friesen et al. 2006, Memariani et al. 2012, Khajoei Nasab et al. 2022). براساس داده‌های ریخت‌شناسی و مولکولی، اعضای زیرجنس *A. subg. Melanocrommyum* (Webb & Berth.) Rouy با ۷۶ آرایه در ۱۰ بخش در ایران گزارش شد (Gurushidze et al. 2008, Fritsch & Abbasi 2013). تعدادی از این بخش‌ها به صورت هم‌تافت‌های گونه‌ای با روابط آرایه‌شناسی پیچیده شناخته می‌شوند (A. sect. *Decipientia* (Omelczuk) A. sect. *Compactoprason* R.M.Fritsch (al. 2018a, 2020) که می‌توان به بخش‌های مونوتیپ (A. sect. *Kaloprason* K.Koch و R.M.Fritsch و A. sect. *Procerallium* R.M.Fritsch) گونه (A. sect. *Acanthoprason* Wendelbo و A. sect. *Megaloprason* Wendelbo و A. sect. *Regeloprason* Wendelbo, *Pseudoprason* (Wendelbo) K.Perss. & Wendelbo و A. sect. *Melanocrommyum* Webb & Berthel (با ۱۸ گونه)، A. sect. *Asteroprason* R.M. Fritsch (با نه گونه) اشاره کرد (Fritsch & Abbasi 2013, Khorasani et al. 2018a).

اعضای هم‌تافت موسیر (*Allium stipitatum* Regel complex)، از نظر ریخت‌شناسی با پیازهای تونیک‌دار، برگ‌های قاعده‌ای پهن تا باریک، دمگل‌آذین طویل و گل‌های ستاره‌ای صورتی تا بنفش رنگ بسیار مشابه بوده و با نام‌های "موسیر" و "بن‌سرخ" در بخش‌های غربی کشور شناخته می‌شوند (Khorasani et al. 2018a, 2020). این هم‌تافت گونه‌ای دارای تاریخچه رده‌بندی پیچیده‌ای است. در مطالعات اولیه، اعضای آن در دو بخش *Megaloprason* (شامل *A. stipitatum* Regel, *A. altissimum* Regel, *A. hirtifolium* Boiss. & Buhse, *A. giganteum* Regel, *A. chelotum* Wendelbo و *A. sarawschanicum* Regel) جای داشتند (Wendelbo 1971). اما در بررسی بعدی (Boiss & Fritsch 1994)، در سه بخش *Megaloprason*, *Melanocrommyum* (با سه زیربخش *A. subsect. Megaloprason* R.M. Fritsch و *A. subsect. Elatae* R.M. Fritsch و *A. subsect. Costatae* R.M. Fritsch) و سایر مطالعات آرایه‌شناسی، با معرفی گونه‌های جدید و مترادف کردن برخی از آن‌ها، رده‌بندی‌های متنوعی از هم‌تافت موسیر آرایه کردند (Fritsch 1996, Mashayekhi et al. 2005, Fritsch & Abbasi 2008, Neshati et al. 2009, Fritsch 2012).

مطابق با نتایج رده‌بندی زیرجنس *Melanocrommyum* در ایران (Fritsch & Abbasi 2013, Anarjani et al. 2023)، اعضای اصلی هم‌تافت موسیر با حدود ۱۰ گونه در سه بخش (*Pseudoprason*, *Procerallium*, *Megaloprason*) و سه زیربخش (*Keratoprason*, *Costatae*, *Elatae*, R.M. Fritsch) به طور نامنظم قرار گرفتند، به طوری که برخی از گونه‌ها با قرابت دور (مانند *A. koelzii* و *A. hooshidaryae*) در یک بخش، برخی با رابطه نزدیک به اعضای هم‌تافت موسیر (مانند *A. sarawschanicum* و *A. hooshidaryae*) در بخش‌های مجزا گروه‌بندی شدند. همچنین، مرز برخی از گونه‌ها (مانند *A. bakhtiaricum*, *A. remediorum*, *A. orientoiranicum*) به طور دقیق مشخص نشده است. در جدیدترین مطالعات بیوسیستماتیکی روی هم‌تافت گونه‌ای *A. stipitatum*، تاحدودی ابهامات رده‌بندی‌های گذشته برطرف شده است، به طوری که تغییر در موقعیت سیستماتیکی *A. sarawschanicum*, *A. hooshidaryae* و *A. orientoiranicum* در بخش *Procerallium* پیشنهاد شد (Khorasani et al. 2018a, 2020).

مطالعات تشریحی متعدد روی اعضای *Allium* (Metcalfe 1963, Tanker & Kurucu 1981, Hosseinzadeh et al. 2009, Miryeganeh & Movafeghi 2009, Mashayekhi & Columbus 2014, Khorasani et al. 2018a) صفات تشخیصی مهمی را در شناسایی و تعیین حدود گونه‌ها در سطوح مختلف آرایه‌شناسی فراهم کرده است. برخی از این مطالعات تشریحی برگ عبارتند از: گروه‌بندی ۲۲ گونه از بخش *Allium* به دو زیربخش *Oenoprason* و *Scordoprason* براساس شکل سطح مقطع و تعداد دسته‌های آوندی (Gregory 1996). مطالعه تشریحی و فیلوژنی زیرجنس *Amerallium* با تاکید بر اهمیت آرایه‌شناسی صفات مربوط به پارانشیم نردبانی، دسته‌های آوندی و لاتیسفر (Mashayekhi & Columbus 2014) و همچنین، بررسی روابط بین گونه‌های *Allium* در ایران براساس آرایش دسته‌های آوندی، حضور رگبرگ میانی و کانال‌های هوا (Ghahremaninejad & Eskandari 2016). به علاوه، در جدیدترین مطالعات تشریحی دمگل‌آذین روی اعضای هم‌تافت *A. stipitatum* (Khorasani et al. 2018a) از صفات مربوط به قطر برش

عرضی، ضخامت لایه‌های پارانشیمی و اسکلرانشیمی و تعداد دسته‌های آوندی در بررسی روابط بین گونه‌ای و جدایی بخش‌ها و زیربخش‌ها استفاده شد.

با وجود مطالعات آرایه‌شناسی و مولکولی گذشته، مرز بین آرایه‌ها، زیربخش‌ها و بخش‌های همتافت گونه‌ای *A. stipitatum* به راحتی قابل تمایز نیست و شناسایی برخی از گونه‌های آن به طور دقیق مشخص نشده است. با توجه به اهمیت آرایه‌شناسی صفات تشریحی در جنس *Allium*، بررسی ویژگی‌های تشریحی می‌تواند، نقش مهمی در حل مشکلات روابط سیستماتیک گونه‌های همتافت موسیر داشته باشد. همچنین، با پراکنش انحصاری گونه‌های زیادی از همتافت موسیر در کشور، تاکنون مطالعه تشریحی برگ از نمونه‌های اصلی (مناطق تیپ) صورت نگرفته است. بنابراین، تحقیق حاضر با استفاده از صفات تشریحی برگ به منظور شناسایی بهتر و تعیین حدود روابط آرایه‌شناسی در اعضای همتافت موسیر با سه هدف زیر انجام شد: ۱- شرح کامل صفات تشریحی برگ در گونه‌های مورد مطالعه، ۲- تعیین اهمیت آرایه‌شناسی صفات تشریحی با استفاده از آنالیزهای آماری داده‌های کیفی و کمی و ۳- بررسی روابط سیستماتیک اعضای همتافت موسیر در سطوح مختلف (بین گونه‌ای، زیربخش و بخش) براساس مهم‌ترین صفات تشریحی برگ و مقایسه داده‌های حاصل با دیگر مطالعات گذشته روی اعضای هم‌تافت.

روش بررسی

به منظور انجام مطالعات تشریحی برگ در همتافت موسیر، ۲۳ جمعیت از ۱۲ گونه مربوط به چهار بخش (*Compactoprason*، *Pseudoprason*، *Megaloprason* و *Procerallium*) از زیستگاه‌های طبیعی و تعدادی نیز از هرباریوم‌های داخلی کشور شامل هرباریوم مرکزی دانشگاه گیلان (Central Herbarium of Guilan University, Faculty of Science; GUH)، هرباریوم پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد (Herbarium, Faculty of Science, Ferdowsi University, Mashhad; FUMH) و هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (Herbarium, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran; TARI) تهیه شدند. پس از بررسی و شناسایی نمونه‌ها براساس منابع معتبر (Wendelbo 1971, Fritsch 1996, Fritsch & Abtasi 2013)، از هر گونه، دو جمعیت مختلف انتخاب شد (به جز *A. koelzii* با یک جمعیت). مشخصات نمونه‌های مورد مطالعه در جدول ۱ ارائه شده است.

در بررسی‌های تشریحی، ۶۰ فرد از جمعیت‌های مختلف مربوط به ۱۱ گونه *Allium* (پنج فرد از هر گونه) انتخاب شدند. نمونه‌ها بلافاصله پس از جمع‌آوری، در محلول الکل/گلیسرول (۷۰٪) به مدت ۳۰-۴۰ روز تثبیت شدند. برش‌گیری عرضی با تکرارهای متعدد از قسمت‌های میانی برگ متعلق به هر فرد (پنج تکرار)، به روش دستی با استفاده از تیز تیغی انجام شد. جهت آماده‌سازی بافت‌ها برای رنگ‌آمیزی مضاعف، شستشوی برش‌ها به دفعات متعدد با آب مقطر، آب ژاول (۱۰٪) و اسید استیک (۱۰٪) صورت گرفت. سپس، بافت‌ها با استفاده از رنگ‌های آبی متیل (برای بافت‌های اسکلرانشیمی و چوبی) و قرمز کنگو (برای بافت‌های اپیدرم و کوتیکول، پارانشیم و آبکش) رنگ‌آمیزی و به وسیله چسب کانادابالزام روی لام‌های میکروسکوپی تثبیت شدند (Khorasani et al. 2018a). در پایان، تصاویر تشریحی توسط میکروسکوپ نوری (مدل Nikon-E1000) و با دوربین دیجیتال Canon در بزرگ‌نمایی‌های مختلف تهیه شدند. برای شناسایی دقیق ساختارهای تشریحی و انتخاب مهم‌ترین صفات کیفی و کمی، معتبرترین منابع موجود (Metcalf 1963, Tanker & Kurucu 1981, Miceli et al. 1984, Gregory 1996, Uysal 1999, Evert 2006, Özdemir et al. 2008, Yousaf et al. 2008, Hosseinzadeh et al. 2009, Miryeganeh & Movafeghi 2009, Özdemir & Altan 2011, Draghia et al. 2013, Mashayekhi & Columbus 2014, Khorasani et al. 2018a) مورد بررسی قرار گرفتند.

برای بررسی آماری صفات تشریحی برگ، ۱۱ صفت کیفی به صورت دو یا چندحالتی کدگذاری (۰، ۱ و ۲) و ۱۳ صفت کمی با استفاده از نرم‌افزار Eimage اندازه‌گیری شدند (جدول‌های ۲ و ۳). ابتدا سطح معنی‌داری تمامی صفات کیفی به روش آماری Kruskal-Wallis و صفات کمی به روش ANOVA با استفاده از نرم‌افزار SPSS (نسخه ۱۶،۰) بررسی شد. سپس، ماتریس خام داده‌های استاندارد شده با استفاده از نرم‌افزار NTSYS-pc (نسخه ۲،۰) تهیه شد. براساس ماتریس‌های داده‌های استاندارد و ماتریس فاصله، نمودار خوشه‌ای گونه‌ها (Dendrogram) به وسیله ضریب کوفنتیک (Cophenetic)/فاصله اقلیدسی (Euclidian) و به روش آنالیز خوشه‌ای UPGMA (Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean) ترسیم شد. همچنین، نمودار رسته‌بندی گونه‌ها (Ordination Plot) براساس ماتریس شباهت داده‌های استاندارد به وسیله ضریب کوفنتیک (Cophenetic)/فاصله کور (CORR) با روش تحلیل مؤلفه‌های

اصلی (PCA) (Principal Components Analysis) نشان داده شد. علاوه بر تفکیک گونه‌ها، نمودار رسته‌بندی صفات برای تعیین مؤثرترین صفات تشریحی با درصد قابل توجهی از واریانس‌ها (بیش از ۵۰٪) به روش تحلیل PCA و با استفاده از نرم‌افزارهای NTSYS-pc و SPSS (از طریق آنالیز فاکتور) انجام شد.

تعدادی از صفات بی‌تأثیر نظیر نوع روزنه زیروفیتی و دسته‌های آوندی کلاترال، حضور پروتوزایلم حلقوی، نبود کریستال، موقعیت زیراپیدرمی پارانشیم نردبانی و درون پارانشیمی لاتیسيفر به دلیل ثابت بودن در همه نمونه‌ها، در آنالیزهای آماری استفاده نشد.

جدول ۱- مشخصات هرباریومی گونه‌های *Allium* در مطالعه تشریح برگ در ایران

آرایه	مشخصات محل جمع‌آوری و شماره هرباریومی
<i>A. stipitatum</i> Regel	استان کردستان: دهگلان، روستای گزگزاره، ۱۷۹۰ متر، 35°11' N, 47°10' E، خراسانی، GUH، ۶۰۰۲؛ استان زنجان: جنوب زنجان به بیجار، روستای قلی‌کندی، ۲۲۳۸ متر، 36°46' N, 48°14' E، محمودی، GUH، ۶۰۰۳
<i>A. altissimum</i> Regel	استان خراسان: دهگلان، شیروان به اسفراین، ۲۳ کیلومتری بعد از شیروان، روستای گلیان، ۱۰۰۰ متر، 37°12' N, 57°32' E، خراسانی، GUH، ۶۰۱۵؛ کوه‌های بینالود، روستای کنگ، ۱۸۰۰ متر، 36°19' N, 59°13' E، زنگویی و نشاطی، FUMH، ۱۸۶۳۹
<i>A. orientoiranicum</i> Neshati, Zarre & R.M.Fritsch	استان خراسان: جنوب غربی تربت جام، کوه‌های بزد، ۱۵۰۰ متر، 35°11' N, 60°22' E، فقیه‌نیا و زنگویی، FUMH، ۳۸۷۵۸؛ ۵۰ کیلومتری شمال شرقی کاشمر، کوه‌های بزغ، ۱۹۰۰-۲۵۰۰ متر، 35°37' N 58°35' E، اسدی و صفحیان، TARI، ۳۵۷۳۳
<i>A. pseudohollandicum</i> R.M. Fritsch	استان آذربایجان غربی: دره قاسملو، روستای سنان، ۴۰ کیلومتری به اشنویه، ۱۵۲۹ متر، 37°18' N, 45°06' E، خراسانی، GUH، ۶۰۰۴؛ استان زنجان: زنجان به کردستان، ۲۵ کیلومتری بعد از زنجان، روستای قلی‌کندی، ۲۲۳۸ متر، 36°46' N, 48°14' E، محمودی، GUH، ۶۰۱۶
<i>A. remediorum</i> R.M. Fritsch	استان کردستان: دهگلان، روستای گزگزاره، ۲۲۲۴ متر، 35°11' N, 47°11' E، خراسانی، GUH، ۶۰۰۶؛ دیوان دره به سنندج، جاده کوله به دوزخ دره، روستای کپک، ۲۱۳۲ متر، 35°43' N, 47°55' E، خراسانی، GUH، ۶۰۰۷
<i>A. kazerouni</i> Parsa	استان فارس: مرودشت، کامفیروز، تنگه بستانک، ۲۰۰۰ متر، 30°19' N, 52°11' E، زارع، GUH، ۶۰۱۲۶؛ استهبان، ۲۰۰۰ متر، قلی‌زاده، GUH، ۶۰۰۸
<i>A. jesdianum</i> Boiss. & Buhse	استان یزد: ده بالا، شیرکوه، ۳۲۰۰ متر، 31°32' N, 54°13' E، زارع، GUH، ۶۰۰۹؛ استان چهارمحال و بختیاری: سبزکوه، چهارطاق، خراسانی و باقری، ۲۵۹۷ متر، 31°45' N, 51°53' E، GUH، ۶۰۱۷
<i>A. bakhtiaricum</i> Regel	استان آذربایجان غربی: دشت بیل، روستای لرکان، ۱۷۴۹ متر، ؟، خراسانی و عبدوه، GUH، ۶۰۱۱؛ استان چهارمحال و بختیاری: ده چشمه، بالای صخره‌های پیرغار، خراسانی و باقری، ۲۰۰۰ متر، 32°13' N, 50°33' E، GUH، ۶۰۱۰
<i>A. sarawschanicum</i> Regel	استان گلستان: گردنه خوش‌یلاق، ۶۰ کیلومتری جنوب شرقی آزادشهر، ۱۷۰۰ متر، 36°51' N, 55°21' E، فقیه‌نیا، رفیعی و زنگویی، FUMH، ۲۵۴۵۳؛ استان خراسان: درگز، پارک ملی تندوره، ۲ کیلومتری تیوان، ۲۲۸۰ متر، 37°28' N, 58°34' E، معماریان و زنگویی، FUMH، ۳۵۵۲۱

<i>A. hooshidaryae</i> Mashayekhi, Zarre & R.M.Fritsch	استان کردستان: دیوان دره به سنندج، جاده کوله به دوزخ دره، روستای کپک، ۲۱۸۲ متر، 35°44' N, 46°55' E, GUH, ۶۰۱۲؛ جاده کوله به دوزخ دره، روستای دوزخ دره، ۲۱۳۶ متر، 35°46' N, 46°53' E, GUH, ۶۰۱۳
<i>A. giganteum</i> Regel	استان خراسان: کپه داغ مرکزی، درگز-چهل میر، ۱۳۶۰ متر، 37°32' N, 58°37' E، سعیدی و همکاران، GUH, ۶۰۱۰؛ جنوب غربی درگز، آبشار زنگرانلو، ۲۳۵۰ متر، 37°10' N, 59°10' E، امیری، GUH, ۶۰۱۴
<i>A. koelzii</i> (Wendelbo) Perss. & Wendelbo	استان کردستان: روستای نران، ۳۸ کیلومتری جنوب شرقی سنندج، سنندج به کامیاران، ۲۲۰۰ متر، 35°02' N, 47°00' E، اسدی، TARI, ۶۰۴۰۸

نتیجه

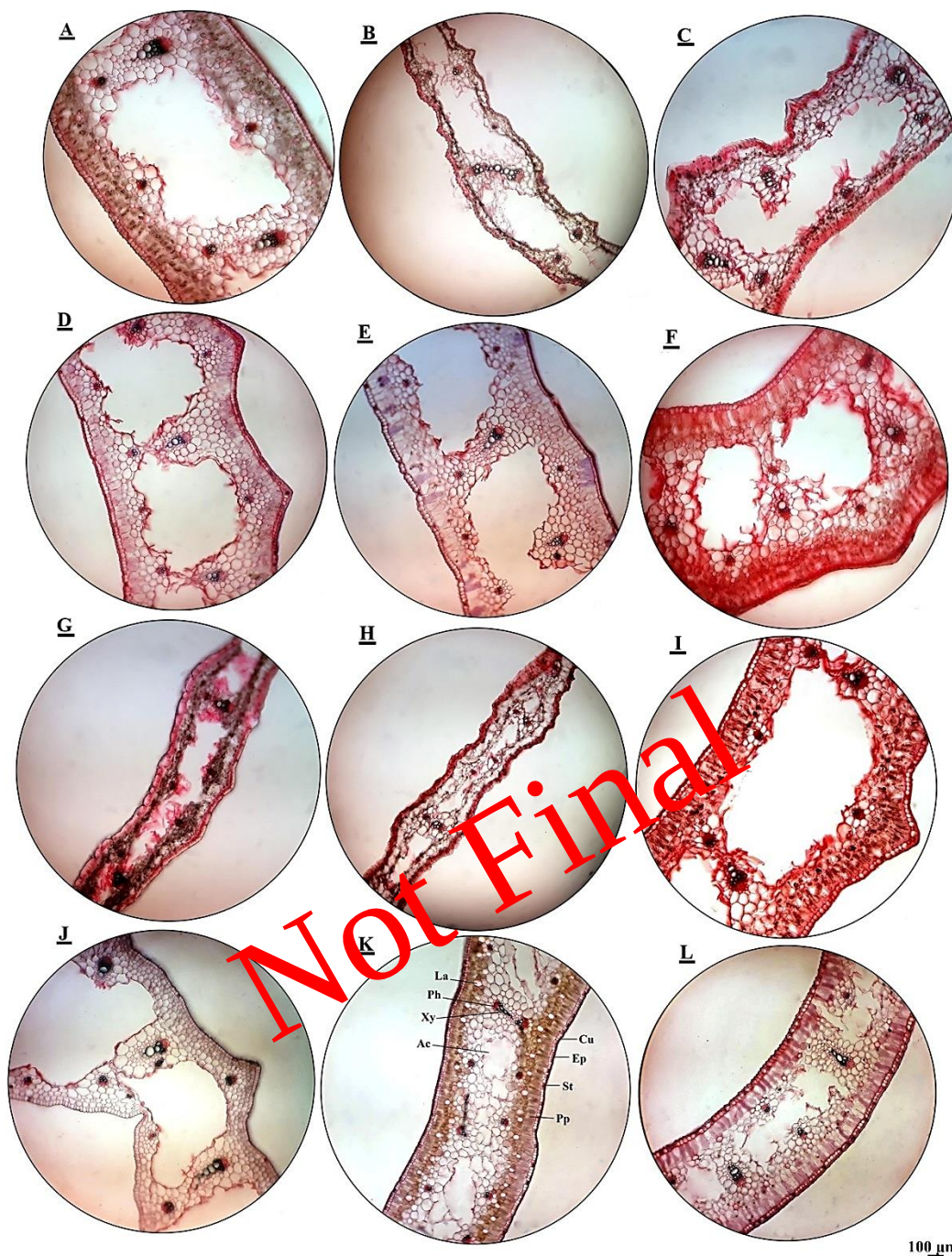
- ویژگی های تشریحی برگ

در مطالعه حاضر، ساختار و اجزای تشریحی برگ از ۱۲ گونه *Allium* مقایسه شد. تصاویر مربوط به برش های عرضی برگ برای هر گونه در بزرگنمایی های مختلف تهیه و قسمت های اصلی از اپیدرم تا دسته های آوندی مشخص گردید (شکل های ۱ و ۲). در مجموع، از ۲۴ صفت تشریحی برگ، ۱۱ صفت کیفی و ۱۳ صفت کمی در گونه های مورد مطالعه، بررسی شدند (جدول های ۲ و ۳).

سطح مقطع برش ها به صورت ۱-۳ شکل (سه وجهی) تا مستطیلی با ضخامت متنوع از ۰/۲ میکرومتر در *A. kazerouni* تا ۱/۸ میکرومتر در *A. stipitatum* مشاهده شد. در بیرونی ترین قسمت برش ها، لایه اپیدرمی با حاشیه صاف تا مژرس به وسیله لایه ضخیمی از کوتیکول در هر دو سطح فوقانی و تحتانی احاطه شده و بسته به نوع گونه دارای کرک های پوششی بود. بیشترین و کمترین ضخامت کوتیکول به ترتیب در گونه های *A. stipitatum* (۲۱/۷ میکرومتر) و *A. altissimum* (۴/۲ میکرومتر) اندازه گیری شد. همچنین، لایه اپیدرمی با سلول های مستطیلی شکل تا چندضلعی و روزنه های زیرین تشکیل شده که ضخامت آن از ۱۰/۳ میکرومتر در *A. remediorum* تا ۳۰/۶ میکرومتر در *A. jesdianum* متغیر بود.

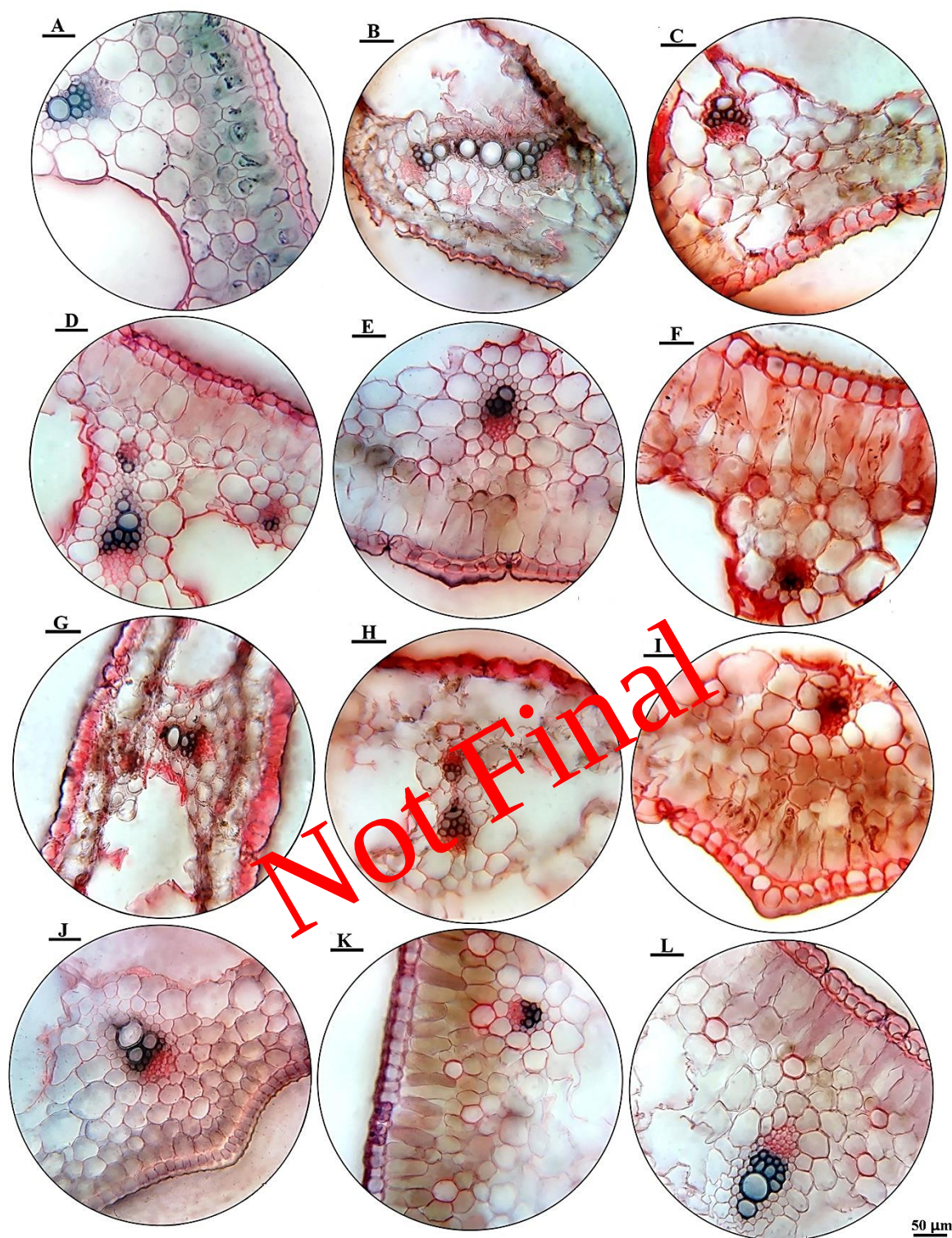
لایه های پارانشیم نردبانی با ضخامت و تعداد متنوع، بعد از اپیدرم فوقانی (به جز *A. pseudohollandicum*) مشاهده شدند. بیشترین تعداد لایه های پارانشیم نردبانی در گونه های *A. giganteum* (دو ردیف با ضخامت ۱۲۴/۶ میکرومتر) و *A. koelzii* (دو ردیف با ضخامت ۳۹/۲ میکرومتر) اندازه گیری شد. در قسمت تحتانی بافت مزوفیل نیز سلول های پارانشیم زمینه ای مشاهده شد که اختلاف قابل توجهی در گونه های مختلف نشان ندادند. به علاوه، سلول های لاتیسفر با موقعیت درون پارانشیمی، از نظر تراکم، اندازه و قطر مجرا در گونه های مختلف متغیر بودند. بزرگترین سلول های لاتیسفر در *A. stipitatum* (۳۵/۶ میکرومتر) و کوچکترین آن در *A. sarawshanicum* (۱۲/۹ میکرومتر) اندازه گیری شد.

در قسمت مرکزی برش های پهنک، کانال های هوا و دسته های آوندی کلاترال در تراکم و اندازه متنوع قرار دارند. طول کانال های هوا از ۱۱۸/۸ میکرومتر در *A. giganteum* تا ۱۱۵۳/۳ میکرومتر در *A. stipitatum* متغیر بود. بیشترین تعداد دسته های آوندی با کوچکترین قطر در *A. giganteum* (۲۲/۶ و ۵۴/۷ میکرومتر) و کمترین دسته های آوندی با بزرگترین قطر در *A. stipitatum* (۸۹/۵ و ۲۹۳/۲ میکرومتر) مشاهده شد. به علاوه، الگوی قرارگیری دسته های آوندی نیز متنوع بود، به طوری که دسته های آوندی به صورت متناوب تا متقابل و با پراکنش میانی منفرد مشاهده شدند (به جز گونه های *A. koelzii*، تنها با دسته های آوندی متناوب و *A. altissimum* با دسته های آوندی متصل).



شکل ۱- نمای کلی از برش‌های عرضی برگ در گونه‌های *Allium*: A. *A. stipitatum*, B. *A. altissimum*, C. *A. orientoiranicum*, D. *A. bakhtiaricum*, E. *A. remediorum*, F. *A. jesdianum*, G. *A. kazerouni*, H. *A. sarawschanicum*, I. *A. hooshidaryae*, J. *A. pseudohollandicum*, K. *A. giganteum*, L. *A. koelzii*. Cu: کوتیکول، Ep: اپیدرم، St: روزنه، Pp: پارانشیم نردبانی، La: لاتیسيفر، Ph: آبکش، Xy: چوب، Ac: کانال هوا (مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر، بزرگ‌نمایی = ۱۰۰×).

Fig. 1. General view of cross-sections of the leaf anatomy in *Allium* spp.: A. *A. stipitatum*, B. *A. altissimum*, C. *A. orientoiranicum*, D. *A. bakhtiaricum*, E. *A. remediorum*, F. *A. jesdianum*, G. *A. kazerouni*, H. *A. sarawschanicum*, I. *A. hooshidaryae*, J. *A. pseudohollandicum*, K. *A. giganteum*, L. *A. koelzii*. Cu: Cuticle, Ep: Epidermis, St: Stomata, Pp: Palisade parenchyma, La: Laticifer, Ph: Phloem, Xy: Xylem, Ac: Air Channel (Bar = 100 μ m, Magnification = 100 $\times$).



50 μ m

شکل ۲- برش‌های عرضی از بافت‌های اصلی برگ در گونه‌های *Allium*: A. *A. stipitatum*, B. *A. altissimum*, C. *A. orientoiranicum*, D. *A. bakhtiaricum*, E. *A. remediorum*, F. *A. jesdianum*, G. *A. kazerouni*, H. *A. sarawschanicum*, I. *A. hooshidaryae*, J. *A. pseudohollandicum*, K. *A. giganteum*, L. *A. koelzii*. (مقیاس = ۵۰ میکرومتر، بزرگ‌نمایی = ۴۰۰×).

Fig. 2. Cross-sections of the leaf fundamental tissues in *Allium* spp.: A. *A. stipitatum*, B. *A. altissimum*, C. *A. orientoiranicum*, D. *A. bakhtiaricum*, E. *A. remediorum*, F. *A. jesdianum*, G. *A. kazerouni*, H. *A. sarawschanicum*, I. *A. hooshidaryae*, J. *A. pseudohollandicum*, K. *A. giganteum*, L. *A. koelzii*. (Bar = 50 μ m, Magnification = 400 $\times$).

جدول ۲- صفات تشریحی کیفی برگ در گونه‌های مورد مطالعه *Allium*

آرایه	Sc	Ep	Tp	Se	Pp	Dl	Mp	Av	Cv	Dv	Da
صفت و حالت											
<i>Allium stipitatum</i>	مستطیلی (۱)	صاف (۰)	+	چندضلعی (۱)	+	کم (۰)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	کم (۰)، متوسط (۱)	کم (۰)
<i>A. altissimum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	کم (۰)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	+	کم (۰)	کم (۰)
<i>A. orientoiranicum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	کم (۰)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	کم (۰)
<i>A. bakhtiaricum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متقابل (۰)، متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. remediorum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. jesdianum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	مستطیلی (۰)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. kazerouni</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. sarawschanicum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۰)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. hooshidaryae</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. pseudohollandicum</i>	V-شکل (۰)	مضرس (۱)	- (۰)	مستطیلی (۰)	- (۰)	متوسط (۱)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	متوسط (۱)	متوسط (۱)
<i>A. giganteum</i>	مستطیلی (۱)	صاف (۰)	- (۰)	مستطیلی (۰)	+	زیاد (۲)	- (۰)	متناوب- متقابل (۲)	- (۰)	زیاد (۲)	زیاد (۲)
<i>A. koelzii</i>	مستطیلی (۱)	صاف (۰)	- (۰)	چندضلعی (۱)	+	زیاد (۲)	+	متناوب (۱)	- (۰)	متوسط (۱)	زیاد (۲)

Sc: شکل مقطع برگ، Ep: وضعیت اپیدرم، Tp: حضور کرک، Se: شکل سلول‌های اپیدرمی، Pp: حضور پارانشیم نردبانی، Dl: تراکم لاتیسفر، Md: وجود رگبرگ میانی منفرد، Av: آرایش دسته‌های آوندی، Cv: اتصال دسته‌های آوندی، Dv: تراکم دسته‌های آوندی، Da: تراکم کانال‌های هوا.

Sc: Shape of cross-section, Ep: Epidermis status, Tp: Trichome presence, Se: Shape of epidermis cells, Pp: Presence of palisade parenchyma, Dl: Density of laticifer, Mp: Presence of single middle midrib, Av: Arrangement of vascular bundles, Cv: Connection of vascular bundles, Dv: Density of vascular bundles, Da: Density of air channel.

جدول ۳- صفات تشریحی کمی برگ در گونه‌های مورد مطالعه *Allium*

آرایه	Tbd (mm) Min (M±SD) Max	Tcu (μm) Min (M±SD) Max	Tep (μm) Min (M±SD) Max	Tpp (μm) Min (M±SD) Max
<i>Allium stipitatum</i>	۱/۵ (۱/۶±۰/۱) ۱/۸	۱۰/۹ (۱۵/۷±۴/۳) ۲۱/۷	۱۲/۴ (۱۳/۷±۱/۴) ۱۵/۹	۷۰/۱ (۹۱/۸±۲۰/۴) ۱۱۸/۹
<i>A. altissimum</i>	۱/۱ (۱/۳±۰/۱) ۱/۵	۴/۲ (۷/۶±۲/۵) ۱۰/۷	۱۲/۴ (۱۵/۲±۱/۸) ۱۷/۱	۶۷/۳ (۸۲/۰±۱۳/۴) ۹۶/۱
<i>A. orientoiranicum</i>	۱/۱ (۱/۲±۰/۱) ۱/۴	۷/۶ (۹/۵±۱/۹) ۱۲/۴	۱۵/۹ (۱۸/۶±۲/۱) ۲۱/۳	۷۲/۵ (۸۹/۷±۱۰/۷) ۹۸/۴
<i>A. bakhtiaricum</i>	۱/۱ (۱/۱±۰/۰۵) ۱/۲	۱۲/۲ (۱۳/۹±۱/۶) ۱۶/۵	۱۷/۸ (۱۹/۳±۱/۱) ۲۰/۴	۶۶/۳ (۷۶/۴±۶/۰) ۸۱/۶
<i>A. remediorum</i>	۱/۱ (۱/۱±۰/۰۸) ۱/۳	۱۱/۹ (۱۲/۹±۰/۹) ۱۴/۳	۱۰/۳ (۱۱/۷±۱/۳) ۱۳/۹	۶۹/۸ (۸۸/۹±۱۱/۶) ۹۹/۷
<i>A. jesdianum</i>	۱/۱ (۱/۲±۰/۰۸) ۱/۳	۸/۶ (۱۰/۵±۱/۳) ۱۲/۱	۲۴/۱ (۲۷/۷±۲/۵) ۳۰/۶	۷۸/۴ (۱۰۰/۰±۱۵/۵) ۱۱۶/۴

جدول ۳ (ادامه)

<i>A. kazerouni</i>	۰/۲ (۰/۳±۰/۱) ۰/۵	۱۰/۱ (۱۱/۴±۰/۹) ۱۲/۶	۱۰/۹ (۱۲/۰±۱/۰) ۱۳/۴	۳۹/۲ (۴۷/۴±۷/۴) ۵۷/۶
<i>A. sarawschanicum</i>	۰/۳ (۰/۴±۰/۱) ۰/۵	۱۰/۶ (۱۱/۳±۰/۶) ۱۲/۳	۱۰/۹ (۱۱/۶±۰/۶) ۱۲/۵	۴۷/۳ (۵۶/۰±۶/۵) ۶۳/۷
<i>A. hooshidaryae</i>	۱/۲ (۱/۲±۰/۰۵) ۱/۳	۱۳/۹ (۱۴/۹±۰/۸) ۱۶/۲	۱۳/۵ (۱۶/۹±۲/۵) ۲۰/۴	۸۰/۷ (۹۸/۲±۱۴/۸) ۱۱۴/۶
<i>A. pseudohollandicum</i>	۱/۲ (۱/۲±۰/۰۴) ۱/۳	۴/۸ (۶/۲±۱/۷) ۹/۳	۱۲/۵ (۱۴/۸±۱/۶) ۱۶/۷	–
<i>A. giganteum</i>	۰/۶ (۰/۷±۰/۱) ۰/۸	۶/۴ (۷/۹±۱/۲) ۹/۵	۱۵/۳ (۱۷/۷±۱/۴) ۱۹/۲	۹۵/۳ (۱۰۸/۶±۱۳/۴) ۱۲۴/۶
<i>A. koelzii</i>	۰/۷ (۰/۷±۰/۰۴) ۰/۸	۸/۴ (۱۰/۲±۱/۳) ۱۱/۹	۱۵/۳ (۱۶/۱±۱/۰) ۱۷/۹	۸۰/۴ (۱۰۵/۸±۱۷/۰) ۱۲۳/۶

Tbd: ضخامت پهنک، Tcu: ضخامت کوتیکول، Tep: ضخامت اپیدرم، Tpp: ضخامت پارانشیم نردبانی، Npp: تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی، Dla: قطر لاتیسفر، Dld: قطر مجرای لاتیسفر، Lac: طول کانال‌های هوا، Nvr: تعداد ردیف‌های آوندی، Div: قطر بزرگ‌ترین دسته‌های آوندی، Dsv: قطر کوچک‌ترین دسته‌های آوندی، Nlm: تعداد بزرگ‌ترین متازایلیم، Dlm: قطر بزرگ‌ترین متازایلیم، M: میانگین، SD: انحراف معیار.

Tbd: thickness of the cross-section, Tcu: thickness of cuticle, Tep: thickness of epidermal layer, Tpp: thickness of palisade parenchyma, Npp: number of palisade layers, Dla: diameter of laticifer, Dld: diameter of laticifer duct, Lac: length of air channel, Nvr: number of vascular rows, Div: diameter of largest vascular bundles, Dsv: diameter of smallest vascular bundles, Nlm: number of largest metaxylem, Dlm: diameter of largest metaxylem, M: mean value, SD: standard deviation.

ادامه جدول ۳

آرایه	Npp (μm) Min (M±SD) Max	Dla (μm) Min (M±SD) Max	Dld (μm) Min (M±SD) Max	Lac (μm) Min (M±SD) Max
<i>Allium stipitatum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۸۹/۴ (۱۰۹/۲±۲۰/۴) ۱۳۹/۸	۲۴/۸ (۳۰/۶±۳/۹) ۳۵/۶	۸۸۳/۵ (۹۸۸/۴±۱۱۰/۲) ۱۱۵۳/۳
<i>A. altissimum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۷۰/۴ (۸۰/۶±۱۰/۲) ۹۶/۸	۱۲/۴ (۱۴/۱±۴/۹) ۳۰/۴	۷۲۳/۳ (۹۱۰/۰±۱۳۶/۷) ۱۱۰۴/۷
<i>A. orientoiranicum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۸۷/۵ (۹۴/۸±۶/۶) ۱۰۰/۱	۲۱/۶ (۲۷/۲±۴/۴) ۳۲/۵	۸۶۰/۴ (۹۵۱/۹±۷۸/۳) ۱۰۶۶/۳
<i>A. bakhtiarcum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۷۱/۰ (۸۴/۰±۱۰/۲) ۹۶/۸	۱۷/۹ (۱۹/۸±۱/۴) ۲۱/۴	۵۶۷/۴ (۶۶۶/۵±۶۳/۰) ۷۴۰/۲
<i>A. remediorum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۷۴/۰ (۸۳/۲±۷/۷) ۹۱/۴	۱۷/۴ (۱۸/۷±۱/۰) ۲۰/۱	۶۵۴/۱ (۷۸۷/۱±۹۶/۹) ۸۸۱/۷
<i>A. jesdianum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۷۴/۰ (۸۴/۶±۶/۷) ۹۰/۹	۱۵/۳ (۱۸/۹±۲/۲) ۲۱/۴	۴۳۰/۱ (۵۵۸/۷±۷۴/۸) ۶۲۶/۶
<i>A. kazerouni</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۵۶/۸ (۶۳/۴±۵/۶) ۶۹/۸	۱۵/۴ (۱۶/۹±۱/۲) ۱۸/۷	۴۰۶/۴ (۵۸۰/۲±۱۲۷/۴) ۷۵۲/۸
<i>A. sarawschanicum</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۴۸/۸ (۵۴/۰±۵/۳) ۶۰/۴	۱۲/۹ (۱۵/۳±۲/۵) ۱۸/۵	۳۴۱/۵ (۵۱۱/۴±۱۲۷/۷) ۶۷۹/۷
<i>A. hooshidaryae</i>	۱/۰ (۱/۰±۰/۰) ۱/۰	۷۹/۴ (۸۴/۴±۴/۱) ۹۰/۵	۱۷/۶ (۱۹/۴±۱/۷) ۲۱/۷	۷۶۳/۲ (۸۸۲/۰±۸۱/۵) ۹۷۲/۵
<i>A. pseudohollandicum</i>	۰/۰ (۰/۰±۰/۰) ۰/۰	۷۵/۱ (۸۶/۶±۱۰/۴) ۹۷/۴	۱۷/۶ (۲۱/۸±۲/۹) ۲۵/۶	۶۰۲/۵ (۷۴۲/۴±۱۳۵/۵) ۹۰۰/۵
<i>A. giganteum</i>	۲/۰ (۲/۰±۰/۰) ۲/۰	۶۰/۹ (۷۳/۸±۸/۲) ۸۲/۱	۲۵/۳ (۳۵/۶±۷/۴) ۴۱/۶	۱۱۸/۸ (۱۵۵/۰±۴۴/۴) ۲۲۹/۴
<i>A. koelzii</i>	۲/۰ (۲/۰±۰/۰) ۲/۰	۶۶/۷ (۷۸/۱±۸/۳) ۸۸/۱	۲۲/۶ (۲۶/۱±۲/۹) ۲۹/۲	۱۹۰/۲ (۳۵۱/۴±۱۳۸/۶) ۵۵۱/۹

ادامه جدول ۳

آرایه	Nvr (μm) Min (M $\pm$ SD) Max	Dlv (μm) Min (M $\pm$ SD) Max	Dsv (μm) Min (M $\pm$ SD) Max	Nlm Min (M $\pm$ SD) Max	Dlm Min (M $\pm$ SD) Max
<i>Allium stipitatum</i>	۴/۰ (۴/۰ $\pm$ ۰/۰) ۴/۰	۲۲۸/۷ (۲۶۳/۶ $\pm$ ۲۶/۶) ۲۹۳/۲	۵۰/۸ (۷۴/۴ $\pm$ ۱۵/۷) ۸۹/۵	۳/۰ (۳/۶ $\pm$ ۰/۵) ۴/۰	۳۴/۸ (۳۹/۸ $\pm$ ۴/۳) ۴۵/۱
<i>A. altissimum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۴۸/۶ (۱۸۳/۰ $\pm$ ۲۴/۴) ۲۰۷/۴	۴۱/۹ (۵۶/۰ $\pm$ ۹/۲) ۶۴/۲	۳/۰ (۳/۶ $\pm$ ۰/۵) ۴/۰	۲۸/۲ (۳۶/۳ $\pm$ ۵/۶) ۴۳/۷
<i>A. orientoiranicum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۶۸/۴ (۱۸۳/۵ $\pm$ ۱۵/۷) ۲۰۷/۷	۴۷/۶ (۶۳/۴ $\pm$ ۱۱/۶) ۷۶/۱	۳/۰ (۳/۶ $\pm$ ۰/۵) ۴/۰	۲۹/۹ (۳۷/۷ $\pm$ ۸/۱) ۴۷/۸
<i>A. bakhtiaricum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۱۲/۲ (۱۳۸/۹ $\pm$ ۱۸/۰) ۱۵۴/۸	۳۹/۱ (۴۵/۷ $\pm$ ۵/۳) ۵۱/۴	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۲۳/۷ (۲۷/۸ $\pm$ ۳/۸) ۳۲/۷
<i>A. remediorum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۲۱/۹ (۱۴۲/۶ $\pm$ ۱۴/۹) ۱۵۶/۸	۳۲/۷ (۴۵/۶ $\pm$ ۹/۸) ۵۶/۲	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۲۵/۵ (۲۹/۶ $\pm$ ۲/۹) ۳۲/۹
<i>A. jesdianum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۱۸/۹ (۱۲۹/۹ $\pm$ ۱۱/۴) ۱۴۴/۴	۳۰/۴ (۴۱/۹ $\pm$ ۷/۴) ۵۰/۱	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۱۹/۲ (۲۹/۱ $\pm$ ۶/۹) ۳۷/۳
<i>A. kazerouni</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۸۳/۴ (۹۶/۸ $\pm$ ۱۰/۰) ۱۱۸/۴	۳۰/۴ (۳۸/۲ $\pm$ ۷/۳) ۴۸/۹	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۱۳/۱ (۱۹/۱ $\pm$ ۴/۰) ۲۳/۹
<i>A. sarawschanicum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۵۶/۶ (۶۹/۰ $\pm$ ۲۲/۷) ۱۰۹/۴	۳۱/۸ (۳۷/۴ $\pm$ ۶/۲) ۴۷/۴	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۱۰/۲ (۱۴/۷ $\pm$ ۴/۰) ۱۹/۵
<i>A. hooshidaryae</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۳۹/۴ (۱۵۹/۲ $\pm$ ۱۴/۵) ۱۷۷/۵	۳۸/۶ (۵۵/۳ $\pm$ ۱۲/۶) ۶۹/۲	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۲۴/۵ (۲۸/۸ $\pm$ ۳/۰) ۳۳/۱
<i>A. pseudohollandicum</i>	۳/۰ (۳/۰ $\pm$ ۰/۰) ۳/۰	۱۳۰/۱ (۱۵۲/۴ $\pm$ ۱۷/۹) ۱۷۲/۹	۳۷/۴ (۴۹/۸ $\pm$ ۱۲/۸) ۶۹/۱	۱/۰ (۲/۲ $\pm$ ۱/۰) ۳/۰	۲۶/۸ (۳۴/۱ $\pm$ ۴/۷) ۳۹/۳
<i>A. giganteum</i>	۲/۰ (۴/۰ $\pm$ ۱/۲) ۵/۰	۵۴/۷ (۷۱/۶ $\pm$ ۱۹/۱) ۱۰۴/۶	۲۲/۶ (۳۱/۵ $\pm$ ۶/۷) ۴۰/۳	۳/۰ (۴/۲ $\pm$ ۱/۰) ۵/۰	۹/۵ (۱۱/۶ $\pm$ ۲/۶) ۱۶/۰
<i>A. koelzii</i>	۲/۰ (۲/۰ $\pm$ ۰/۰) ۲/۰	۱۳۱/۸ (۱۴۶/۱ $\pm$ ۱۱/۲) ۱۶۱/۴	۳۰/۴ (۴۶/۵ $\pm$ ۱۱/۸) ۵۸/۲	۱/۰ (۲/۸ $\pm$ ۱/۶) ۴/۰	۲۴/۶ (۳۳/۲ $\pm$ ۶/۰) ۴۰/۶

- تجزیه و تحلیل آماری صفات تشریحی

نتایج آنالیزهای آماری Kruskal-Wallis و آنالیز واریانس ANOVA به ترتیب اختلاف معنی‌داری تمامی صفات کیفی و کمی را در سطح احتمال ۱٪ نشان دادند (جدول‌های ۴ و ۵). جهت تعیین حدود گونه‌های مورد مطالعه، آنالیز خوشه‌ای براساس ۶۰ فرد متعلق به جمعیت‌های مختلف از ۱۲ گونه *Allium* به روش Euclidian/UPGMA صورت گرفت (شکل ۳). براساس درخت خوشه‌ای (دندروگرام) حاصل، پایین‌ترین شاخه شامل گونه‌های *A. giganteum* (از بخش *Compactoprason*) و *A. koelzii* (از بخش *Pseudoprason*) بود که

در فاصله دورتر از سایر اعضای همتافت موسیر (از بخش *Procerallium*) قرار می‌گیرند. این فاصله نشان‌دهنده اختلاف تشریحی و رابطه دورتر این گونه‌ها با دیگر اعضای همتافت است. اگرچه این خوشه‌بندی، تفکیک اعضای همتافت را به دو زیربخش *Elatae* و *Costatae* به خوبی نشان نمی‌دهد، ولی گونه‌های *A. hooshidaryae* و *A. sarawschanicum* در میان اعضای زیربخش *Costatae* و گونه *A. orientoiranicum* در نزدیکی با اعضای زیربخش *Elatae* و *Costatae* گروه‌بندی شدند که نشان‌دهنده ارتباط نزدیک این گونه‌ها با زیربخش‌های مورد نظر است. گونه *A. bakhtiaricum* در موقعیت نزدیک به گونه *A. remediorum* و همچنین به صورت پراکنده در موقعیت‌های مختلفی روی درخت مشاهده می‌شود.

جدول ۴- نتایج آنالیز Kruskal-Wallis روی ۱۱ صفت کیفی در گونه‌های *Allium*

تعداد	صفات کیفی	آزمون مربع کای	درجه آزادی	معنی‌داری
۱	شکل مقطع برگ	۱۵/۰۰۰	۱	۰/۰۰
۲	وضیعت اپیدرم	۱۵/۰۰۰	۱	۰/۰۰
۳	حضور کرک	۴۱/۶۶۷	۱	۰/۰۰
۴	شکل سلول‌های اپیدرمی	۱۵/۰۰۰	۱	۰/۰۰
۵	حضور پارانشیم نردبانی	۴۱/۶۶۷	۱	۰/۰۰
۶	تراکم لاتیسفر	۱۷/۵۰۰	۲	۰/۰۰
۷	وجود رگبرگ میانی منفرد	۴۱/۶۶۷	۱	۰/۰۰
۸	آرایش دسته‌های آوندی	۸۱/۹۰۰	۲	۰/۰۰
۹	اتصال دسته‌های آوندی	۴۱/۶۶۷	۱	۰/۰۰
۱۰	تراکم دسته‌های آوندی	۵۴/۹۰۰	۲	۰/۰۰
۱۱	تراکم کانال‌های هوا	۱۷/۵۰۰	۲	۰/۰۰

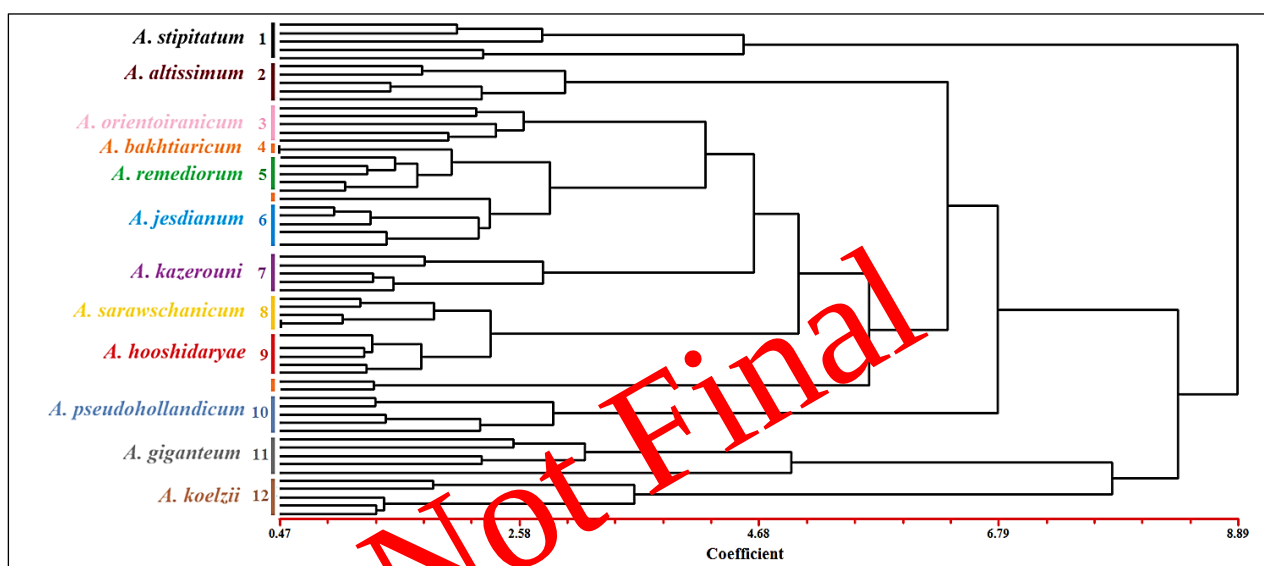
جدول ۵- نتایج آنالیز ANOVA روی ۱۳ صفت تشریحی کمی در گونه‌های *Allium*

تعداد	صفات	گروه	مجموع مربعات	درجه آزادی	واریانس	آزمون فیشر	معنی‌داری
۱	ضخامت پهنک	بین گروه	۸/۶۱۴	۱۱	۰/۷۸۳	۸۷/۰۱۰	۰/۰۰۰
		درون گروه	۰/۴۳۲	۴۸	۰/۰۰۹		
۲	ضخامت کوتیکول	بین گروه	۴۸۳/۵۴۷	۱۱	۴۳/۹۵۹	۱۲/۱۱۰	۰/۰۰۰
		درون گروه	۱۷۴/۲۴۰	۴۸	۳/۶۳۰		
۳	ضخامت اپیدرم	بین گروه	۱۰۸۸/۵۶۳	۱۱	۹۸/۹۶۰	۳۴/۷۸۹	۰/۰۰۰
		درون گروه	۱۳۶/۵۴۰	۴۸	۲/۸۴۵		
۴	ضخامت پارانشیم نردبانی	بین گروه	۵۲۸۳۲/۴۷۰	۱۱	۴۸۰۲/۹۵۲	۳۰/۰۴۴	۰/۰۰۰
		درون گروه	۷۶۷۳/۵۳۶	۴۸	۱۵۹/۸۶۵		
۵	تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی	بین گروه	۱۴/۵۸۳	۱۱	۱/۳۲۶		۰/۰۰۰
		درون گروه	۰/۰۰۰	۴۸	۰/۰۰۰		
۶	قطر لاتیسفر	بین گروه	۱۰۷۶۴/۸۳۷	۱۱	۹۷۸/۶۲۲	۱۰/۶۳۹	۰/۰۰۰
		درون گروه	۴۴۱۵/۳۲۰	۴۸	۹۱/۹۸۶		
۷	قطر مجرای لاتیسفر	بین گروه	۲۰۰۹/۲۶۲	۱۱	۱۸۲/۶۶۰	۱۴/۴۶۹	۰/۰۰۰
		درون گروه	۶۰۵/۹۴۸	۴۸	۱۲/۶۲۴		
۸	طول کانال‌های هوا	بین گروه	۳۵۴۶۵۳۴/۴۱۷	۱۱	۳۲۲۴۱۲/۲۲۰	۲۷/۳۸۴	۰/۰۰۰
		درون گروه	۵۶۵۱۴۱/۲۷۲	۴۸	۱۱۷۷۳/۷۷۶		
۹		بین گروه	۱۴/۵۸۳	۱۱	۱/۳۲۶	۱۰/۶۰۶	۰/۰۰۰

تعداد ردیف‌های آوندی	درون گروه	۶/۰۰۰	۴۸	۰/۱۲۵	۱۳۳۹۸/۴۲۷	۴۱/۴۷۸	۰/۰۰۰
۱۰	قطر بزرگ‌ترین	۱۴۷۳۸۲/۶۹۴	۱۱				
	دسته‌های آوندی	۱۵۵۰۵/۳۵۶	۴۸		۳۲۳/۰۲۸		

جدول ۵ (ادامه)

۱۱	قطر کوچک‌ترین	۷۸۹۰/۰۸۷	۱۱	۷۱۷/۲۸۱	۶/۸۵۷	۰/۰۰۰
	دسته‌های آوندی	۵۰۲۱/۳۲۰	۴۸	۱۰۴/۶۱۱		
۱۲	تعداد بزرگ‌ترین	۳۱/۹۳۳	۱۱	۲/۹۰۳	۲/۶۳۹	۰/۰۱۰
	متازایلم	۵۲/۸۰۰	۴۸	۱/۱۰۰		
۱۳	قطر بزرگ‌ترین	۴۴۸۸/۵۳۳	۱۱	۴۰۸/۰۴۸	۱۶/۴۷۲	۰/۰۰۰
	متازایلم	۱۱۸۹/۱۰۰	۴۸	۲۴/۷۷۳		



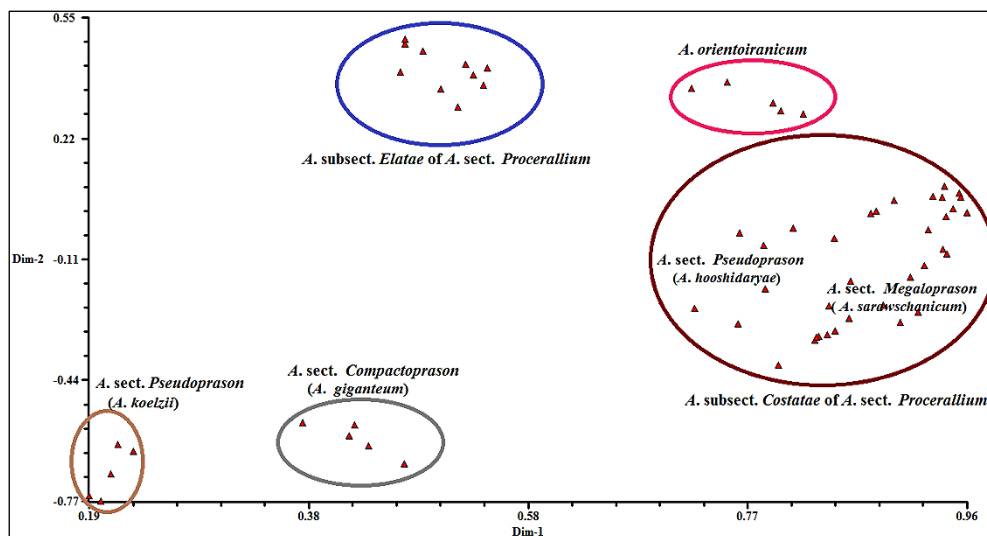
شکل ۳- درخت خوشه‌ای گونه‌های مورد مطالعه *Allium* به روش Euclidian/UPGMA براساس صفات تشریحی برگ.

Fig. 3. The dendrogram of the studied *Allium* spp. by Euclidian/UPGMA method on the anatomical characters of leaf.

همچنین، رسته‌بندی گونه‌های مورد مطالعه به روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) روی دو محور اصلی با درصد قابل توجیهی از واریانس‌ها (بیش از ۵۰٪) و ضریب همبستگی کوفنتیک $r = 0/9$ ترسیم شد (شکل ۴). نتایج رسته‌بندی PCA همانند آنالیز خوشه‌ای UPGMA، جدایی اعضای بخش *Procerallium* را از دو بخش *Compactoprason* و *Pseudoprason* تایید کرد، با این اختلاف که گروه‌بندی اعضای بخش *Procerallium* به دو زیربخش *Elatae* و *Costatae* در آنالیز PCA به خوبی انجام شد. همچنین، در مورد موقعیت آرایه‌شناسی گونه‌های *A. hooshidaryae*، *A. sarawschanicum* و *A. orientoiranicum* نیز نتایج آنالیزهای PCA و UPGMA هم‌راستا بودند.

به منظور تعیین مؤثرترین صفات تشریحی برگ در شناسایی و تعیین حدود اعضای همتافت موسیر، نمودار رسته‌بندی صفات و آنالیز فاکتور به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد (شکل ۵ و جدول ۶). در نمودار رسته‌بندی صفات، به دلیل هم‌پوشانی صفات ممکن است برخی از صفات تشریحی تاثیرگذار به خوبی مشخص نشوند، بنابراین آنالیز فاکتور در تعیین دقیق سهم هر صفات حاصل از تحلیل مؤلفه‌های اصلی صورت گرفت (جدول ۷). در نتیجه، ۱۲ صفت کیفی و کمی از کل ۲۴ صفت تشریحی مورد بررسی، بیش‌ترین سهم واریانس (بیش از ۵۰٪) را در دو مؤلفه اول نشان دادند که عبارتند بودند از: ده صفت کمی شامل ضخانت پهنک، طول

کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی بزرگ و کوچک، قطر لاتیسفر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی و تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلیم‌ها و دو صفت کیفی شامل شکل سطح مقطع و حضور کرک.



شکل ۴- نمودار رسته‌بندی گونه‌های مورد مطالعه *Allium* به روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی براساس صفات تشریحی برگ.

Fig. 4. The Ordination plot of the studied *Allium* spp. by PCA method on the anatomical characters of leaf.



شکل ۵- نمودار رسته‌بندی صفات تشریحی برگ: Lac. طول کانال‌های هوا، Dlv. قطر بزرگ‌ترین دسته‌های آوندی بزرگ، Dla. قطر لاتیسفر، Tpp. ضخامت پارانشیم نردبانی، Dsv. قطر کوچک‌ترین دسته‌های آوندی، Dlm. قطر بزرگ‌ترین متازایلیم.

Fig. 5. The Ordination plot of the leaf anatomical characters: Lac. Length of air channel, Dlv. Diameter of largest vascular bundles, Dla. Diameter of laticifer, Tpp. Thickness of palisade parenchyma, Dsv. Diameter of smallest vascular bundles, Dlm. Diameter of largest metaxylem.

جدول ۶- خلاصه آنالیز فاکتور داده‌های تشریحی براساس مؤلفه‌های اصلی

مؤلفه	مقادیر ویژه	درصد واریانس	واریانس تجمعی
۱	۷/۳۴۳	۳۰/۵۹۵	۳۰/۵۹۵
۲	۴/۹۶۹	۲۰/۷۰۴	۵۱/۲۹۹
۳	۲/۷۰۶	۱۱/۲۷۵	۶۲/۵۷۴

جدول ۷- سهم صفات تشریحی در تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA). مؤثرترین صفات با ستاره مشخص شده‌اند.

تعداد	صفت تشریحی	مؤلفه اول	مؤلفه دوم	مؤلفه سوم
صفت کمی				
۱	ضخامت پهنک*	۰/۷۷۳	۰/۱۶۳	-۰/۲۱۵
۲	ضخامت اپیدرم	-۰/۰۵۰	۰/۱۲۸	-۰/۲۱۴
۳	ضخامت کوتیکول	۰/۲۸۸	۰/۲۴۹	۰/۳۷۳
۴	ضخامت پارانشیم نردبانی*	۰/۰۳۹	۰/۶۹۱	۰/۲۸۸
۵	تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی*	۰/۵۳۹	۰/۷۱۹	۰/۲۸۰
۶	قطر لاتیسفر*	۰/۶۷۱	۰/۴۲۴	-۰/۲۴۶
۷	قطر مجرای لاتیسفر*	۰/۰۷۶	۰/۷۵۲	-۰/۴۰۶
۸	طول کانال‌های هوا*	۰/۹۲۵	-۰/۱۵۳	۰/۰۸۰
۹	تعداد ردیف‌های آوندی	۰/۱۷۱	۰/۱۹۸	-۰/۶۰۰
۱۰	قطر بزرگ‌ترین دسته‌های آوندی*	۰/۸۷۳	۰/۳۵۵	۰/۰۴۸
۱۱	قطر کوچک‌ترین دسته‌های آوندی*	۰/۸۰۳	۰/۳۴۰	۰/۰۲۲
۱۲	تعداد بزرگ‌ترین متازایلم*	۰/۲۱۸	۰/۵۵۵	-۰/۲۰۴
۱۳	قطر بزرگ‌ترین متازایلم*	۰/۷۷۱	۰/۲۰۹	۰/۰۹۰
صفت کیفی				
۱۴	شکل سطح مقطع برگ*	۰/۲۰۴	۰/۸۹۴	-۰/۱۵۰
۱۵	وضیعت اپیدرم	۰/۲۱۲	-۰/۸۹۴	۰/۱۵۰
۱۶	حضور کرک*	۰/۵۵۹	۰/۵۱۱	-۰/۱۶۱
۱۷	شکل سلول‌های اپیدرمی	۰/۳۳۸	۰/۰۴۶	۰/۸۲۳
۱۸	وجود رگبرگ میانی منفرد	-۰/۴۸۶	۰/۴۸۳	۰/۴۵۶
۱۹	حضور پارانشیم نردبانی	-۰/۰۶۹	۰/۳۹۲	۰/۵۷۴
۲۰	تراکم لاتیسفر	-۰/۰۹۴	۰/۲۰۸	-۰/۰۳۷
۲۱	آرایش دسته‌های آوندی	۰/۲۲۹	-۰/۳۱۴	-۰/۴۵۲
۲۲	اتصال دسته‌های آوندی	۰/۳۵۳	-۰/۱۱۱	۰/۱۸۰
۲۳	تراکم دسته‌های آوندی	-۰/۷۱۸	۰/۱۵۵	-۰/۳۸۰
۲۴	تراکم کانال‌های هوا	-۰/۰۹۴	۰/۲۰۸	-۰/۲۰۴

بحث

از نظر آرایه‌شناسی، همتافت موسیر (*Allium stipitatum*) با بخش‌ها و زیر بخش‌های متعددی در دنیا معرفی شده است که حدود ۸۰٪ از آن‌ها به صورت انحصاری (*A. jesdianum*, *A. hooshidaryae*, *A. pseudohollandicum*, *A. orientoiranicum*) در نواحی مختلف کشور پراکنش دارند (Khassanov & Fritsch 1994, Fritsch). بررسی حاضر نشان داد که ویژگی‌های تشریحی برگ (شامل ضخامت پهنک، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی، تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلم‌ها و شکل سطح مقطع و حضور کرک) می‌تواند در شناسایی و تعیین روابط سیستماتیکی اعضای همتافت موسیر و گونه‌های نزدیک آن مؤثر باشد. اهمیت آرایه‌شناسی این صفات تشریحی، در رده‌بندی‌های گذشته در سطوح مختلف *Allium*

(از گونه تا زیرجنس) تایید شده است (Metcalf 1963, Jacobsen 1979, Gregory 1996, Yousaf et al. 2008, Hosseinzadeh et al. 2009, Mashayekhi & Columbus 2014, Khorasani et al. 2018a).

نتایج تشریحی حاصل در شناسایی و تعیین حدود مرز بین بخش‌ها و گونه‌های هم‌تافت موسیر با آخرین گروه‌بندی ریخت‌شناسی و مولکولی فریچ و عباسی (Fritsch & Abbasi 2013) و داده‌های بیوسیتوماتیکی خراسانی و همکاران (Khorasani et al. 2018a,b, 2020) به شرح زیر است:

۱- زیرجنس *Melanocrommyum* بخش *Procerallium*

اعضای بخش *Procerallium* علی‌رغم داشتن ویژگی‌های مشترک مانند برگ‌های قاعده‌ای، گل‌آذین چتر متراکم، دمگل‌های طولی، گلپوش نیزه‌ای به رنگ صورتی تا ارغوانی-بنفش و پیازهای تونیک‌دار (Khorasani et al. 2018a, 2020)، در جدیدترین گروه‌بندی زیرجنس *Melanocrommyum* براساس صفات ریخت‌شناسی مربوط به حضور شیار، کرک روی دمگل‌آذین، شکل و اندازه پهنک برگ و گلپوش از سایر بخش‌های *Allium* تفکیک و به دو زیربخش *Elatae* (شامل *A. altissimum* و *A. stipitatum* مترادف با *A. hirtifolium*) و *Costatae* (شامل *A. pseudohollandicum* مترادف با *A. hollandicum*، *A. remediorum*، *A. bakhtiaricum*، *A. jesdianum* و *A. kazerouni* و *A. orientoiranicum*) تقسیم شدند (Fritsch & Abbasi 2013).

نتایج تشریحی حاضر نشان داد که بخش *Procerallium* (به عنوان اعضای اصلی هم‌تافت موسیر) براساس مؤثرترین صفات کیفی مانند شکل سطح مقطع و حضور کرک و همچنین صفات کمی شامل ضخامت پهنک، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی، تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلم‌ها از دیگر بخش‌های مورد مطالعه *Melanocrommyum* قابل تمایز بودند (جدول‌های ۲ و ۳). اهمیت تمامی این صفات تشریحی در شناسایی و تعیین روابط سطوح مختلف آرایه‌شناسی *Allium* (از گونه تا زیرجنس) در مطالعات گذشته تأیید شد (Hosseinzadeh et al. 2009, Mashayekhi & Columbus 2014, Ghahremaninejad & Eskandari 2016, Khorasani et al. 2018a). همچنین، برخی از صفات مانند وجود کرک (در *A. stipitatum*)، عدم حضور پارانشیم نردبانی (در *A. pseudohollandicum*) و اتصال دسته‌های آوندی (در *A. altissimum*) به صورت اختصاصی مشاهده شد که در آنالیزهای انجام شده تأیید چشم‌گیر در گروه‌بندی نشان ندادند، ولی اهمیت این صفات تشریحی در بررسی روابط سیستماتیکی گونه‌های *Allium* گزارش شده است (Mashayekhi & Columbus 2014, Ghahremaninejad & Eskandari 2016).

همچنین، دو زیربخش *Elatae* و *Costatae* از *Procerallium* براساس مؤثرترین صفات تشریحی مورد مطالعه از یکدیگر قابل تفکیک بودند، به طوری که زیربخش *Elatae* به *Costatae*، اندازه بزرگتری در صفات مربوط به ضخامت پهنک، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، قطر و تعداد بزرگ‌ترین متازایلم‌ها و ضخامت پارانشیم نردبانی نشان دادند (جدول ۳). بنابراین، نتایج حاصل با نتایج رده‌بندی فریچ و عباسی (۲۰۱۳) در جدایی اعضای دو زیربخش تطابق دارد، به جز در مورد *A. orientoiranicum* که از نظر مؤثرترین صفات تشریحی بالا به اعضای زیربخش *Elatae* شباهت بیشتری نشان داد؛ اگرچه این گونه در آنالیزهای صورت گرفته، حدواسط دو زیربخش گروه‌بندی شد (شکل‌های ۳ و ۴). همچنین، مطالعات گذشته تشریحی دمگل‌آذین (Khorasani et al. 2018a) و ریزریخت‌شناسی پیاز و دانه (Khorasani et al. 2018a,b, 2020) روی اعضای هم‌تافت موسیر، جدایی دو زیربخش *Elatae* و *Costatae* از یکدیگر و نزدیکی *A. orientoiranicum* را به زیربخش *Elatae* تأیید کردند.

شایان ذکر است، در مطالعات گذشته (Fritsch & Abbasi 2008, Fritsch et al. 2010a)، گونه *A. remediorum* به صورت زیرگونه *A. jesdianum* در نظر گرفته می‌شد، اما در رده‌بندی فریچ و عباسی (۲۰۱۳)، این گونه مستقل از زیربخش *Costatae* و نزدیک به *A. bakhtiaricum* معرفی شد. براساس داده‌های تشریحی حاصل و سایر شواهد بیوسیتوماتیکی (Khorasani et al. 2018a,b, 2020) این دو گونه بسیار نزدیک هستند، به طوری که موقعیت سیستماتیک *A. remediorum* به عنوان یک گونه مستقل مورد تردید قرار گرفت.

۲- زیرجنس *Melanocrommyum* بخش *Megaloprason*

در فلور ایرانیکا (Wendelbo 1971) و دیگر مطالعات آرایه‌شناسی (Khassanov & Fritsch 1994, Fritsch 1996)، گونه *A. sarawschanicum* به همراه اعضای همتافت *A. stipitatum* براساس صفات ریخت‌شناسی شامل اندازه دمگل‌آذین و قاعده صاف آن، هم‌پوشانی برگ‌ها در قاعده، گل‌آذین چتر کروی و متراکم و تخمدان چندخانه و زگیل‌دار در بخش *Megaloprason* گروه‌بندی شد، در حالی که این گونه در آخرین رده‌بندی زیرجنس *Melanocrommyum* (Fritsch et al. 2010a, Fritsch & Abbasi 2013) براساس داده‌های ژن هسته‌ای ITS و صفات ریخت‌شناسی مربوط به تخمدان گلابی شکل و شش گوشه در بخش *Megaloprason* و زیربخش *Keratoprason* به صورت مستقل از سایر اعضای همتافت (یا بخش *Procerallium*) قرار گرفت.

بررسی تشریحی حاصل، شباهت *A. sarawschanicum* را با اعضای زیربخش *Costatae* (از بخش *Procerallium*) مورد تایید قرار داد، به طوری که این گونه از نظر مهم‌ترین ویژگی‌های تشریحی برگ عبارتند بودند از: شکل مقطع (V-شکل)، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی و تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلم‌ها که تقریباً مشابه با اعضای زیربخش *Costatae* بود (جدول‌های ۲ و ۳). این نتایج با رده‌بندی‌های ریخت‌شناسی گذشته (Wendelbo 1971, Khassanov & Fritsch 1994, Fritsch 1996) نیز همخوانی داشت. به علاوه، مطالعات گذشته تشریحی دمگل‌آذین (براساس قطر برش عرضی، ضخامت بافت‌های پارانشیمی و اسکله‌پارانشیمی و تعداد دسته‌های آوندی) و نیز پوشش بیرونی پیاز (براساس شکل و اندازه سلول‌های زیراپیدرمی تونیک و نوع بلورهای اگزالات کلسیم) نشان دادند که *A. sarawschanicum* رابطه نزدیکی با زیربخش *Costatae* از بخش *Procerallium* دارد.

همچنین، مطالعات فراساختاری از سطح دانه *A. sarawschanicum* آشکار ساخت که این گونه از نظر شکل سلول‌های اپیدرمی دانه‌پوش (بیضی-کروی)، نوع دیواره پری‌کلینال (به صورت محدب دارای زگیل و دانه)، آنتی‌کلینال (U تا S شکل) و طول موج زیاد به اعضای بخش *Procerallium* شبیه بوده و از نظر اندازه دانه نیز به زیربخش *Costatae* رابطه نزدیک‌تری دارد (Fritsch et al. 2006, Neshai & Fritsch 2009, Khorasani et al. 2020). در این راستا، مطالعات تنوع ژنتیکی با نشانگر ISRR نیز نشان داد که این گونه در یک شاخه خواهری می‌تواند در کنار گونه‌های *A. stipitatum* و *A. altissimum* (اعضای بخش *Procerallium*) قرار گیرد (Samiei et al. 2015). بنابراین، نتایج تشریحی مطالعه حاضر در ارتباط با گروه‌بندی *A. sarawschanicum* در اعضای همتافت موسیر و در زیربخش *Costatae* با دیگر مطالعات بیوسیستماتیکی گذشته مطابقت می‌کند.

۳- زیرجنس *Melanocrommyum* بخش *Pseudoprason*

از بخش حاضر دو گونه *A. hooshidaryae* و *A. koelzii* انتخاب شدند. در مطالعات اولیه، گونه *A. hooshidaryae* به دلیل صفات ریخت‌شناسی مشابه با گونه *A. giganteum* مانند دمگل‌آذین تقریباً بلند، گل‌آذین کروی متراکم و گلپوش قاشقی و نوک کند، در بخش *Compactoprason* و نزدیک به بخش *Megaloprason* s. str معرفی شد (Mashayekhi et al. 2005). همچنین، گونه *A. koelzii* به صورت *Nectaroscordum koelzii* از بخش *Pseudoprason* در زیرجنس *Nectaroscordum* ثبت شد (Wendelbo 1971, Fritsch et al. 2010b). با این وجود، تعدادی از رده‌بندی‌های مولکولی (Fritsch et al. 2010a, Fritsch & Abbasi 2013) این دو گونه را در یک بخش *Pseudoprason* قرار دادند، در حالی که براساس صفات ریخت‌شناسی مربوط به رنگ گلپوش، شکل و اندازه میله‌های پرچم و گلپوش به راحتی از یکدیگر قابل شناسایی بودند (Fritsch & Abbasi, 2013, Khorasani et al. 2020). به علاوه، در جدیدترین نتایج فیلوژنی (Ergashov et al. 2025)، گونه *A. koelzii* با نیای متفاوت و دور از اعضای *Procerallium* گروه‌بندی شد.

نتایج تشریحی حاضر نشان داد که گونه *A. hooshidaryae* براساس مؤثرترین صفات که عبارتند بودند از: شکل مقطع (V-شکل)، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم نردبانی و تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلم‌ها، ارتباط نزدیکی به زیربخش *Costatae* (از بخش *Procerallium*) دارد. همچنین، براساس صفات بالا از گونه *A. koelzii* کاملاً متفاوت بود (جدول‌های ۲ و ۳). در این راستا، مطالعات تشریحی دمگل‌آذین روی اعضای همتافت موسیر (Khorasani et al. 2018a) ثابت کرد که *A. hooshidaryae* از نظر قطر برش عرضی، تعداد حلقه‌ها و دسته‌های آوندی و قطر پارانشیم مغز به اعضای زیربخش *Costatae* تقریباً نزدیک و براساس تعداد حلقه‌ها و دسته‌های آوندی با *A. koelzii* متفاوت بود.

همچنین، بررسی تشریحی حاضر در مورد موقعیت آرایه‌شناسی دو گونه بالا با گزارش‌های ریخت‌شناسی و تشریحی پیاز و فراساختاری دانه‌پوش نیز همخوانی داشت (Khorasani et al. 2018b, 2020)، به طوری که گونه *A. hooshidaryae* از *A. koelzii*

به ترتیب از نظر نوع پوشش بیرونی پیاز (غشایی به فیبری) و نوع سلول‌های زیراپیدرمی آن (چندضلعی به طولی) و شکل سلول‌های اپیدرمی دانه‌پوش (کروی به بیضی)، نوع دیواره آنتی‌کلینال (S-shape به Omega) و اندازه نوسانات آن (کم به زیاد) متمایز بود. بنابراین، نتایج تشریحی حاصل در تطابق با مطالعات آرایه‌شناسی گذشته (Wendelbo 1971, Mashayekhi et al. 2005)، نه تنها جدایی این دو گونه را از یکدیگر تایید کرد، بلکه گونه *A. hooshidaryae* را نزدیک به زیربخش *Costatae* معرفی نمود.

۴- زیرجنس *Melanocrommyum* بخش *Compactoprason*

در مطالعات آرایه‌شناسی اولیه (Wendelbo 1971)، گونه *A. giganteum* به همراه برخی از اعضای همتافت موسیر در بخش *Megaloprason* رده‌بندی شد، اما در مطالعات بعدی (Fritsch 1996, Khassanov & Fritsch 1994) براساس شکل و اندازه گلپوش و میله پرچم و وجود نکتارهای سپتالی تخمدان به طور مستقل در بخش مونوتیپ *Compactoprason* و در جدیدترین رده‌بندی مولکولی نیز در زیربخش *Erectopetala* از *Compactoprason* قرار گرفت (Fritsch & Abbasi 2013).

نتایج تشریحی حاصل نیز در راستای رده‌بندی‌های آرایه‌شناسی و مولکولی (Fritsch 1996, Khassanov & Fritsch 1994, Ergashov et al. 2025, Fritsch & Abbasi 2013)، جدایی *A. giganteum* را از اعضای همتافت موسیر مورد تایید قرار داد، به طوری که این گونه با داشتن کوچک‌ترین طول کانال‌های هوا، کم‌ترین قطر دسته‌های آوندی، کم‌ترین قطر لاتیسفر و متازایلم‌ها، بزرگ‌ترین مجرای لاتیسفر، بیش‌ترین ضخامت پارانشیم نردبانی و تعداد متازایلم‌های بزرگ از سایر گونه‌های مورد مطالعه به راحتی قابل تفکیک بود (جدول‌های ۲ و ۳). در مطالعات پیشین، اهمیت تمامی این صفات نه تنها در تفکیک و شناسایی سطوح مختلف آرایه‌شناسی جنس *Allium*، تایید شده است (Hosseinzadeh et al. 2009, Mashayekhi & Columbus 2014, Ghahremaninejad & Eskandari 2016)، به طوری که از صفاتی مانند قطر برش عرضی و حلقه اسکلرانشیمی و تعداد دسته‌ها و حلقه‌های آوندی در تشریح دمگل‌آذین برای جدایی *A. giganteum* از سایر اعضای همتافت موسیر نیز استفاده شده است (Khorasani et al. 2018a).

همچنین، مطالعات ریزریخت‌شناسی گذشته نشان داد که گونه *A. giganteum* براساس شکل سلول‌های زیراپیدرمی (هگزگونال مستطیلی) و بلورهای اگزالات کلسیم در پوشش بیرونی پیاز و دیواره‌های آنتی‌کلینال Omega در سلول‌های اپیدرمی دانه‌پوش از سایر همتافت موسیر قابل تفکیک بود و می‌تواند به طور مستقل در یک بخش مجزا معرفی شود (Khorasani et al. 2018b, 2020). بنابراین، نتایج تشریحی مطالعه حاضر در تطابق با سایر مطالعات تشریحی و ریزریخت‌شناسی (Khorasani et al. 2018a, 2020) و رده‌بندی مولکولی (Fritsch & Abbasi 2013) در جدایی گونه *A. giganteum* از سایر گونه‌های همتافت موسیر همخوانی داشت.

۵- زیرجنس *Melanocrommyum* بخش *Decipientia*

این بخش نیز همانند بخش قبلی مونوتیپ بوده، به طوری که تنها دارای یک گونه (Lipsky (syn. *A. chelotum* Wendelbo) است. این گونه در فلور ایرانیکا (Wendelbo 1971) به دلیل شباهت ریخت‌شناسی با اعضای همتافت *A. stipitatum* در بخش *Megaloprason* رده‌بندی شده، اما در مطالعات بعدی (Fritsch 1996, Fritsch & Abbasi 2013) از اعضای همتافت موسیر براساس شکل ویژه گلپوش، میله پرچم و تخمدان و نوع پیاز جدا شد و در یک بخش مجزا *Decipientia* قرار گرفت. در تحقیق حاضر، نگارندگان موفق به جمع‌آوری این گونه از زیستگاه طبیعی آن نشدند و از نمونه‌های هرباریومی نیز به دلیل قدیمی بودن، برش‌گیری خوبی انجام نشد؛ اگرچه تمامی مطالعات گذشته ریخت‌شناسی (Fritsch 1996, Fritsch & Abbasi 2013)، تشریحی پوشش بیرونی پیاز و فراساختاری دانه، جدایی این گونه را از اعضای همتافت موسیر به صورت یک بخش مستقل ثابت کردند (Khorasani et al. 2018a,b, 2020).

نتیجه‌گیری کلی

در تحقیق حاضر، اعضای همتافت موسیر (*A. stipitatum*) و گونه‌های نزدیک آن براساس صفات تشریحی برگ مورد بررسی قرار گرفتند. مهم‌ترین صفات تشریحی (شامل: ضخامت پهنک، طول کانال‌های هوا، قطر دسته‌های آوندی، قطر لاتیسفر و مجرای آن، تعداد و ضخامت لایه‌های پارانشیم، تعداد و قطر بزرگ‌ترین متازایلم‌ها و شکل سطح مقطع و حضور کرک) جهت شناسایی بهتر و تفکیک مرز بین گونه‌ها، زیربخش‌ها و بخش‌ها تعیین و با سایر مطالعات گذشته روی اعضای این همتافت مقایسه شد. نتایج تشریحی حاصل با

گزارش‌های ریخت‌شناسی، تشریحی، ریزریخت‌شناسی و مولکولی همخوانی داشت و بیانگر جدایی گونه‌های *A. giganteum* (بخش *Compactoprason*) و *A. koelzii* (بخش *Pseudoprason*) از همتافت موسیر است. بنابراین، اعضای همتافت مورد مطالعه شامل ۱۰ گونه به اسمی: *A. altissimum*, *A. stipitatum* (مترادف با *A. hirtifolium*), *A. orientoiranicum*, *A. pseudohollandicum* (مترادف با *A. hollandicum*), *A. hooshidaryae*, *A. remediorum*, *A. bakhtiaricum*, *A. jesdianum*, *A. kazerouni* و *A. sarawschanicum* در ایران است. به علاوه، در مورد موقعیت آرایه‌شناسی برخی از گونه‌ها پیشنهاد می‌شود که *A. orientoiranicum* نزدیک به اعضای زیربخش *Elatae* و گونه‌های *A. hooshidaryae* و *A. sarawschanicum* نزدیک به اعضای زیربخش *Costatae* گروه‌بندی شوند. همچنین، در مورد جدایی گونه‌های *A. remediorum* و *A. bakhtiaricum* از یکدیگر به دلیل شباهت‌های ریخت‌شناسی، تشریحی، ریزریخت‌شناسی و مولکولی و با پراکنش جغرافیایی تقریباً مشابه، بررسی‌های دقیق‌تری صورت گیرد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نگارنده اول و راهنمایی نویسنده سوم به دانشگاه گیلان (سال ۱۳۹۹) است. نگارندگان بر خود لازم می‌دانند، از استادان گرانقدر، شادروان دکتر شهریار سعیدی مهرورز (دانشگاه گیلان) و دکتر شاهین زارع (دانشگاه تهران) که در جمع‌آوری و شناسایی گونه‌های همتافت مورد مطالعه همکاری داشتند، سپاسگزاری و قدردانی نمایند.

References

- Amini Rad, M. 2023. Flora of Iran, No. 183: Alliaceae. Research Institute of Forests and Rangelands Press, Tehran, 343 pp.
- Draghia, L., Ivanescu, L., Chelariu, E.L., Boscaiu, M. & Paraschiv, N. 2013. Histo-anatomical studies in *Allium saxatile*, a specie with ornamental potential. *Notulae Botanicae Horti Agrobotici Cluj-Napoca* 41(2): 348–354.
- Ergashov, I., Yusupov, Z., Dolatyari, A., Khorasani, M., Jucker, I., Turcomanova, N., Lazkov, G., Rasulov, F., Sun, H., Deng, T. & Tojibaev, K. 2025. New insights into the molecular phylogeny and biogeographical history of *Allium* subgenus *Melanocrommyum* (Amaryllidaceae) based on plastome and nuclear sequences. *Plant Diversity* 47: 561–575. DOI: 10.1016/j.pld.2025.04.002.
- Evert, R.F. 2006. *Esau's Plant Anatomy: Meristems, Cells, and Tissues of the Plant Body: Their Structure, Function, and Development*. Madison, University of Wisconsin Press, US, pp. 300–433.
- Friesen, N., Fritsch, R.M. & Blattner, F.R. 2006. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal and ITS sequences. *Aliso* 22: 372–395.
- Friesen, N., Herden, T., Leweke, M., Grützmacher, L., Fragman-Sapir, O., Hurka, H., Blattner, F.R. & Reinhard, M.F. 2024. Dated phylogeny, phylogeography, and classification of *Allium* subgenus *Amerallium* (Amaryllidaceae) from the Old World, based on six DNA fragments. *Taxon* 73(4): 971–991. DOI: 10.1002/tax.13217.
- Fritsch, R.M. 1996. The Iranian species of *Allium* subg. *Melanocrommyum* sect. *Megaloprason* (Alliaceae). *Nordic Journal of Botany* 16(1): 9–17.
- Fritsch, R.M. 2012. Illustrated key to the section and subsections and brief general circumscription of *Allium* subg. *Melanocrommyum*. *Phyton* 52: 1–37.
- Fritsch, R.M. & Abbasi, M. 2008. New taxa and other contributions to the taxonomy of *Allium* L. (Alliaceae) in Iran. *Rostaniha* 9(2): 1–77.
- Fritsch, R.M. & Abbasi, M. 2013. A Taxonomic Review of *Allium* subg. *Melanocrommyum* in Iran. *Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK), Germany*, 240 pp.

- Fritsch, R.M., Kruse, J., Adler, K. & Rutten, T. 2006. Testa sculptures in *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berrth) Rouy (Alliaceae). Feddes Repertorium 117(3–4): 250–263. DOI: 10.1002/fedr.200611094.
- Fritsch, R.M., Blattner, F.R. & Gurushidze, M. 2010a. New classification of *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb & Berrth) Rouy (Alliaceae) based on molecular and morphological characters. Phytotaxa 49: 145–220.
- Fritsch, R.M., Salmaki, Y., Zarre, S. & Joharchi, M. 2010b. The genus *Allium* (Alliaceae) in Iran: current state, new taxa and new records. Rostaniha 7(2): 255–282.
- Ghahremaninejad, F. & Eskandari, S. 2016. Anatomical study of leaf in some *Allium* species (Amaryllidaceae) in Iran. Applied Biology 30(2): 159–171 (In Persian).
- Gregory, M. 1996. Leaf anatomy of *Allium* sect. *Allium*. Pp. 7–15. In: A review of *Allium* sect. *Allium* (Mathew, B., ed.). Royal Botanic Gardens, Kew, London.
- Gurushidze, M., Fritsch, R.M. & Blattner, F. 2008. Phylogenetic analysis of *Allium* subg. *Melanocrommyum* infers cryptic species and demands new sectional classification. Molecular Phylogenetics and Evolution 49: 997–1007. DOI: 10.1016/j.ympev.2008.09.003.
- Hosseinzadeh, H., Saeidi Mehrvarz, Sh., Zarre, S. & Fritsch, R. 2009. Scape anatomy of *Allium* (Alliaceae) in Iran and its systematic application. Thaiszia Journal of Botany 19: 37–45. <http://www.bz.upjs.sk/thaiszia/index.html>.
- Jacobsen, T.D. 1979. Numbers and distributions of vascular bundles in scape of three Alliances of the genus *Allium* L. (Liliaceae). American Journal of Botany 66(8): 991–992. <http://www.jstor.org/stable/2442243>.
- Jang J.E., Baasanmunkh, S., Nyamgerel, N., Oh, S.Y., Song, J.H., Yusupov, Z., Tojibaev, K. & Choi, H.J. 2024. Flower morphology of *Allium* (Amaryllidaceae) and its systematic significance. Plant Diversity 46: 3–27. DOI: 10.1016/j.pld.2023.06.009.
- Khajoei Nasab, F., Mehrabian, A., Mostafavi, H. & Neemati, A. 2022. The influence of climate change on the suitable habitats of *Allium* species endemic to Iran. Environmental Monitoring and Assessment 194(3): 169. DOI: 10.1007/s10661-022-09793-0.
- Khassanov, F.O. & Fritsch, R.M. 1994. New Taxa in *Allium* L. subg. *Melanocrommyum* (Webb et Berth.) Rouy from Central Asia. Linzer biologische Beiträge 26(2): 965–990.
- Khorasani, M., Saeidi Mehrvarz, Sh. & Zarre, S. 2018a. Scape anatomy and its systematic implication in *Allium stipitatum* species complex (Amaryllidaceae). Nordic Journal of Botany 36(11): 1–14. DOI: 10.1111/njb.02008.
- Khorasani, M., Saeidi Mehrvarz, Sh. & Zarre, S. 2018b. Bulb tunic anatomy and its taxonomic implication in *Allium* L. (Amaryllidaceae: Allioideae). Plant Biosystems 152(6): 1–18. DOI: 10.1080/11263504.2018.1448013.
- Khorasani, M., Saeidi Mehrvarz, Sh. & Zarre, S. 2020. Seed morphology and testa ultrastructure in *Allium stipitatum* complex (Amaryllidaceae; Allioideae) and their systematic significance. Turkish Journal of Botany 44 (6): 618–632. DOI: 10.3906/bot-2004-25.
- Mashayekhi, S., Zarre, S., Fritsch, R.M. & Attar, F. 2005. A new species of *Allium* subgen. *Melanocrommyum* sect. *Compactoprason* (Alliaceae) from Iran. Feddes Repertorium 116(3–4): 191–194. DOI: 10.1002/fedr.200411065.
- Mashayekhi, S. & Columbus, T.J. 2014. Evolution of leaf blade anatomy in *Allium* (Amaryllidaceae) subgenus *Amerallium* with a focus on the North American species. American Journal of Botany 101(1): 1–23. DOI: 10.3732/ajb.1300053.
- Memariani, F., Joharchi, M.R. & Arjmandi, A.A. 2012. *Allium aladaghense* (Amaryllidaceae, Allieae), a new species of section *Asteroprason* from northeast of Iran. Phytotaxa 56: 28–34.

- Metcalf, C.R. 1963. Comparative anatomy as a modern botanical discipline with special reference to recent advances in the systematic of monocotyledons. *Advances in Botanical Research* 1: 101–147.
- Miceli, P., Ficini, G. & Garbari, F. 1984. The genus *Allium* L. in Italy. XIII. Morphological, caryological and leaf anatomical study in some C-W Mediterranean triploid populations of *Allium trifoliatum* Cyr.. *Webbia* 38: 793–803. DOI: 10.1080/00837792.1984.10670350.
- Miryeganeh, M. & Movafeghi, A. 2009. Scape anatomy of *Allium* (Alliaceae) in Iran. *Just* 35(1): 1–5.
- Neshati, F. & Fritsch, R.M. 2009. Seed characters and testa sculptures of some Iranian *Allium* L. species (Alliaceae). *Feddes Repertorium* 120(5–6): 322–332. DOI: 10.1002/fedr.200911112.
- Neshati, F., Zarre, S., Fritsch, R.M. & Joharchi, M.R. 2009. *Allium orientoiranicum* (Alliaceae) a new species from Iran. *Annales Botanici Fennici* 46: 599–601.
- Özdemir, C., Altan, Y., Aktas, K. & Baran, P. 2008. Morphological and anatomical investigations on endemic *Allium armenum* Boiss. & Kotschy and *Allium djimilense* Boiss. ex Regel (Alliaceae) species of East Anatolia. *Thaiszia Journal of Botany* 18: 1–8. <http://www.bz.upjs.sk/thaiszia/index.html>.
- Özdemir, C. & Altan, Y. 2011. Morphological and anatomical investigations on three *Allium* L. (Liliaceae) species of East Anatolia, Turkey. *Bangladesh Journal of Botany* 40(1): 9–15.
- Samiei, L., Kiani, M., Zarghami, H., Memarian, F. & Joharchi, M.R. 2015. Genetic diversity and interspecies relationship of some *Allium* L. species using inter simple sequence repeat markers. *Bangladesh Journal of Botany* 22(2): 67–75.
- Tanker, N. & Kurucu, S. 1981. Leaf anatomy in relation to taxonomy in species of *Allium* found in Turkey. *Quarterly Journal of cCude Drug Research* 19: 173–179. DOI: 10.3162/13780208109070597.
- Uysal, I. 1999. Morphological, anatomical and ecological studies on the two Turkish endemic species collected from Kaz Dagý (B1 Balýkesir) *Allium sibthorpiatum* Schultes & Schultes fil. and *Allium reuterianum* Boiss. *Turkish Journal of Botany* 23: 137–148.
- Wendelbo, P. 1971. Alliaceae. Pp. 1–128. In: *Flora Iranica* 76. Flora des iranischen Hochlandes und der umrahmenden Gebirge, Persien, Afghanistan, Teile von Westpakistan, Nordirak, Azerbaidjan, Turkmenistan (Rechinger, K.H., ed.). Akademische Druck-und Verlagsanstalt. Graz, Austria.
- Yousaf, Z., Shinwari, Z.K., Asghar, R. & Parveen, A. 2008. Leaf epidermal anatomy of selected *Allium* species, family Alliaceae from Pakistan. *Pakistan Journal of Botany* 40(1): 77–90.