مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

بررسی مقایسه‌ای آناتومی ساقه در برخی از گونه‌های ایرانی سرده *Myosotis* L. (تیره گاوزبانیان)

بهاره اکبرنژاد[۱]، فرخ قهرمانی‌نژاد[۱*]، محمود بیدارلرد[۲]، احسان حسینی[۳]، مهرشید ریاحی[۱] و زهره شیرخانی[۱]

[۱] ایران، تهران، دانشگاه خوارزمی، دانشکده علوم زیستی، گروه علوم گیاهی

[۲] ایران، رشت، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع و آبخیزداری

[۳] ایران، تهران، دفتر انجمن زیست شناسی ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۵/۲۱

چکیده

سرده *Myosotis* L. (فراموشم مکن) با ۱۸ گونه علفی در ایران حضور دارد که این گونه‌ها اغلب در مناطق معتدله و مرطوب می-رویند. مطالعه حاضر برای اولین بار با هدف شناسایی و توصیف ویژگی‌های آناتومی مهم ساقه در این سرده انجام پذیرفته است. خصوصیات کیفی و کمّی ساقه ۱۴ گونه از گیاهان فراموشم مکن ایران، از جمله وضعیت ساقه، اندازه قطر ساقه، قطر گزیلم، قطر آبکش، قطر کلانشیم، قطر اپیدرم، قطر پوست، قطر پایه کرک و تعداد ردیف سلول‌های کلانشیم، بعد از آماده سازی نمونه‌ها به کمک نرم افزار ImageJ مورد مطالعه قرار گرفتند. درخت تبارشناختی به کمک نرم افزار Past 4.13v ترسیم گردید و روابط گونه‌ای این سرده مورد مطالعه قرار گرفت. جهت افتراق گونه‌ها در این سرده، با ارزش‌ترین صفت ضخامت پوست ساقه و کم ارزش‌ترین صفت، قطر ساقه تشخیص داده شد. همچنین مشخص شد که به دلیل پایین بودن سطح تغییرات (۴۸ درصد)، صفات ساقه جهت مطالعه سیستماتیکی این سرده تنوع زیادی را نشان نداده و ارزش چندانی ندارد. اما می‌تواند در ترسیم درخت تبارشناختی و نشان دادن روابط گونه‌ای مفید باشد. بر اساس درخت حاصل از صفات تشریحی ساقه، "روابط بین گونه‌ای" متفاوت نشان داده می‌شود و گروه‌بندی‌های در سطح زیر سرده و سری بدست آمده از مطالعات پیشین را تایید نمی‌کند.

واژه های کلیدی: فراموشم مکن، آناتومی، ساقه، آرایه‌شناسی، ریز ریخت‌شناسی

* نویسنده مسئول تلفن: ۰۹۱۲۲۷۲۸۳۴۲، پست الکترونیکی: fgh@khu.ac.ir

مقدمه

سرده *Myosotis* L. یا فراموشم مکن شامل حدود ۸۰ تا ۱۰۰ گونه است (۱۵و۲۵). شرح مختصر این سرده چنین است: گیاهانی علفی یک‌ساله تا چند ساله، کرک‌دار، با برگ‌های متناوب؛ با گل آذینی ابتدا به شکل گرزن‌های دم عقربی و سپس خوشه مانند؛ گل‌ها دارا یا فاقد براکته، آبی تا سفید رنگ؛ کاسه در حالت میوه رشد کننده؛ جام پنج لبه، با لوله کوتاه‌تر از کاسه، در قسمت گلوگاه با فلس‌های زبانکی مشخص؛ پرچم‌ها ۵ عدد در داخل جام؛ میوه شامل ۴ فندقه چه، معمولا تخم مرغی و فشرده با سطح صاف و درخشان (۲۲). گونه‌های این سرده عمدتاً در مناطق معتدل هر دو نیمکره پراکنده شده‌اند و تعدادی از گونه‌ها در مناطق آلپی و استوایی پراکنش دارند (۲۸).

در ایران ۱۸ گونه از این سرده شناسایی شده که اغلب در نقاط معتدله و مرطوب از جمله نواحی شمالی ایران می-رویند (۲۰). این گیاهان در دو زیر سرده *Myosotis* و *Strophiostoma* (Turcz.) Popov قرار می‌گیرند که زیر سرده *Myosotis* دارای سه سری بوده که سری *Myosotis* دارای گونه‌های *M. palustris* و *M. diminuta* و سری *Sylvatica*

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹ DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

Popov دارای گونه‌های *M. sylvatica*، *M. asiatica*، *M. alpestris*، *M. lithospermifolia* و *M. olympica* و سری *Arvenses* Popov دارای گونه‌های *M. ramossisima*، *M. stricta*، *M. minutiflora* و زیر سرده *Strophiostoma* دارای گونه‌های *M. sparsiflora*، *M. propinqua*، *M. anomala* و *M. psudopropinqua* است (۲۹).

ویژگی‌های تشریحی اندام‌های رویشی گیاهان گلدار می‌تواند از نظر طبقه‌بندی در شناسایی اولیه نمونه‌های گیاهی و به عنوان کمکی برای ایجاد روابط متقابل گونه‌ها و در سطح بالاتر از گونه مفید باشد (۱۹). تاکنون مطالعات زیادی درباره خصوصیات ریخت‌شناختی، گرده شناختی و مولکولی برای طبقه‌بندی و شناسایی تیره گاوزبانیان (Boraginaceae) انجام شده است (۳، ۶، ۱۱، ۱۷، ۲۱، ۲۳، ۲۴، ۲۵، ۲۸، ۳۰ و۳۳). در این تیره مطالعات تشریحی محدودی از ساقه صورت گرفته است (۲، ۹، ۱۴ و ۲۳). به عنوان مثال در پژوهشی Ahmed و Kordofani (۲۰۱۲) به بررسی ساختار تشریحی ساقه و برگ پنج گونه از سرده *Heliotropium* L. پرداختند. مشخص شد که همه گونه‌ها دارای اپیدرم بشکه‌ای (barrel-shaped) شکل هستند. نتایج نشان داد که خصوصیات میکروسکوپی برگ و ساقه پنج گونه مورد مطالعه می‌تواند در شناسایی این گونه‌های گیاهی مفید باشد (۱). Kasem (۲۰۱۵) ویژگی‌های تشریحی و ریزریخت‌شناسی ساقه را در هفت گونه *Heliotropium* توصیف کرد. نتایج به‌دست آمده نشان داد که داده‌های مربوط به کرک، دانه‌های گرده و آناتومی ساقه، داده‌های مناسبی برای افتراق بین گونه‌های این سرده هستند (۱۳). Attar و همکاران (۲۰۱۹) آناتومی برگ و ساقه ۲۵ گونه متعلق به ۸ سرده از قبیله Cynoglosseae و اهمیت آن‌ها در طبقه‌بندی را برای اولین بار مورد بررسی قرار دادند. مشخص شد که نسبت پوست به قطر ساقه و آوند آبکش به آوند چوبی، میانگین تعداد ردیف‌های کلانشیم، سلول‌های نردبانی و اسفنجی، ساختار کرک‌ها و آرایش سلول‌های نردبانی از نظر آرایه‌شناسی مهم هستند (۵). Akcin و Senay (۲۰۰۷) به مطالعه ویژگی‌های ریخت‌شناختی و تشریحی اندام‌های مختلف گیاه مانند ساقه، گل و میوه در دو زیرگونه *Anchusa leptophylla* Roemer & Schultes پرداختند. مشخص شد که ویژگی‌های برگ و کاسه گل در جداسازی ریخت‌شناسی زیرگونه‌ها مهم هستند (۴). مطالعه خصوصیات ریخت‌شناختی و تشریحی ریشه، ساقه و برگ گونه در معرض خطر *Heliocarya monandra* Bunge در ایران نشان داد که نتایج به‌دست آمده به جز در برخی موارد با ویژگی‌های عمومی تیره گاوزبانیان منطبق است (۳۰). پژوهش‌ها نشان داد خصوصیات کمی و کیفی ساقه و برگ، ویژگی‌های مفیدی برای طبقه‌بندی سرده *Heliotropium* فراهم می‌نماید (۱۱). آناتومی ساقه گونه‌های فراموشم مکن در ایران تاکنون مورد بررسی مشخص قرار نگرفته است. بنابراین مطالعه حاضر برای اولین بار در ایران با هدف شناسایی و توصیف ویژگی‌های تشریحی ساقه در سرده *Myosotis* که به رده-بندی و تعیین هویت گونه‌های این سرده کمک می‌کند صورت پذیرفت. اطلاعات به دست آمده می‌تواند به تعیین نوع ارتباطات گونه‌های این سرده و نیز سایر اعضای تیره کمک کند.

مواد و روشها

به منظور انجام این پژوهش نمونه‌های هرباریومی ۱۴ گونه از سرده فراموشم مکن موجود در هرباریوم‌های T و FAR دانشگاه خوارزمی و هرباریوم TARI باغ گیاه‌شناسی ملی ایران تهیه و مورد بررسی قرار گرفتند (جدول۱). نمونه‌های ساقه (قسمت یقه) در محلول آب مقطر و گلیسرین نگهداری شدند تا بافت آن‌ها نرم شود. بعد از گذشت ۲ هفته نمونه‌ها به صورت دستی با ۲ تا ۵ تکرار برش داده شدند. پس از آماده‌سازی، مقاطع برش یافته با آبی متیل و کارمن‌زاجی رنگ‌آمیزی و در نهایت مقاطع عرضی رنگ-آمیزی شده با میکروسکوپ نوری Carl Zeiss مدل Standard 20 مورد مطالعه و عکس برداری قرار گرفتند. به

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

منظور اندازه‌گیری از نرم افزار ImageJ 1/5v استفاده شد. صفات کدگذاری شده با کمک نرم افزار Past 4/13v استاندارد گردید و سپس توسط Principal Components Analysis (PCA) از لحاظ درصد تغییرات و با ارزش‌ترین صفات در گونه‌های مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت.

در نهایت درخت تبارزایی آن با روش UPGMA با Boot Strap1000توسط قسمت Classical clustering ترسیم گردید. نام‌های گونه‌ها بر اساس POWO (۲۷) بازبینی شدند.

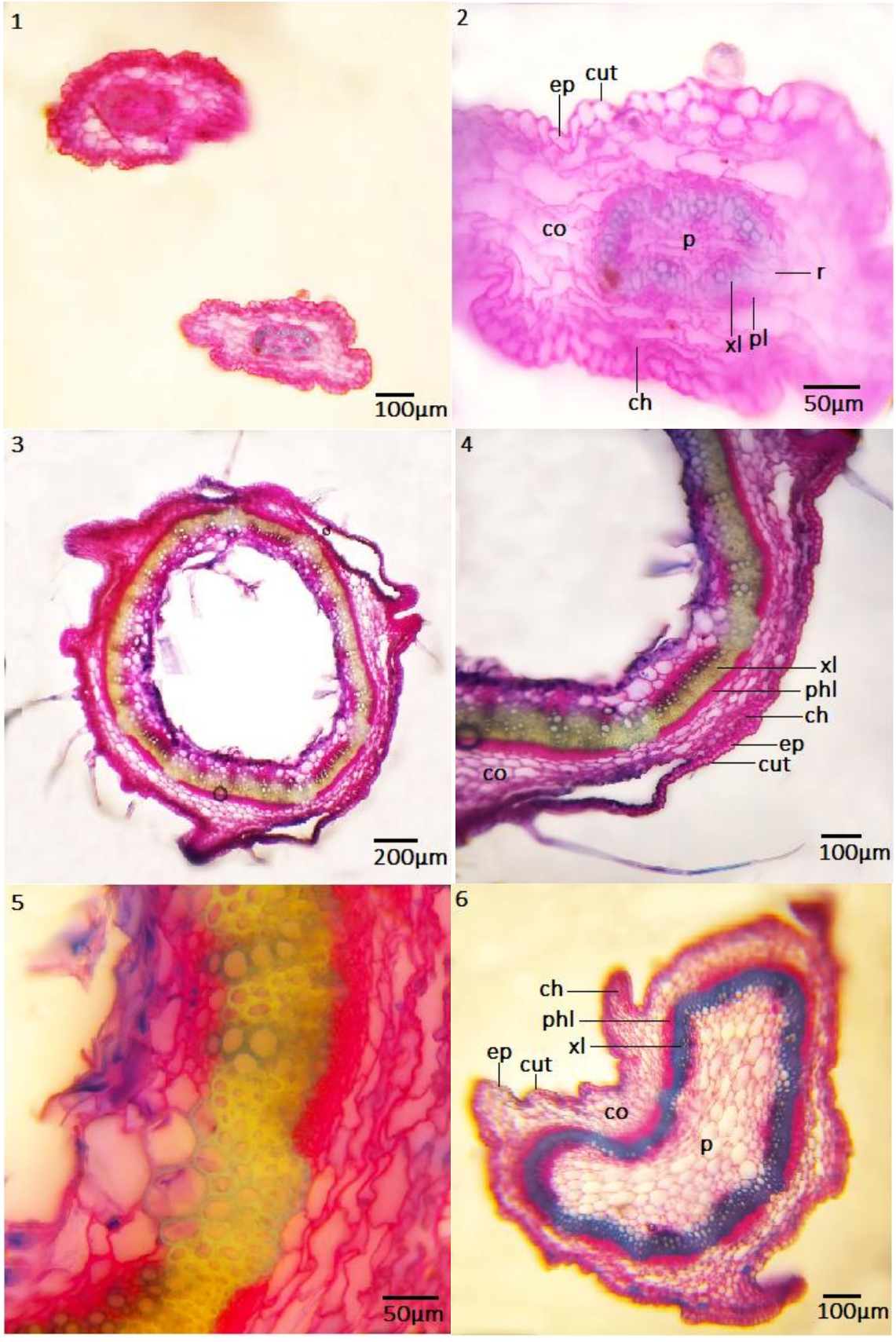
جدول ۱- گونه‌های مطالعه شده از سرده *Myosotis* و رویشگاه و مشخصات هرباریومی آن‌ها.

شماره	گونه	نام هرباریوم	شماره هرباریومی	محل جمع آوری
۱	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	T	۲۴۷۳۹	اردبیل: خلخال، سردول، ۲۸۰۰ متر
۲	*M. anomala* Riedl.	T	۱۹۷۲	گیلان: منطقه حفاظت شده لیسار، سوباتان، ۲۲۰۰ متر
۳	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	T	۲۴۷۴۰	آذربایجان: استان آذربایجان غربی، کوه خلیل، ۲۸۰۰ متر
۴	*M. diminuta* Grau	TARI	۹۹۸۸۹	زنجان: ۴۵ کیلومتری جاده زنجان به دندی، روستای مراسه، ۸ کیلومتری به سمت قله دامرلو، نزدیک معدن متروکه، ۲۵۱۰ متر
۵	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	FAR	۱۸۴۰۰	تهران: افجه زیگان، ۲۰۰۰ متر
۶	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	T	۲۴۷۴۱	اردبیل: خلخال، کوه پلنگاه، ۲۶۰۰ متر
۷	*M. olympica* Boiss.	T	۲۴۷۴۵	اردبیل: خلخال، پلنگاه
۸	*M. pseudopropinqua* Popov	FAR	۷۹۹۴	گرگان: جنگل کرد کوی
۹	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	T	۱۱۰۶۰	مازندران: ساری-سمسکنده نزدیک ولاشد،۱۶۰ متر
۱۰	*M. scorpioides* L.	T	۲۴۷۴۲	گیلان: منطقه حفاظت شده لیسار، سوباتان ، ۲۰۰۰ متر
۱۱	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	T	۲۴۷۴۳	اردبیل: خلخال، حاشیه رودخانه شاهرود، ۱۲۰۰ متر
۱۲	*M. sylvatica* Hoffm.	T	۱۹۸۴	گیلان: منطقه حفاظت شده لیسار، بکر داغ، ۲۷۰۰ متر
۱۳	*M. ramosissima* Rochel ex. Schult.	T	۴۸۶۸	خراسان شمالی: اسفراین، پارک ملی سالوک، دره روباه، ۱۴۷۲ متر
۱۴	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	T	۲۴۷۴۴	اردبیل: خلخال، آق داغ، ۲۳۰۰ متر

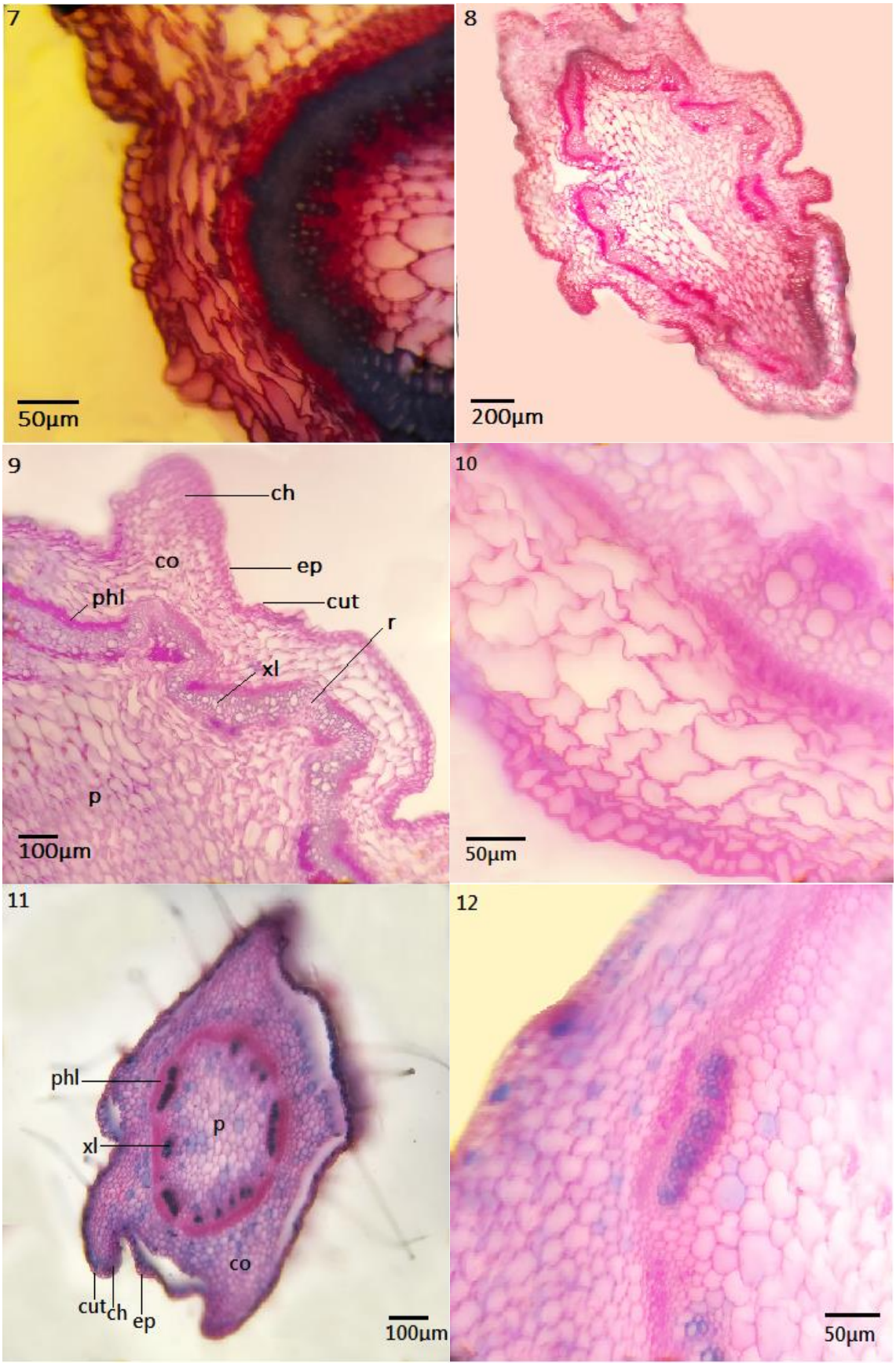
نتایج

در بررسی۱۴ گونه ایرانی سرده *Myosotis* همه ساقه‌های گونه‌های مورد مطالعه از نوع یوستل هستند (شکل ۱ تصاویر ۳۳-۱). کمترین تعداد دستجات آوندی (۵ عدد) به گونه‌های *M.diminuta* (شکل ۱ تصاویر ۱ و ۲)، *M. ramosissima* (شکل ۱ تصاویر ۲۰ و ۲۱) و *M. stricta* (شکل ۱ تصاویر ۲۸ و ۲۹) و بیشترین تعداد (۱۵ عدد) به گونه *M. propinqua* (شکل ۱ تصاویر ۱۳ و ۱۴) مربوط بود. بیشترین ردیف سلول‌های کلانشیم (۶-۳ ردیف) در گونه *M. olympica* (شکل ۱ تصاویر ۵-۳) و کمترین مقدار (۳-۱ ردیف) در گونه‌های*M. alpestris*، *M. lithospermifolia* ، *M. propinqua* و *M. sparsiflora* (شکل ۱ تصاویر ۱۹-۱۱) مشاهده شد. بیشترین (۵/۵۵-۳/۵۱ میکرومتر) و کمترین (۲/۲۴-۱/۰۸ میکرومتر) اندازه قطر کوتیکول به ترتیب به گونه‌های *M. olympica* و *M. propinqua* تعلق داشت (شکل ۱ تصاویر ۵-۳ و تصاویر ۱۳ و ۱۴). تمام گونه‌های مورد مطالعه به جز گونه‌های *M. diminuta*، *M. sparsiflora* و *M. ramosissima* دارای کرک بودند (شکل ۱ تصاویر ۱، ۲، ۱۷-۱۵، ۲۰ و ۲۱).

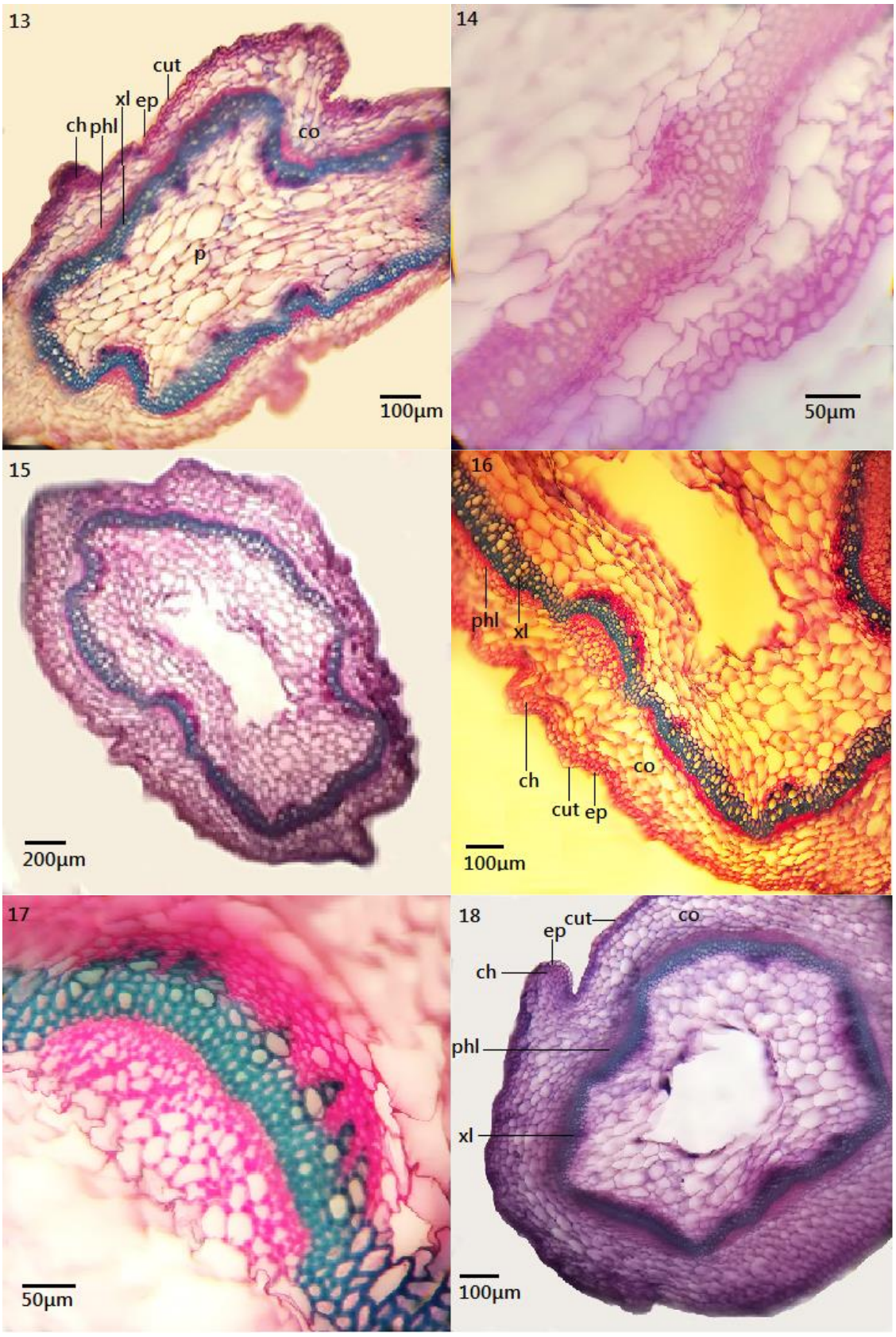
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304



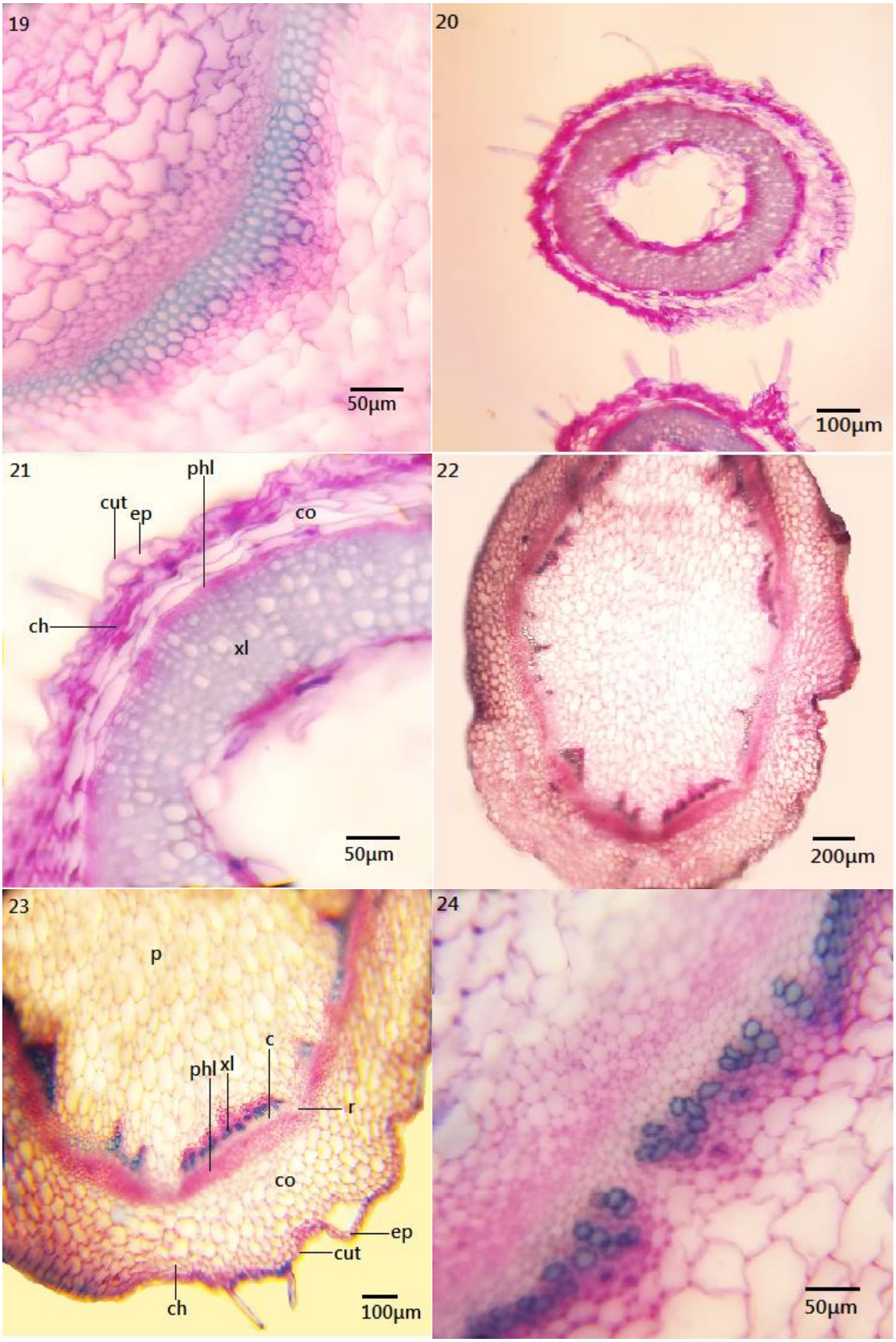
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304



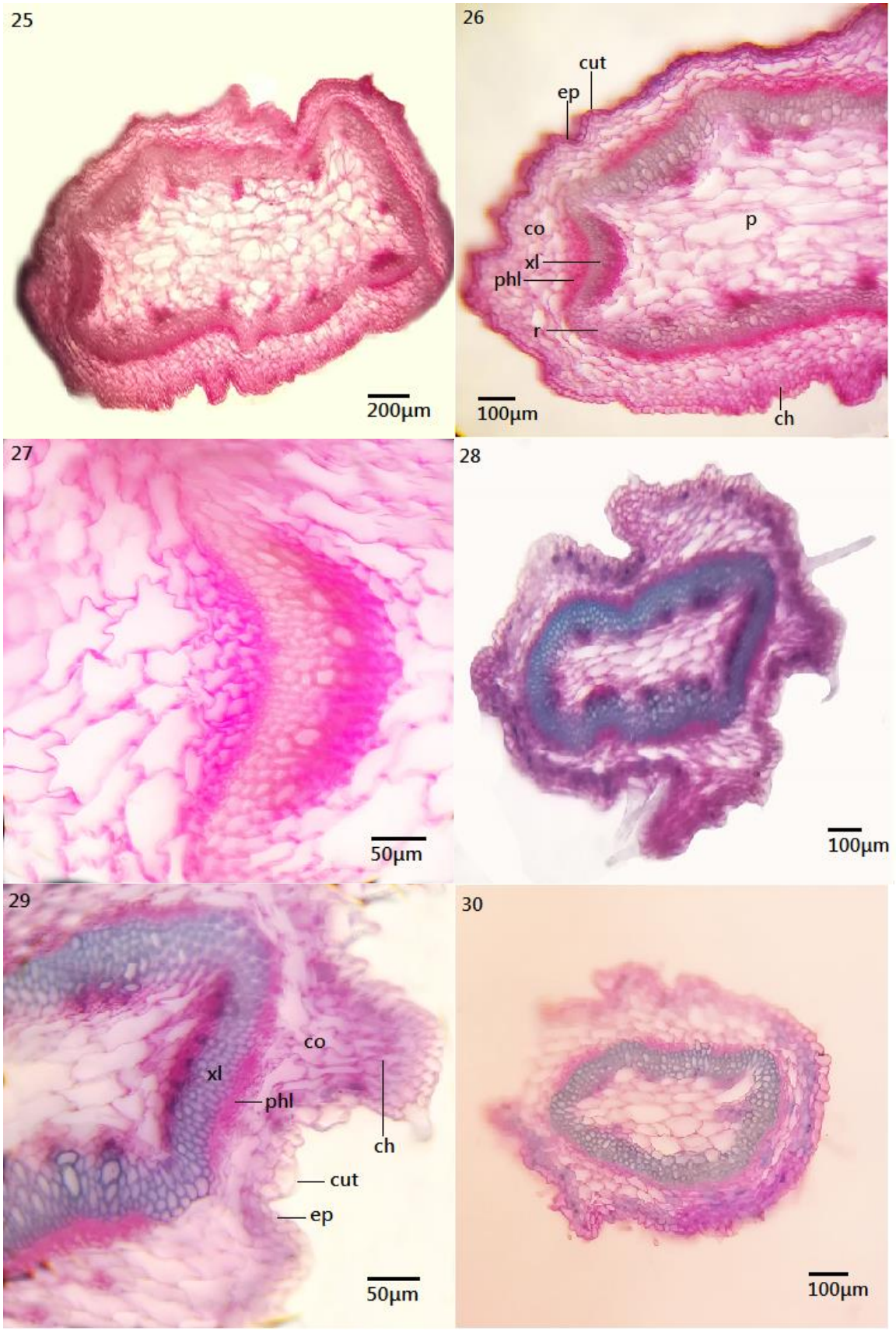
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304 مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹



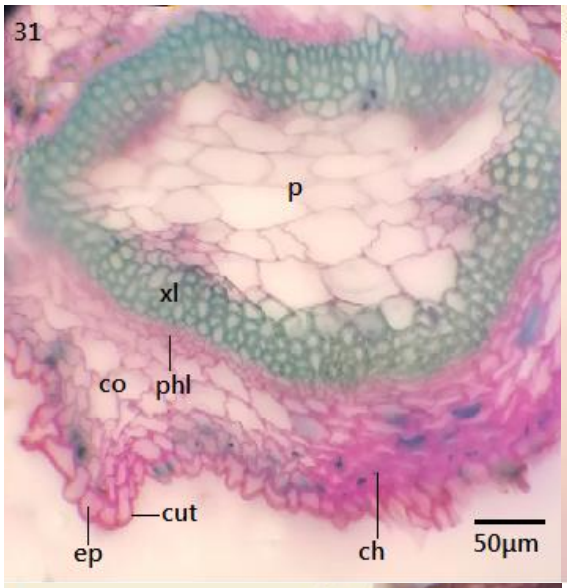
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

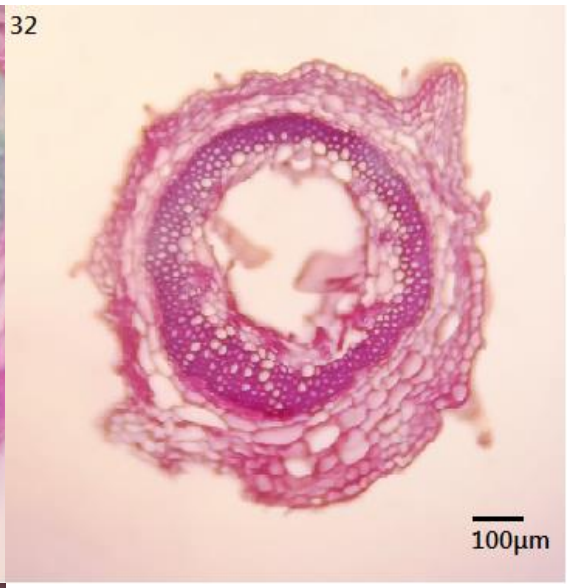


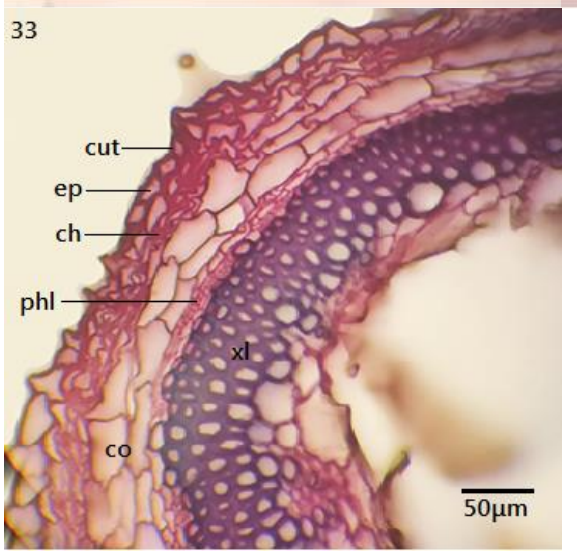
مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304



مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹ DOI: 10.22034/JPR.2024.2304







شکل ۱- تصاویر ۱ و ۲ متعلق به گونه *M. diminuta*، تصاویر ۳ تا ۵ متعلق به گونه *M. olympica*، تصاویر ۶ و ۷ متعلق به گونه *M. Asiatica*، تصاویر ۸ تا ۱۰ متعلق به گونه *M. pseudopropinqua*، تصاویر ۱۱ و ۱۲ متعلق به گونه *M. lithospermifolia*، تصاویر ۱۳ و ۱۴ متعلق به *M. propinqua* تصاویر ۱۵ تا ۱۷ متعلق به گونه *M. sparsiflora*، تصاویر ۱۸ و ۱۹ متعلق به گونه *M. alpestris*، تصاویر ۲۰ و ۲۱ متعلق به گونه *M. ramosissima*، تصاویر ۲۲ تا ۲۴ متعلق به گونه *M. sylvatica*، تصاویر ۲۵ تا ۲۷ متعلق به گونه *M. scorpioides*، تصاویر ۲۸ و ۲۹ متعلق به گونه *M. Stricta*، تصاویر ۳۰ و ۳۱ متعلق به گونه *M. minutiflora* و تصاویر ۳۲ و ۳۳ متعلق است به گونه *M. anomala*.
ep اپیدرم، c کامبیوم، ch کلانشیم، co پوست، cut کوتیکول، p مغز، phl آبکش، r اشعه مغزی، xl چوب.

مغز ساقه تو پر در همه گونه‌ها به جز *M. alpestris*، *M. anomala*، *M. lithospermifolia*، *M. olympica*، *M. pseudopropinqua*، *M. propinqua* و *M. ramosissima* مشاهده گردید (شکل ۱ تصاویر ۵-۳، ۱۴-۸، ۲۱-۱۸، ۳۲ و ۳۳). در گونه‌های *M. anomala*، *M. minutiflora*، *M. sylvatica*، *M. ramosissima* و *M. stricta* اشعه مغزی مشاهده نشد (شکل ۱ تصاویر ۲۸، ۲۹، ۲۴-۲۰ و ۳۳-۳۰). تعداد لایه‌های اپیدرم در تمام گونه‌ها به جز گونه *M. sparsiflora* (شکل ۱ تصاویر ۱۷-۱۵) و *M. sylvatica* (شکل ۱ تصاویر ۲۴-۲۲) که دو ردیفی است در مابقی گونه‌ها تک ردیف است. بیشترین و کمترین ضخامت بافت پوست به ترتیب مربوط به *M. sylvatica* (شکل ۱ تصاویر ۲۴-۲۲) و *M. stricta* (شکل ۱ تصاویر ۲۸ و ۲۹) بود. بیشترین و کمترین عرض دستجات آوندی به ترتیب مربوط به *M. sylvatica* (شکل ۱ تصاویر ۲۴-۲۲) و *M. diminuta* (شکل ۱ تصاویر ۱ و ۲) بود. قطورترین ساقه در *M. sylvatica* (شکل ۱ تصاویر ۲۴-۲۲) و نازکترین مورد در *M. diminuta* (شکل ۱ تصاویر ۱ و ۲) دیده شد.

بیشترین و کمترین قطر کلانشیم به ترتیب در گونه‌های *M. ramosissima* (شکل ۱ تصاویر ۲۰ و ۲۱) و *M. diminuta* (شکل ۱ تصاویر ۱ و ۲) مشاهده گردید (جدول ۲).

DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

جدول ۲- صفات تشریحی اندازه‌گیری شده از گونه‌های متعلق به سرده *Myosotis*، واحدها بر حسب میکرومتر (µm).

ردیف	گونه	عرض/طول سلول های اپیدرم	تعداد ردیف سلول های کلانشیم	عرض پوست/عرض ساقه	ضخامت دستجات آوندی/عرض ساقه	عرض آوند آبکش /عرض آوند چوب
		A	B	C	D	E
1	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	۰/۷۸۴ –۱/۱۴۶	۳-۱	۰/۰۵۰۷-۰/۰۹۱۶	۰/۰۳۹۵-۰/۰۹۵۶	۰/۹۶-۰/۶۹
2	*M. anomala* Riedl.	۱/۸۹۷ – ۱/۸۱۶	۴-۲	۰/۰۳۸۸-۰/۱۲۶	۰/۰۶۲-۰/۱۶۳	۰/۰۸۵-۰/۱۴۹
3	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	۰/۹۵۸ –۱/۷۵۴	۳-۲	۰/۱۱۴-۰/۱۱۳	۰/۷۱۱-۰/۱۲۷	۰/۲۷۱-۰/۵۱۱
4	*M. diminuta* Grau	۰/۷۹ –۰/۸۳۲	۴-۳	۰/۳۸۱-۰/۲۲۹	۰/۲۹۰-۰/۱۸۵	۰/۵۳۸-۰/۸۹۹
5	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	۲/۰۳–۱/۰۱۲۹	۳-۱	۰/۰۶۳-۰/۲۶۳	۰/۰۴۸-۰/۰۶۴	۲/۷–۱/۴۴
6	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	۰/۸۷۷-۰/۴۸۲	۴-۲	۰/۰۳۹۹-۰/۱۲۴	۰/۱۶۳-۰/۱۸۷	۰/۱۳۸-۰/۳۱۶
7	*M. olympica* Boiss.	۰/۷۶۴-۰/۸۵۳	۶-۳	۰/۰۳۴-۰/۰۲۴۶	۰/۱۲۶-۰/۳۰۲	۰/۴۴۷-۰/۲۸۹
8	*M. pseudopropinqua* Popov	۰/۵۳-۰/۸۸	۴-۱	۰/۰۷۸-۰/۱۱۱	۰/۰۹۷-۰/۰۵۳	۰/۳۴۶-۰/۵۰۵
9	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	۰/۵۸-۰/۷۹	۳-۱	۰/۰۲۸-۰/۱۱	۰/۰۷۸۲-۰/۰۸۲۳	۰/۷۰۶-۰/۷۹
10	*M. scorpioides* L.	۰/۹۹۲-۱/۲۰۴	۴-۲	۰/۰۵۳-۰/۰۷۴۸	۰/۰۹۷۹-۰/۰۷۶۴	۰/۳۴۲-۰/۳۵۳
11	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	۱/۵۸۱-۱/۰۳۰۷	۳-۱	۰/۰۴۰۷-۰/۰۵۷۵	۰/۰۶۴۷-۰/۰۵۱۲	۰/۶-۰/۸۰۶
12	*M. sylvatica* Hoffm.	۰/۷۸۴– ۱/۱۴۶	۳-۲	۰/۰۴۹۲-۰/۱۰۵۲	۰/۰۵۵-۰/۰۸۰۹	۰/۶۲۵-۲
13	*M. ramosissima* Rochel ex. Schult.	۱/۸۱۶– ۱/۸۹۷	۴-۲	۰/۰۳۰۹-۰/۰۹۸۵	۰/۱۹۵-۰/۲۰۳	۰/۰۶۳۲-۰/۱۷۱
14	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	۰/۹۵۸– ۱/۷۵۴	۴-۲	۰/۰۲۲۵-۰/۰۹۷۲	۰/۱۲۹-۰/۱۱۷	۰/۲۲۲-۰/۴۵۵

DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

ادامه جدول ۲- صفات تشریحی اندازه‌گیری شده از گونه‌های متعلق به سرده *Myosotis*، واحدها بر حسب میکرومتر (µm).

ردیف	گونه	عرض آوند چوب/عرض ساقه	عرض آوند آبکش /عرض ساقه	قطر کوتیکول	تعداد دستجات آوندی	دارا بودن کرک	قطر پایه کرک
		F	G	H	I	J	K
1	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	۰/۰۲۰۵-۰/۰۳۱۸	۰/۰۱۹۷-۰/۰۲۲	۱/۵-۱/۸	۸	+	۴۰
2	*M. anomala* Riedl.	۰/۰۶۷۴-۰/۱۱۷	۰/۰۰۵۷-۰/۰۱۷۵	۱/۵۳۷-۴/۹۱۹	۶	+	۷۵
3	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	۰/۰۵۲-۰/۰۴۶	۰/۰۱۴۲-۰/۰۲۳	۱/۵۳۰-۴/۸۶۱	۹	-	-
4	*M. diminuta* Grau	۰/۰۷۶-۰/۰۹۳	۰/۰۶۹-۰/۰۹۱	۱/۵۳۷-۲/۱۷۳	۵	–	-
5	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	۰/۰۱-۰/۰۱۸	۰/۰۲۸-۰/۰۲۷	۱/۵۰۳-۲/۳۷۷	۶	+	۳۸
6	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	۰/۰۷۹-۰/۰۹۸	۰/۰۱۱-۰/۰۳۱	۱/۰۸۷-۲/۴۳۱	۸	+	۴۵
7	*M. olympica* Boiss.	۰/۰۳۱۵-۰/۰۶۷۴	۰/۱۴۱-۰/۰۱۹۵	۳/۵۱۴-۵/۵۵۶	۶	+	۱۰۱
8	*M. pseudopropinqua* Popov	۰/۰۴۴-۰/۰۲۶	۰/۰۱۵-۰/۰۱۳	۱/۰۷-۳/۹۱۸	۱۳	+	۴۸
9	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	۰/۰۲۸-۰/۰۳۳	۰/۰۲-۰/۰۲۶	۱/۰۸۶-۲/۲۴۲	۱۵	+	۴۲
10	*M. scorpioides* L.	۰/۰۳۸۶-۰/۰۴۸۵	۰/۰۱۳۲-۰/۰۱۷۱	۱/۵-۴/۵	۱۲	-	-
11	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	۰/۰۳۲۲-۰/۰۳۳۸	۰/۰۱۹۳-۰/۰۲۷۲	۱/۵۳-۲/۶۱	۱۰	-	-
12	*M. sylvatica* Hoffm.	۰/۰۰۴۲-۰/۰۳۱۴	۰/۰۸۴۳-۰/۰۱۹۶	۱/۸۰۱-۵/۲۴۲	۱۱	+	۲۷
13	*M. ramosissima* Rochel ex. Schult.	۰/۱۳۸۳-۰/۱۳۶۱	۰/۰۰۸۹۵-۰/۰۲۳	۲/۱۲۸-۹/۰۲۷	۵	+	۲۰
14	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	۰/۰۷۵۳-۰/۰۸۳۵	۰/۰۱۶۷-۰/۰۳۸	۱/۶۴۳-۴/۶۴۶	۵	+	۱۹

DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

ادامه جدول ۲- صفات تشریحی اندازه‌گیری شده از گونه‌های متعلق به سرده *Myosotis*، واحدها بر حسب میکرومتر (µm).

ردیف	گونه	مغز ساقه تو پر	نوع استل	اشعه مغزی	ضخامت پوست ساقه	ضخامت دستجات آوندی	قطر ساقه
		L	M	N	O	P	Q
1	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	-	یوستل	+	۸۶/۶۴۷-۱۸۵/۹۶۹	۶۷/۴۸۲-۱۹۴/۰۶۶	۱۷۰۶/۳۵-۲۰۲۸/۳۵۳
2	*M. anomala* Riedl.	-	یوستل	-	۳۹/۴۶۰-۱۵۲/۶۰۱	۶۳/۴۲۷-۱۹۷/۶۲۷	۱۰۱۶/۴۳۹-۱۲۰۸/۳۰۵
3	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	+	یوستل	+	۱۲۰/۱۳۴-۲۶۶/۴۹۹	۱۶۳/۱۵۸-۲۰۰/۹۶۱	۱۰۴۴/۷۰۷-۱۹۹۵/۹۲۴
4	*M. diminuta* Grau	+	یوستل	+	۲۶/۰۷۸-۱۶۱/۳۷۸	۳۴/۶۸۴-۴۴/۶۰۴	۲۲۵/۸۹۰-۴۸۳/۸۰۱
5	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	+	یوستل	+	۸۰-۴۹۲/۹۳۵	۶۱/۲۲-۱۲۱/۱۸۷	۱۲۵۳/۱۸۷۳–۹۹۶/۸۶
6	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	+	یوستل	-	۱۸/۹۷۷-۸۴/۲۱۱	۷۷/۷۱-۱۲۶/۷۵۴	۴۷۵/۰۲۷-۶۷۶/۷۲
7	*M. olympica* Boiss.	-	یوستل	+	۴۵/۸۱۲-۱۵۴/۸۶۰	۱۲۶/۶۸۶-۱۸۸/۸۸۹	۱۸۶۲/۰۸۴-۲۴۴۰/۱۶۸
8	*M. pseudopropinqua* Popov	-	یوستل	+	۱۰۸/۲۲۵-۳۵۹/۸۶۵	۱۳۴/۶۱۱-۱۷۴	۱۳۸۱/۹۳۸-۳۲۲۸/۰۵۹
9	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	+	یوستل	+	۳۱/۴۲۷-۲۳۴/۴۸۹	۸۶/۷۸۱-۱۷۳/۵۶۱	۱۱۰۸/۹۹۱-۲۱۰۸/۷۷۱
10	*M. scorpioides* L.	+	یوستل	+	۵۶/۵۶۹-۱۸۰	۱۰۴/۴۰۱-۱۸۳/۸۴۸	۱۰۶۶/۲۰۸-۲۴۰۳/۵۱۸
11	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	-	یوستل	-	۶۳/۱۶۷-۱۵۲/۱۲۵	۱۰۰/۴۶-۱۳۵/۴۲	۱۵۵۰/۴۸۱-۲۶۴۱/۸۸۴
12	*M. sylvatica* Hoffm.	+	یوستل	+	۱۳۶/۹۶۲-۳۹۷/۴۰۵	۱۵۴/۴۷۴-۳۰۵/۵۸	۲۷۸۰/۵۴۸-۳۷۷۴/۳۶
13	*M. ramosissima* Rochel ex. Schult.	-	یوستل	-	۲۹/۴۱۲-۱۱۰/۹۸۰	۱۸۶/۱۶-۲۲۸/۸۰۸	۹۵۰/۵۶-۱۱۲۶/۶۲
14	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	+	یوستل	-	۱۵/۷۰۳-۱۱۰/۴۱۶	۹۰/۳۵۷-۱۳۳/۴۴۷	۶۹۷/۶۲۸-۱۱۳۴/۹۴۹

ادامه جدول ۲- صفات تشریحی اندازه‌گیری شده از گونه‌های متعلق به سرده *Myosotis*، واحدها بر حسب میکرومتر (µm).

ردیف	گونه	عرض دستجات آوندی	ضخامت کلانشیم	ضخامت آبکش	تعداد لایه های اپیدرم	طول اپیدرم
		R	S	T	U	V
1	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	۱۵۰/۸۹۵-۹۰۸/۷۰۱	۲۸/۳۴۳-۷۳/۳۰۷	۳۳/۷۰۱-۴۴/۶۵۹	۱	۵/۲۶۱-۱۸/۹۷۷
2	*M. anomala* Riedl.	۸۱/۹۳۲-۳۴۸/۴۲	۱۲/۶۷۶-۲۸/۳۴۴	۵/۸۸۲-۲۱/۲۰۹	۱	۲/۴۳۱-۱۹/۶۸۶
3	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	۲۵۴/۲۹۸-۷۴۳/۲۱	۱۵/۷۸۹-۷۳/۱۱۸	۱۴/۸۸۴-۴۷/۶۰۸	۱	۱۰/۰۲۱-۳۳/۲۷۲
4	*M. diminuta* Grau	۴۹/۱۹-۶۰/۰۱	۸/۷۶۳-۲۵/۶۴۷	۹/۳۴۸-۱۳/۰۴۰	۱	۸/۷۶۳-۲۵/۸۳۸
5	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	۲۵۸/۰۱-۶۰۱/۲۱	۱۴/۴۰۳-۵۵/۴۷۰	۳۵/۵۱۸-۵۱/۱۴۱	۱	۷/۷۳۶-۱۰/۳۰۹
6	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	۸۴/۳۷۵-۱۸۹/۷۶۶	۱۲/۶۷۶-۲۲/۸۵۲	۵/۲۶۳-۲۱/۰۵۳	۱	۵/۵۴۵-۲۰/۲۳
7	*M. olympica* Boiss.	۲۳۶/۲۳۵-۷۳۸/۵۳۴	۱۸/۹۱۵-۸۴/۷۴۹	۲۶/۲۷-۴۷/۶۰۱	۱	۱۱/۷۵۳-۱۸/۹۵۰
8	*M. pseudopropinqua* Popov	۱۱۹/۸۵۳-۷۹۸/۹۸	۱۰/۵۱۲-۹۶/۹۱۴	۲۱/۴۲–۲۴/۴۷	۱	۱۴/۱۶۹-۳۹/۳۷۷
9	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	۵۹/۸۳۵-۵۰۶/۷۴۶	۱۵/۷۱۳-۱۰۴/۸۸۷	۲۲/۵۵–۲۳/۵۵۶	۱	۷/۶۷۹-۲۱/۴۱۸
10	*M. scorpioides* L.	۱۰۷/۷۰۳-۶۹۵/۸۴۵	۳۲/۳۴۴-۱۰۱/۸۲۹	۱۴/۲۴۱-۴۱/۲۳۱	۱	۱۱/۰۹۴-۲۳/۴۰۳
11	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	۱۵۰/۸۹۵-۶۱۸/۲۸۵	۱۸/۰۰۵-۹۹/۸۷۵	۲۹/۹۶۳-۷۲/۰۲۱	۲	۷/۰۶۲-۲۸/۲۴۹
12	*M. sylvatica* Hoffm.	۲۹۹/۴۲۵-۹۸۷/۵۳۸	۲۷/۷۳۵-۱۳۴/۱۶۴	۲۳/۴۸۹-۷۴/۲۷۸	۲	۱۱/۰۹۴-۲۴/۸۰۷
13	*M. ramosissima* Rochel ex.Schult.	۱۱۷/۷۹۴-۵۵۹/۴	۴۷/۴۲۵-۱۰۴/۰۹۶	۸/۳۱۹-۲۶/۳۰۷	۱	۴/۷۵۸-۲۲/۱۳۷
14	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	۹۲/۷۵۱-۲۲۶/۵۸۹	۱۵/۷۰۳-۱۰۷/۹۰۷	۱۱/۷۰۴-۴۳/۱۶۳	۱	۸/۲۱۳-۲۷/۶۰۹

مجله پژوهشهای گیاهی (مجله زیست شناسی ایران)
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹ DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

ادامه جدول ۲- صفات تشریحی اندازه‌گیری شده از گونه‌های متعلق به سرده *Myosotis*، واحدها بر حسب میکرومتر (µm).

ردیف	گونه	ضخامت آوند چوب	یک ساله یا چند ساله	ساقه منفرد یا چند تایی	وضعیت ساقه
		W	X	Y	Z
1	*M. alpestris* F.W.Schmidt.	۳۵/۰۸۲-۶۴/۶۸۹	چند ساله	منفرد	افراشته
2	*M. anomala* Riedl.	۶۸/۵۹۹-۱۴۱/۴۲۱	چند ساله	چند تایی	کپه ایی
3	*M. asiatica* (Vestergr.) Schischk. & Serg.	۵۴/۸۹۴-۹۳/۱۱۵	چند ساله	چند تایی	افراشته
4	*M. diminuta* Grau	۱۶/۳۷۰-۲۱/۷۸۲	یک ساله	منفرد	افراشته
5	*M. lithospermifolia* (Willd.) Hornem.	۱۳/۱۵۳-۳۵/۲۹۴	چند ساله	چند تایی	افراشته
6	*M. minutiflora* Boiss. & Reut.	۳۷/۹۵۳-۶۶/۵۷۵	یک ساله	منفرد	افراشته
7	*M. olympica* Boiss.	۱۶۴/۶۱۹-۵۸/۷۶۳	چند ساله	منفرد	کپه ایی
8	*M. pseudopropinqua* Popov	۶۱/۲۹۴-۸۴/۰۹۴	یک ساله	منفرد	افراشته
9	*M. propinqua* Fisch. & C.A.Mey.	۳۱/۴۶۵-۷۰/۲۷۳	یک ساله	منفرد	افراشته
10	*M. scorpioides* L.	۴۱/۲۳۱-۱۱۶/۶۱۹	چند ساله	چند تایی	افراشته
11	*M. sparsiflora* J.C.Mikan ex Pohl.	۴۹/۹۳۷-۸۹/۳۳۱	یک ساله	منفرد	افراشته
12	*M. sylvatica* Hoffm.	۱۱/۷۴۴-۱۱۸/۷۰۷	چند ساله	چند تایی	افراشته
13	*M. ramosissima* Rochel ex. Schult.	۱۳۱/۵۳۳-۱۵۳/۳۹۳	یک ساله	چند تایی	افراشته
14	*M. stricta* Link ex Roem. & Schult.	۵۲/۶۰۳-۹۴/۷۹۶	یک ساله	منفرد	افراشته

صفات مورد مطالعه توسط نرم‌افزار Past مورد آنالیز قرار گرفت. باتوجه به اینکه درصد Variance یا تغییرات صفات تشریحی ساقه زیر ۶۰ درصد (۴۸ درصد) بود (شکل ۲) بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که بررسی صفات ساقه جهت مطالعه سیستماتیکی این سرده تغییرات زیادی را نشان نداده و ارزش چندانی ندارد. اما می‌تواند در ترسیم درخت تبارشناختی و بررسی روابط گونه‌ای مفید باشد.

با توجه به شکل ۳ می‌توان نتیجه گرفت که بهترین و ارزشمندترین صفت جهت مطالعه ساقه در این سرده ضخامت پوست ساقه (O) و ضعیف‌ترین صفت در مطالعه حاضر قطر ساقه (Q) بود.

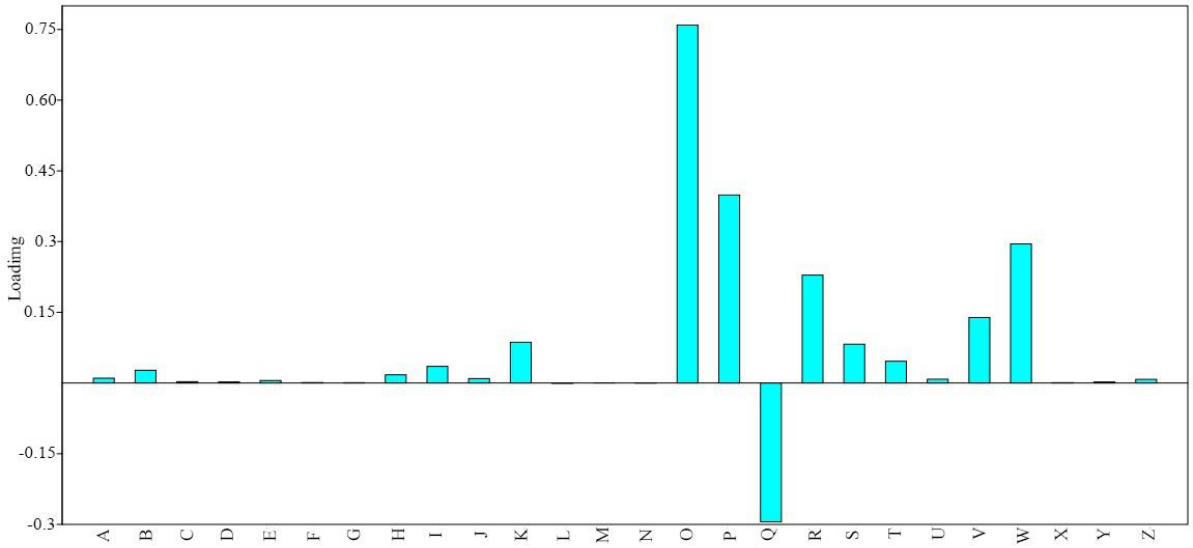
مشخص شد که مطالعات مورفولوژیکی ساقه برای جداسازی در سطح گونه مناسب بوده ولی برای جدا کردن در سطح بالای گونه مناسب نیستند. با توجه به شکل ۴ می‌توان عنوان داشت که موثرترین صفت برای جداسازی گونه *M. diminuta*، صفت ضخامت پوست ساقه (T) است.

PC	Eigenvalue	% variance
1	0.0067824	48.001
2	0.00471271	33.353
3	0.00170846	12.091
4	0.000678362	4.8009
5	0.000159458	1.1285
6	5.15762E-05	0.36502
7	2.00529E-05	0.14192
8	9.28355E-06	0.065702
9	5.73444E-06	0.040584
10	1.39454E-06	0.0098695
11	2.20399E-07	0.0015598
12	1.35287E-07	0.00095746
13	3.88989E-08	0.0002753

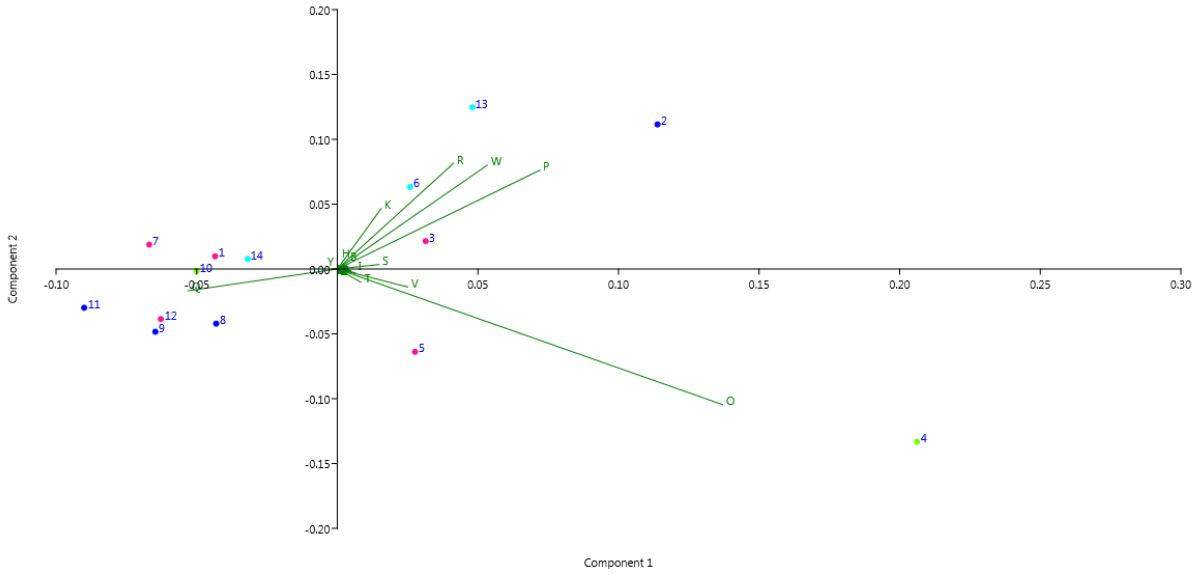
شکل۲- درصد تغییرات صفات مورد مطالعه توسط نرم افزار Past.

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

بهترین صفات برای جداسازی گونه‌های *M. anomala*، *M. ramosissima*، *M. minutiflora* و *M. asiatica* به ترتیب ضخامت دستجات آوندی (P)، ضخامت آوند چوب (W) و عرض دستجات آوندی (R) بوده و برای جداسازی گونه‌های *M. pseudopropinqua*، *M. propinqua*، *M. sylvatica*، *M. stricta*، *M. alpestries*، *M. olympica* و *M. sparsiflora* صفت قطر ساقه (Q) مناسب بوده است.



شکل ۳- نمودار ارزش مطالعه صفات مورد بررسی ساقه در نرم افزار Past (جدول شماره۲).



شکل۴- آنالیز PCA گونه‌های مورد مطالعه توسط نرم افزارPast. گونه‌های سری *Myosotis* با رنگ سبز، گونه‌های سری *Sylvatica* با رنگ صورتی، گونه‌های سری *Arvenses* با رنگ آبی کم رنگ و گونه‌های زیر سرده *Strophiostoma* با رنگ آبی پر رنگ نشان داده شده است.

DOI: 10.22034/JPR.2024.2304 مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹

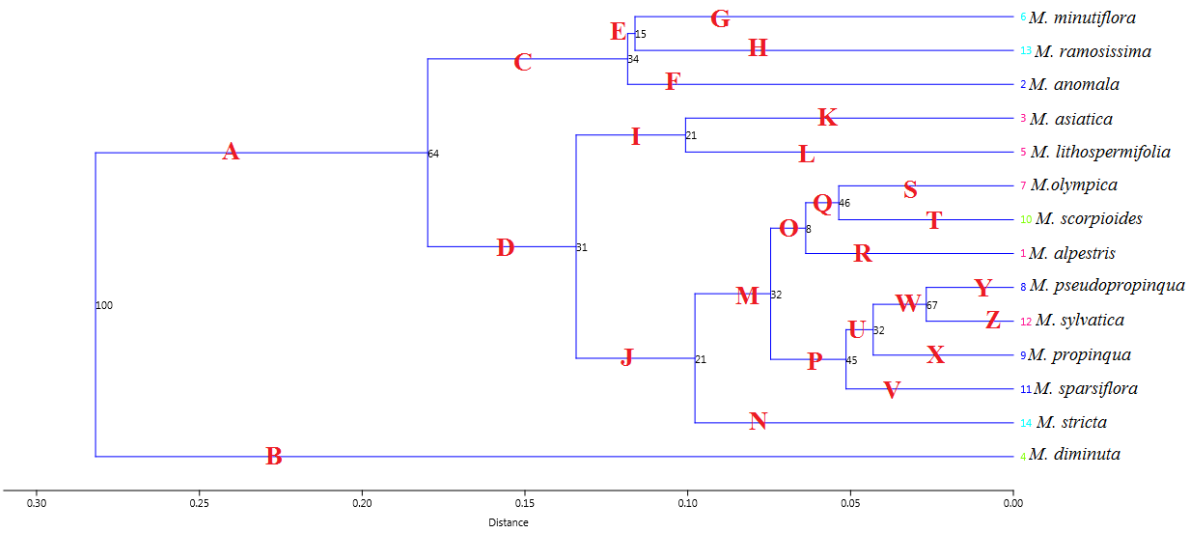
در مطالعه روابط آرایه‌شناختی صفات ساقه در گونه‌های سرده مورد مطالعه می‌توان عنوان داشت که مطالعات تشریحی ساقه می‌تواند برای جدا کردن در سطح گونه‌ها مفید باشد. بر اساس صفات مورد مطالعه یک خوشه شامل گونه *M. diminuta* و یک خوشه شامل گونه‌های دیگر شده و نمی‌تواند تا حدودی برای جدا کردن سطح بالای گونه مفید باشد. در درخت تبارشناختی مورد مطالعه، نخستین شاخه پایه با حمایت ۱۰۰ درصدی به دو کلاد A و B تفکیک شده که B شامل آرایه *M. diminuta* و A شامل سایر آرایه‌های *Myosotis* است. کلاد A با حمایت ۶۴ درصدی به دو کلاد C و D تقسیم شده است. کلاد C با حمایت ۳۴ درصدی به دو کلاد E و F جدا گردید که کلاد F شامل آرایه *M. anomala* و کلاد E با حمایت ۱۵ درصدی متعلق به دو آرایه خواهری *M. minutiflora* و *M. ramosissima* است. این دو با آرایه *M. anomala* به صورت مونوفیلیتیک و خواهری هستند. کلاد D با حمایت ۳۱ درصدی به دو کلاد I و J جدا شد که کلاد I به دو آرایه *M. asiatica* و *M. lithospermifolia* که خواهری هستند با حمایت ۲۱ درصدی جدا گردید. کلاد J با حمایت ۲۱ درصدی به دو کلاد M و N جدا شده که کلاد N آرایه *M. stricta* را شامل گردید. کلاد M با حمایت ۳۲ درصدی به دو کلاد O و P جدا شده که کلاد O خود با حمایت ۸ درصدی به دو کلاد R و Q تفکیک شده که کلاد R آرایه *M. alpestris* و کلاد Q با حمایت ۴۶ درصدی به دو آرایه خواهری *M.scorpioides* و *M. olympica* جدا شد و با آرایه *M. alpestris* به صورت مونوفیلیتیک و خواهری هستند. کلاد P با حمایت ۴۵ درصدی به دو کلاد U و V جدا شده که کلاد V شامل آرایه *M. sparsiflora* و کلاد U خود با حمایت ۳۲ درصدی به دو کلاد W و X تفکیک شده که کلاد X آرایه *M. propinqua* و کلاد W با حمایت ۶۷ درصدی به دو آرایه *M. sylvatica* و *M. pseudopropinqua* جدا شده که با آرایه *M. propinqua* مونوفیلیتیک و خواهری هستند. کلاد B پایه‌ای ترین دودمان است. بر اساس درخت بدست آمده بر اساس داده‌های تشریحی ساقه، دروی و نزدیکی گونه‌ها نسبت به هم یا "ارتباط بین گونه‌ها" متفاوت بوده. لذا گروه‌بندی‌های در سطح زیر سرده و سری بر اساس صفات مورفولوژیک را (۱۴ و ۲۸) تایید نمی‌کند. نکته قابل ذکر دیگر در این مطالعه این است که درخت تبارشناختی (شکل ۵) و آنالیز PCA (شکل ۴) بدست آمده از صفات آناتومی ساقه در این مطالعه نتایج همگن و یکسانی را نشان دادند.

بحث

از آنجایی که گونه‌های سرده *Myosotis* به صورت گیاهان یک و چند ساله علفی دیده می‌شوند و بسیار ظریف هستند (۱۵)، تاکنون تحقیقی در خصوص بررسی مقایسه‌ای تشریحی ساقه آن‌ها به خصوص در گونه‌های ایرانی صورت نپذیرفته است. لذا تحقیق حاضر به منظور مشخص کردن ارتباط آرایه‌شناسی گونه‌های این سرده صورت پذیرفت. ارزشمندترین صفت مورد مطالعه در تحقیق حاضر صفت ضخامت پوست ساقه و کم ارزش‌ترین صفت قطر ساقه بود. سایر صفات مورد بررسی که بیشتر بر پایه اندازه‌گیری اجزای تشکیل دهنده ساقه استوار هستند. حد واسط بین این دو صفت هستند. در آنالیز PCA مطالعه حاضر، صفات ضخامت پوست ساقه، ضخامت دستجات آوندی، ضخامت آوند چوب، عرض دستجات آوندی و قطر ساقه جهت جداسازی در سطح گونه مفید بوده. در حالی که Guven و همکاران (۲۰۱۳) (۱۰) در سرده *Onosma* L. صفات نسبت قطر پوست به قطر ساقه، نسبت آوند آبکش به آوند چوبی، میانگین تعداد ردیف کلانشیم، میانگین سلول‌های پالیسید و اسفنجی و شاخص روزنه در جداسازی گونه‌ها را با اهمیت بیشتر بیان داشتند. همچنین Keshavarzi و همکاران (۲۰۱۳) (۱۴) نشان دادند که صفات قطر اپیدرم، قطر پوست، قطر اسکلرانشیم، قطر پارانشیم، نسبت قطر آوند به اپیدرم، نسبت قطر ساقه به اپیدرم، گسیختگی سلول‌های مغزی، عرض آوندها، قطر

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

آبکش داخلی، قطر ساقه و نسبت قطر ساقه به آوند جهت بررسی روابط بین گونه‌ایی در سرده *Anchusa* L. مفید بوده، که همانند صفات ضخامت پوست، عرض دستجات آوندی و قطر ساقه در تحقیق حاضر است.



شکل۵- درخت تبارشناختی گونه‌های مورد مطالعه توسط نرم افزار Past.

Attar و همکاران (۲۰۱۹) (۵) در مطالعه PCA صفات ساقه و برگ قبیله Cynoglosseae مشخص کردند که نسبت عرض بافت اسفنجی به عرض بافت مزوفیل، میانگین تعداد ردیف سلول‌های اسفنجی، میانگین تعداد ردیف سلول‌های پالیسید، نسبت عرض آوند آبکش به عرض آوند چوبی متغیرترین صفات تشریحی جهت جداسازی گونه‌های مورد مطالعه هستند که یافته آن‌ها برخلاف صفات مشخص شده توسط آنالیز PCA تحقیق حاضر است. Karimi (۲۰۲۱) (۱۲) در مطالعه خود روی ویژگی-های تشریحی و ریختی برگ برخی از گونه‌های افرا به تحلیل خوشه‌های WARD و رسته‌بندی PCA با استفاده از نرم‌افزار R پرداخت و مشخص نمود که نتایج تحلیل رسته-بندی با تحلیل خوشه‌ای منطبق است که این با تحقیق حاضر که مشخص نمودیم، نتایج حاصل از PCA صفات ریخت‌شناسی و زیر ریخت‌شناسی ساقه با درخت تبار-شناختی رسم شده ساقه به کمک روش UPGMA، با استفاده از نرم افزار PAST منطبق بوده است. همخوانی دارد. Toluei و همکاران (۲۰۲۰) (۳۱) در مطالعه خود روی بررسی تنوع ریخت‌شناسی جمعیت‌های مختلف گل محمدی نشان دادند که آنالیز خوشه‌ای و PCA بر اساس صفات ریخت‌شناسی نظیر ساقه، برگ و گل می‌تواند در جداسازی جمعیت‌ها مفید باشد که این همانند تحقیق حاضر که بیان داشتیم آنالیز خوشه‌ایی و PCA بر اساس صفات ساقه می‌تواند در جداسازی تاکسومنومیکی ما در سطح گونه‌ایی مفید باشد تطابق دارد. به طور کلی بررسی صفات ساقه در این مطالعه به دلیل کم بودن میزان تغییرات این صفات به اندازه ۴۸/۰۰ درصد و زیر حد نرمال ۶۰ درصد بودن حاکی از مناسب نبودن این صفات جهت بررسی آرایه‌شناختی در این سرده است. اما در بررسی تبارزایی و شناخت رابطه گونه‌ای این سرده می‌تواند مفید قرار بگیرد. بر اساس Mahmoodi و همکاران (۲۰۱۵) (۲۰) و فلور ترکیه (۷)، گونه *M. diminuta* به کمک صفاتی نظیر یک‌ساله و بدون انشعاب بودن ساقه. تعداد گل کم، ۱ تا ۳ گل. کاسه گل با کرک‌های پراکنده غیر قلابی، از گونه‌های

DOI: 10.22034/JPR.2024.2304 مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹

خویشاوند خود جدا می‌شود. این گونه در سری *Myosotis*قرار دارد (۲۹). ولی با توجه به بررسی‌های مطالعه حاضر درخت تبارشناختی (شکل ۵) و آنالیز PCA (شکل ۴) این گونه کاملا از سایر گونه‌های مورد مطالعه به دلیل کوچک‌تر بودن ضخامت دستجات آوندی، قطر ساقه، عرض دستجات آوندی و ضخامت کلانشیم نسبت به سایر گونه‌های مورد مطالعه (جدول ۲) این گونه با حمایت ۱۰۰ درصدی متمایز می‌شود. در نتیجه بررسی صفات آناتومی ساقه در تحقیق حاضر موقعیت این گونه را در سرده بر اساس صفات مورفولوژیک (۱۵ و ۲۹) تایید نمی‌کند. در مطالعه Attar و همکاران (۲۰۱۹) (۵) روی آناتومی برگ و ساقه متعلق به ۸ سرده از قبیله Cynoglosseae مشخص نمودند که به طور کلی صفات تشریحی ساقه و برگ مشابه هستند و نسبت پوست به قطر ساقه و آوند، میانگین تعداد ردیف‌های کلانشیم در ساقه، ساختار کرک‌ها و آرایش مزوفیل نردبانی در برگ از نظر طبقه‌بندی مهم بودند که با نتایج تحقیق حاضر که مشخص شد بهترین صفت ساقه، صفت ضخامت پوست و ضعیف‌ترین صفت قطر ساقه است تضاد دارد. اما از لحاظ کلی که صفات ساقه در طبقه-بندی این تیره ارزش کم و اینکه این صفات می‌تواند در طبقه‌بندی سطح گونه‌ای سرده مفید باشد با مطالعه عطار و همکاران همخوانی دارد. سلول‌های اپیدرمی در گونه‌های مورد مطالعه دارای شکل نامنظم بوده و تعداد لایه‌های اپیدرم در بیشتر گونه‌ها یک لایه و در برخی دیگر دو لایه و تعداد لایه‌های کلانشیمی ۱ تا ۶ ردیف بود. وجود اپیدرم یا هیپودرم چند لایه به عنوان یک سازگاری اکولوژیکی گیاهان با محیط‌های خشک در نظر گرفته شده است که از هدر رفتن آب جلوگیری می‌کند (۸). Attar و همکاران (۲۰۱۹) نشان دادند که اپیدرم تک لایه‌ای با سلول‌های مستطیل شکل، پوشیده از کرک‌های ساده در برخی گونه-های قبیله Cynoglosseae وجود دارد (۵). آن‌ها همچنین بیان داشتند که کلانشیم در همه گونه‌های مورد مطالعه توسعه یافته و نزدیک به اپیدرم در ۲ تا ۴ ردیف قرار دارد.

در مطالعه‌ی Akcin و Senay (۲۰۰۷) (۴) بر روی خصوصیات ریخت‌شناختی و تشریحی *A. leptophylla* نشان داده شد که اپیدرم از سلول‌های منظم تشکیل و با یک کوتیکول نسبتاً ضخیم پوشیده شده است. آن‌ها همچنین عنوان داشتند که زیر اپیدرم ۳ تا ۷ لایه کلانشیم وجود دارد. بررسی خصوصیات ریخت‌شناختی و تشریحی ساقه گونه *H. monandra* Bunge مشخص نمود که ساقه دارای اپیدرم تک لایه با کوتیکول ضخیم در سطح خارجی و ۲ تا ۳ لایه کلانشیم است (۳۴). نتایج به دست آمده توسط این پژوهشگران برخلاف نتایج به دست آمده در این پژوهش است.

در این تحقیق در گروهی از گونه‌ها دستجات آوندی پیوسته و در گروهی دستجات آوندی به صورت منفرد و اشعه مغزی بین دستجات آوندی مشاهده شد. همچنین مغز ساقه در گروهی از گونه‌ها تو پر و در گروه دیگر از بین رفته است. در مطالعه ۲۵ گونه قبیله Cynoglosseae مشخص شد که دسته‌های آوندی در امتداد ساقه پیوسته بودند و مغز ساقه متشکل از سلول‌های پارانشیمی بزرگ و استوانه‌ای بود (۵). مغز ساقه تو پر و متشکل از سلول‌های پارانشیمی گرد درگونه *A. leptophylla* گزارش شده است (۴). این نتایج درتضاد با نتایج مطالعه حاضراست. ساقه توخالی به دلیل حذف سلول های مغزی در *H. monandra* مشاهده شد (۳۴) که همسو با نتایج به دست آمده در مورد برخی گونه‌های مورد مطالعه است.

Kandemir و همکاران (۲۰۱۹) (۱۰) به بررسی مقایسه‌ای آناتومی سرده *Heliotropium* L. یافت شده در ترکیه پرداختند. آن‌ها بیان داشتند که بررسی صفات برگ و ساقه از جمله اپیدرم، اندازه روزنه، تعداد لایه‌های هیپودرم، کلانشیم، پوست، شکل و ساختار کریستال‌ها، مزوفیل اسفنجی و نردبانی، تعداد سلول‌های همراه روزنه و کرک‌ها دارای ارزش طبقه‌بندی هستند که با تحقیق حاضرکه نشان داد صفت ضخامت پوست ساقه یکی از مهم‌ترین صفات

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹
DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

در مطالعه *Myosotis* است تطابق دارد. در پوست و مغز ساقه گونه‌های *Myosotis* ساختارهای ترشحی گزارش شده است (۱۹)، اما در گونه‌های مورد بررسی در این مطالعه مشاهده نگردید.

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که بررسی صفات ساقه جهت مطالعه در سطح گونه در این سرده می‌تواند تا حدودی مناسب باشد و در ترسیم درخت تبارشناختی، گونه‌ها را جدا کند، اما در مطالعه در سطح بالاتر از گونه زیاد مناسب نبوده و همچنین در بررسی دوری و نزدیکی گونه‌ها نسبت به هم یا "ارتباط بین گونه‌ها" در سطح زیر سرده و سری نتوانسته همانند مطالعات پیشین در حدبندی این سرده مناسب باشد. لذا پیشنهاد می‌شود از صفات ریز ریخت‌شناسی و ریخت‌شناسی بیشتری و همچنین از گونه-های بیشتری جهت درک بهتر روابط تبارشناختی این سرده استفاده نمود.

سپاسگزاری

نویسندگان از هرباریوم‌های دانشگاه خوارزمی (T, FAR) و هرباریوم TARI باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان تشکر و قدردانی خود را ابراز می‌نمایند. از داوران محترمی که این مقاله را داوری نمودند نیز سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

1. Ahmed HO. Kordofani MA (2012). Leaf and stem anatomy of five species from the genus *Heliotropium* L. (Boraginaceae) in Sudan. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, 10, 4575-4581.
2. Aldridge AE (1981). Anatomy and evolution in *Echium macaronesian* (Boraginaceae). Plant Systematics and Evolution, 138, 9-22.
3. Akcin ÖE. Şenel G. Akcln Y (2013). Leaf epidermis morphology of some *Onosma* (Boraginaceae) species from Turkey. Turkish Journal of Botany, 37(1), 55-64.
4. Akcin TA. Ulu Ş (2007). A morphological and anatomical study on *Anchusa leptophylla* Roemer & Schultes (Boraginaceae) distributed in the Black Sea Region of Turkey. Turkish Journal of Botany, 31, 4, 317-325.
5. Attar F. Esfandani-Bozchaloyi S. Mirtadzadini M. Ullah F. Zaman W (2019). Foliar and stem epidermal anatomy of the tribe Cynoglosseae (Boraginaceae) and their taxonomic significance. Microscopy Research and Technique, 82(6), 786-802.
6. Cohen JI (2014). A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of Boraginaceae: evolutionary relationships, taxonomy, and patterns of character evolution. Cladistics, 30(2), 139-169.
7. Davis PH (1978). Flora of Turkey and the East Aegean Islands. Vol 6.
8. Díez MJ (1994). A general survey of pollen types in *Anchusa* L. (Boraginaceae) in relation to taxonomy. Acta Botanica Gallica, 141(2), 233-242.
9. Gostin I (2009). Histo-anatomical and peculiarities of the aerial vegetative organs in *Pulmonaria officinalis* L. and *Pulmonaria rubra* Schott. Universitatea de Ştiinţe Agricole şi Medicină Veterinară Iaşi, 52, 174-180.
10. Guven, S. Beyazoglu O. Makbul S. Turkmen Z. Kandemir A (2013). Anatomical features of six *Onosma* L. (Boraginaceae) species from Turkey. Iranian Journal of Botany, 19(1), 94-103.
11. Kandemir N. Çelik A. Shah SN. Razzaq A (2020). Comparative microanatomical investigation of genus *Heliotropium* L. (Boraginaceae) found in Turkey. Flora, 262, 151495.
12. Karimi Z (2021). Leaf anatomical and morphological characters of some species of *Acer*. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 34(3), 616-631.
13. Kasem WT (2015). Macro and micromorphological studies on seven species of *Heliotropium* L. (Boraginaceae Juss.) in south west of Saudi Arabia. American Journal of Plant Sciences, 6(9), 1370-1377.
14. Keshavarzi M. Nasrollahi F. Sheidai M (2013). Stem and fruit anatomical study of the *Anchusa* species (Boraginaceae) in Iran. Phytologia Balcanica, 19(2), 193-199.

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹ DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

15. Khatamsaz M (2002). Boraginaceae. In: Assadi M. (Chief Editor). Flora of Iran, no. 39. RIFR. Tehran. 504 p.

16. Mabberley DJ (2008). Mabberley's Plant-book: a portable dictionary of plants, their classifications and uses. Cambridge University Press.

17. Metcalfe CR. Chalk L (1950). Anatomy of the dicotyledons: leaves, stem, and wood, in relation to taxonomy, with notes on economic uses.

18. Metcalfe CR. Chalk L (1979). Anatomy of dicotyledons I. Oxford University Press. London. England. 279s.

19. Metcalfe CR. Chalk L (1983). Anatomy of the dicotyledons. Wood structure and conclusion of the general introduction. Oxford. 2: 297.

20. Mahmoodi M. Ghahremaninejad F. Maassoumi AA (2015). A new record of the genus *Myosotis* (Boraginaceae) for the flora of Iran: Rediscovery of a rare plant. The Iranian Journal of Botany, 21(1), 43-46.

21. Meudt HM (2016). Pollen morphology and its taxonomic utility in the southern hemisphere bracteate-prostrate forget-me-nots (*Myosotis* L., Boraginaceae). New Zealand Journal of Botany, 54(4), 475-497.

22. Nasir YL (1989). *Myosotis* (Boraginaceae), in Ali, SI and Nasir, YJ (eds.), Flora of Pakistan. No. 191.

23. Ning JC. Xi YZ. Zhang YL (1992). Pollen morphology of the tribe Anchuseae DC. and its taxonomic significance. Cathaya, 4, 79-90.

24. Noroozi M. Ghahremaninejad F. Bogler D. Witherspoon JM. Ryan GL. Miller JS. Riahi M.Cohen JI (2022). Parsing a plethora of pollen: the role of pollen size and shape in the evolution of Boraginaceae. Cladistics, 38(2), 204-226.

25. Nyawuame HGK. Gill LS (1990). Structure and ontogeny of stomata in some tropical ornamental plants (monocotyledons). Plant Biosystem, 124(2-3), 249-258.

26. Park CU (1982). Study of the secondary xylem in herbaceous dicotyledons I. Boraginaceae, Cruciferae, and Euphorbiaceae. Transactions of the Missouri Academy of Science, 16, 25-36.

27. Powo (Plants of the World Online) (2023). Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. http://www.plantsoftheworldonline.org.

28. Retief E. Van Wyk AE (1997). Palynology of southern African Boraginaceae: the genera *Lobostemon*, *Echiostachys* and *Echium*. Grana, 36(5), 271-278.

29. Riedl H. (1967). Boraginaceae. In: Flora Iranica (Ed. Rechinger, K.H.). 48, 97-146. Akademische Drück- und Verlagsanstalt, Graz.

30. Selvi F. Bigazzi M (2001). Leaf surface and anatomy in Boraginaceae tribe Boragineae with respect to ecology and taxonomy. Flora, 196, 4, 269-285.

31. Toluei Z. Arefi Tork Abadi M. Hosseini Tafreshi SA (2020). Evaluation of morphological variation of different populations of *Rosa damascena* Mill. from Kashan and its correlation with essential oil content. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 33(1), 142-154.

32. Weigend M. Selvi F. Thomas DC. Hilger HH. (2016). "Boraginaceae", in Flowering Plants. Eudicots, the families and genera of vascular plants 14, J.W. Kadereit and V. Bittrich (eds.) (Cham: Springer International Publishing), 41-102.

33. Winkworth RC. Grau J. Robertson AW. Lockhart PJ (2002). The origins and evolution of the genus *Myosotis* L. (Boraginaceae). Molecular Phylogenetics and Evolution, 24(2), 180-193.

34. Yousefi M (2010). Morphological and anatomical study of threatened endemic *Heliocarya monandra* Bunge (Boraginaceae) in Iran. The Iranian Journal of Botany, 16(2), 273-281.

مقاله پژوهشی، صفحات ۲۷۴-۲۵۹ DOI: 10.22034/JPR.2024.2304

Comparative investigation of stem anatomy in some Iranian species of genus *Myosotis* L. (Boraginaceae)

Akbarnejad B.[1], Ghahremaninejad F.[1], Bidarlord M.[2], Hoseini E.[3], Riahi M.[1] and Shirkhani Z.[1]

[1] Dept. of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran, I.R. of Iran

[2] Dept. of Forests and Pastures and Watershed Management, Research and Education Center for Agriculture and Natural Resources of Guilan Province, Rasht, I.R. of Iran

[3] Iranian Biology Society Office, Tehran, I.R. of Iran

Abstract

The genus *Myosotis* L. is present in Iran with 18 herbaceous species, which mostly grow in temperate and humid regions. The present study was conducted for the first time to identify and describe the important anatomical features of the stem in this genus. Qualititative and quantitative characteristics of the stem of 14 species such as stem condition, stem diameter, xylem diameter, phloem diameter, collenchyma diameter, epidermis diameter, cortex diameter, trichome base diameter, and the number of rows of collenchyma cells were measured by ImageJ software. The phylogenetic tree was drawn with the help of Past 4.13v software and the species relationships of this genus were studied. To differentiate the species in this genus, the most valuable trait was cortex diameter and the least valuable trait was stem diameter. It was also found that due to the low level of changes (48 %), the stem traits did not show much diversity for the systematic study of this genus. Based on the tree derived from the anatomical features of the stem, "interspecies relations" are shown differently and it does not confirm the groupings at the level of subgenus and series obtained from previous studies.

Keywords: forget-me-not, anatomy, stem, taxonomy, micromorphology