

DOI: 10.22092/BOTANY.2022.357957.1297

ساختار بافت نوشجای و اهمیت آرایه‌شناختی آن در جنس چلیپا

دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۰۷ / پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۶

امین زراعتکار: استادیار پژوهش بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

فرخ قهرمانی نژاد✉: استاد گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه خوارزمی، تهران 1571914911، ایران (fgh@khu.ac.ir)

مصطفی اسدی: استاد پژوهش مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

احمد رضا خسروی: استاد گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران

چکیده

ریخت‌شناسی ساختار بافت نوشجای در جنس چلیپا (*Matthiola*) متعلق به کلمیان در محدوده فلورا ایرانیکا با استفاده از استریومیکروسکوپ به منظور درک ارزش سیستماتیکی و روابط فروعی آن مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه، مشخص شد که بیشتر ویژگی‌های این بافت در بین جمعیت‌های یک گونه ثابت ولی بین گونه‌های مختلف این جنس متنوع هستند. ویژگی‌های قابل اتکا عبارتند بودند از: نوع و تعداد نوشجای‌ها، شکل نوشجای کناری، حضور یا فقدان، طول و فاصله ضمایم نوشجای کناری. در بین این ویژگی‌ها نوع و تعداد نوشجای در آرایه یک گروه‌بندی مفید هستند. سه نوع نوشجای در جنس مذکور دیده شد که ساختار آن‌ها در بیشتر گونه‌ها به صورت دو نوشجای قمری شکل بود. *Matthiola alyssifolia* و *M. longipetala* از نظر نوع و تعداد نوشجای بین گونه‌ها منحصر به فرد بودند. همچنین، شکل این بافت در بین افراد جمعیت‌های مختلف گونه‌های چندریختی در *M. revoluta*، *M. longipetala* و *M. chenopodiifolia* نسبتاً یکسان بود.

واژه‌های کلیدی: انواع نوشجای، چلیپاییان، رده‌بندی، ریخت‌شناسی، غده شهد، نوشجای گلی

Nectary structure and its taxonomic significance in the genus *Matthiola*

Received: 26.02.2022 / Accepted: 26.04.2022

Amin Zeraatkar: Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center (AREEO), Shahrekord, Iran

Farrokh Ghahremaninejad✉: Prof., Department of Plant Sciences, Faculty of Biological Sciences, Kharazmi University, Tehran 1571914911, Iran (fgh@khu.ac.ir)

Mostafa Assadi: Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), P.O. Box 13185-116, Tehran, Iran

Ahmadreza Khosravi: Prof., Department of Biology, Faculty of Sciences, Shiraz University, Shiraz, Iran

Summary

Nectary morphology of *Matthiola* species (*Brassicaceae*) in the Flora Iranica area was examined using a stereomicroscope to evaluate its systematic significance and assess infrageneric relationships. The study demonstrated that, most characters of the nectaries were constant among different populations of a given species and were taxonomically useful in the delimitation of species, and their grouping. However, nectary morphology was variable in some species. Reliable diagnostic features included; type and number of nectaries, morphology of lateral nectary, presence vs. absence, length, and distance of ramifications extending of lateral nectaries. The type and number of nectaries were useful in grouping of species. Three basic types of nectaries were present in the genus of which two lunar-shaped nectaries were predominated. The type and number of nectaries were unique in *Matthiola alyssifolia* and *M. longipetala*. The nectar structure was usually constant among individuals of different populations of polymorphic species of *M. chenopodiifolia*, *M. revolute*, and *M. longipetala*.

Keywords: Classification, *Cruciferae*, floral nectary, morphology, nectar glands, nectary types

مقدمه

نوشجای‌ها (غده‌های شهد) ساختارهای فرعی هستند که محلولی غنی از کربوهیدرات و عمدتاً قند (در کلمیان بیشتر محتوی گلوکز و فروکتوز) یعنی شهد تولید می‌کنند. عموماً شهد به عنوان پاداشی برای گرده‌افشان‌ها یا محافظان گیاه مانند زنبورها و یا یک طعمه برای شکار در گیاهان گوشت‌خوار به کار گرفته می‌شود (Davis et al. 1994, Kenfack et al. 2014). به طور کلی، کلمیان به عنوان یک گروه "گرده‌افشان و بارورشونده به وسیله حشرات" شناخته می‌شوند (Bernardello 2007). بیشتر گیاهان در این تیره با داشتن گل‌هایی با نوشجای‌های آشکار، شهد را به آسانی در اختیار زنبورها، مگس‌ها و سوسک‌ها قرار می‌دهند (Mummenhoff et al. 2005).

نوشجای‌ها در این گروه گیاهی عموماً از نوع داخل گلی هستند و به تازگی تنها در یک مورد در گونه *Brassica juncea* (L.) Czern. به صورت خارج گلی گزارش گردیده‌اند (Mathur et al. 2013). در این تیره نوشجای‌ها روی نهج واقع شده‌اند (نوشجای نهجی) و در تعداد، اندازه، شکل و موقعیت در قاعده میله‌های پرچم بسیار متنوع هستند. نوشجای‌ها تیره مذکور به چهار نوع کناری، میانی، کناری-میانی و حلقوی قابل تقسیم هستند. نوشجای‌های کناری همیشه در مقابل قاعده پرچم‌های کناری (کوتاه یا مفرد) اعضای این گروه حاضر هستند و ممکن است به طور کامل قاعده میله پرچم‌های کناری را احاطه کنند و یا این که فقط در طرف داخل یا خارج قاعده میله این پرچم‌ها قرار گیرند. از طرف دیگر، نوشجای‌های میانی که در قاعده میله پرچم‌های میانی (بلند یا جفت شده) قرار گرفته‌اند، می‌توانند به صورت داخلی یا خارجی و حاضر یا غایب باشند. در گونه‌هایی که دارای هر دو نوع نوشجای هستند، ممکن است نوشجای میانی و کناری به هم متصل شوند و یک حلقه در اطراف پرچم‌ها و مادگی تشکیل دهند (نوع حلقوی) و یا نوشجای‌های کناری و میانی کاملاً از یکدیگر جدا باشند (نوع کناری-میانی) (Deng & Hu 1995, Khosravi 1989).

به تدریج از شروع قرن بیستم و مختصراً در اواخر قرن نوزدهم بر ارزش تفاوت‌های ریخت‌شناسی نوشجای و موقعیت آن به عنوان صفاتی برای تشخیص آرایه‌های مختلف در این تیره از تبار تا گونه تأکید شد (e.g., Al-Shehbaz 1973 & cited in: Al-Shehbaz 1994, Al-Shehbaz et al. 2004). برای نخستین بار بایر (Bayer 1905) و سپس شویدلر (Schweidler 1911) سیستمی از رده‌بندی را در این تیره بنیان نهادند که عمدتاً متکی به ویژگی‌های نوشجای بود. روشن است که در به کارگیری این رده‌بندی‌ها بیش از حد اغراق گردیده است (Al-Shehbaz 1973). کنتی (Conti 1900) در تک‌نگاره خود از جنس چلیپا (*Matthiola*) و در سیستم رده‌بندی فروجنسی این جنس، نوشجای‌ها را به عنوان یکی از فاکتورهای مهم در کنار صفاتی مانند رنگ گلبرگ، اندازه میوه و شکل کلاله قرار داد. با این وجود، افرادی مانند

دیویس و هیوود (Davis & Heywood 1963)، به علت فقدان اطلاعات در ثبات ریخت‌شناسی بافت نوشجای در افراد مختلف یک گونه در مورد ارزش آرایه‌شناختی نوشجای دچار تردید شدند. متعاقباً نگارندگان مختلف نشان دادند که این بافت در گونه‌هایی از جنس‌های *Arabis* L., *Lunaria* L., *Brassica* L. و *Turritis* L. متنوع است (Dvořák 1968, Davis et al. 1994, Avetisyan 1979, 1970). متأسفانه، دانش ما در مورد ساختار و اهمیت آرایه‌شناختی این بافت در آرایه‌های این تیره ناچیز بوده (Al-Shehbaz 1973, Khatri 1988) و در حال حاضر عمده تحقیقات منتشر شده درباره نوشجای در حوزه این تیره بر پایه یک فرد و تنها یک یا تعداد معدودی گل می‌باشد (Bernardello 2007)، به طوری که جهت درک اهمیت آرایه‌شناختی این بافت باید چندین گیاه از یک گونه بررسی شود (Davis et al. 1994). هدف از انجام این مطالعه، بررسی ارزش ریخت‌شناسی بافت نوشجای در شناسایی گونه‌ها و رده‌بندی فروجنسی چلیپا (*Matthiola*) بود.

روش بررسی

بافت نوشجای در گونه‌های جنس چلیپا در محدوده فلورا ایرانیکا (به جز *M. macranica* Rech. f. و *M. perpusilla* Rech. f. به همراه *M. incana* L. به عنوان یک گونه کاشته شده به کمک استریو-میکروسکوپ و لوپ دستی در طبیعت بررسی شد. به منظور اطمینان از ثبات یا تنوع ویژگی‌های این بافت در بین جمعیت‌ها، تقریباً از تمام گستره جغرافیایی گونه‌ها در افغانستان، ترکمنستان، ترکیه، پاکستان، ازبکستان و نقاط مختلف ایران نمونه‌گیری به عمل آمد (جدول ۱).

به دلیل تفاوت‌هایی که در مراحل مختلف رشد گل وجود دارد، در بررسی این صفات از گل‌هایی استفاده شد که کاملاً شکوفا و بالغ شده بودند. گل‌هایی که در رأس گل‌آذین و نیز در زمان‌های آخر گل‌دهی قرار داشتند، در بررسی شکل نوشجای مورد استفاده قرار نگرفتند، زیرا این گل‌ها معمولاً کوچک‌تر بودند و ممکن بود تکوین نوشجای در آن‌ها به طور کامل شکل نگرفته باشد. علاوه بر گل‌ها، از میوه‌های خیلی جوان نیز برای بررسی این بافت استفاده شد چون شکل این بافت در آن‌ها با گل‌ها یکسان بود.

جهت بررسی این بافت، گل‌ها بلافاصله پس از چیده شدن در محلول FAA (۵ سی‌سی فرمالین ۳۸-۳۶ درصد، پنج سی‌سی اسید استیک مطلق، ۹۰ سی‌سی الکل ۵۰ درصد) تثبیت و پس از ۲۴ ساعت و شستشو با آب مقطر در الکل ۷۰ درصد نگه‌داری شدند. نمونه‌های داخل الکل از زمان تثبیت تا مدت طولانی قابل استفاده بودند. در مواردی که گل‌های تازه در دسترس نبود از نمونه‌های هرباریومی استفاده شد. در مورد نمونه‌های هرباریومی، گل‌ها حداقل به مدت یک روز در آب معمولی قرار گرفتند تا شکل اصلی بافت بازآرایی شود. معمولاً تفاوت چندانی بین گل‌های

فاقد شکاف، شیار و یا فاصله بود (شکل‌های 2f و 4a)، در حالی که در *M. shiraziana*، ضمایمی که بافت نوشجای کناری به دو طرف چپ و راست رها می‌کردند، در میانه راه در نقطه مقابل قاعده جفت پرچم میانی به یکدیگر متصل و یک حالت پایبونی شکل را به وجود آورده و تنها گاهی با یک شیار مرکزی از هم جدا شده بودند (شکل‌های 2d و 4a). به علاوه، بافت نوشجای در گل‌های *M. alyssifolia* سطحی (به ارتفاع حدود ۱۰۰ میکرومتر) و "اندکی از سطح نهنج برآمده" و تشخیص آن تا حدودی مشکل بود (شکل 4g)، در حالی که در *M. shiraziana* و گونه‌های دیگر جنس، نوشجای مشخصا برجسته (به ارتفاع تا حدود ۹۰۰ میکرومتر) و "از سطح نهنج برآمده" و به آسانی از نمای افقی قابل رؤیت بود (شکل 4a). شکل‌های 4c، d، f و h را نیز ببینید). همچنین، سطح این بافت در این گونه مسطح و کم و بیش دارای یک شیار طولی در وسط بود، اما در گونه‌های دیگر این بافت مشخصا به صورت کنگره‌ای-دندان‌های و فاقد شیار بود.

در گروه دوم، گونه‌ها دارای دو نوشجای قمری شکل بودند و بافت نوشجای به طور کامل قاعده میله پرچم‌های کناری را احاطه و نیز به طور ناقص در قسمت خارجی میله پرچم‌های میانی کشیده شده بود. در این گروه نوشجای‌های کناری در بخش فوقانی ضمایمی را از هر دو طرف به سمت قاعده میله پرچم‌های میانی می‌فرستادند، ولی هیچ‌گاه این ضمایم به یکدیگر نمی‌رسیدند (شکل 1C). طول این ضمایم در گونه‌های مختلف متفاوت بود، به طوری که در گونه‌های *M. afghanica*، *M. flavida*، *M. dumulosa*، *M. codringtonii*، *M. spathulata* و *M. tomentosa* طول آن‌ها طویل و فاصله بین آن‌ها از یکدیگر بسیار کم بود (۸۰-۱۵ میکرومتر) و در نتیجه یک نوشجای تقریبا حلقوی در اطراف قاعده میله پرچم‌ها کشیده شده بود (شکل‌های 4i، 4j و k). در گونه‌های *M. incana*، *M. ghorana*، *M. graminea*، *M. chenopodiifolia* و *M. revoluta* طول ضمایم کوتاه و فاصله آن‌ها از یکدیگر نسبتا زیاد بود (۸۰۰-۲۵۰ میکرومتر) و گونه‌ها دارای دو نوشجای قمری شکل بودند (شکل 1D). در این گروه، علی‌رغم تکوین کم و بیش نسبی نوشجای‌های کناری در قسمت فوقانی، بخش تحتانی معمولا بدون ضمایم بود و تنها در گونه *M. chenopodiifolia* بافت نوشجای کناری در بخش تحتانی نیز ضمایم کوتاهی را به سمت طرفین می‌فرستاد (شکل‌های 2g و 3b). بافت نوشجای در این گونه مانند دیگر گونه‌های گروه چندان برجسته نبود.

در گروه سوم، هر گل دارای چهار عدد نوشجای بود، به این صورت که یک نوشجای در سمت چپ و راست قاعده میله پرچم‌های کناری وجود داشت. این نوع نوشجای تنها در گونه *M. longipetala* دیده شد (شکل 1E). نوشجای‌های کناری در این گونه هیچ‌گونه ضمایمی را از بخش فوقانی یا تحتانی به طرفین نمی‌فرستادند و تنها در قاعده میله پرچم‌های کناری وجود داشتند (شکل‌های 3h، i). همچنین، برخلاف دیگر گونه‌ها، این بافت در بخش فوقانی کاملا آزاد و به نهنج متصل نبود (شکل‌های 3h، i). برای مثال با دیگر گونه‌ها در شکل ۳ مقایسه کنید).

نگهداری شده در محلول FAA و نمونه‌های هرباریومی از نظر شکل نوشجای دیده نشد. هرچند، در مواردی در نمونه‌های هرباریومی ممکن بود بر اثر فشار زیاد پرس، این بافت بیش از حد فشرده شود و بنابراین تعیین شکل واقعی تا حدودی مشکل بود.

در این مطالعه، از نمونه‌های جنس چلیپا در هرباریوم‌های TARI، T. MIR، LE، IRAN، HSU، HUT، HUI، FUMH، FAR، Z، W، TUH، TMRC، دانشگاه یاسوج، دانشگاه فردوسی مشهد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان‌های هرمزگان و آذربایجان- غربی در کنار نمونه‌های تازه جمع‌آوری شده از طبیعت توسط نگارنده نخست استفاده شد (acronyms follow Thiers 2016).

در مجموع، از گونه *M. afghanica* Rech.f. & Köie (۱۵ جمعیت، ۴۵ فرد، ۹۷ گل یا میوه جوان)، (*M. alyssifolia* (DC.) Bomm.، (۲۸، ۴۷، ۳۰)، *M. chenopodiifolia* Fisch. & C.A.Mey.، (۱۶۰، ۲۶، ۵، ۲)، *M. codringtonii* Rech.f.، (۱۰، ۴۲، ۵۱)، *M. farinosa* Bunge ex Boiss.، (۲، ۶۲، ۷۰)، *M. flavida* Boiss.، (۲، ۲، ۷)، *M. ghorana* Rech.f.، (۱، ۳، ۸)، *M. graminea* Rech.f.، (۵، ۱۵)، *M. incana* (L.) W.T.Aiton، (۴۱، ۱۱۱، ۱۵۸)، *M. longipetala* (Vent.) DC.، (۳۶، ۵۱، ۶۸)، *M. spathulata* Conti، (۱۲، ۱۷، ۲۱)، *M. shiraziana* Zeraatkar et al.، (۱۱، ۱۵، ۲۸) و *M. tomentosa* (۱۱۲، ۵۷، ۴۲) Bélang مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۱، پیوست ۱). تصاویر نوشجای توسط استریومیکروسکوپ (Zeiss Stemi SV8) و دوربین دیجیتالی (Samsung Powershot WB30F) تهیه شدند. در واژه‌شناسی ساختار نوشجای از برخی منابع و مستندات معتبر مانند Al-Shehbaz (1973)، Khosravi (1989)، Davis et al. (1996) و Zhou et al. (2001) استفاده شد.

نتیجه

- ریخت‌شناسی بافت نوشجای در جنس چلیپا ساختار بافت نوشجای در ۱۵ گونه از جنس چلیپا (به همراه *Matthiola incana* به عنوان یک گونه کاشته شده در بیشتر نقاط دنیا) در محدوده فلورا ایرانیکا طی این مطالعه بررسی شد. انواع، تعداد و شکل آن در گونه‌های مختلف در جدول ۲ و شکل‌های ۴-۱ قرار داده شده است. - انواع و تعداد نوشجای

در گروه اول، بافت نوشجای در گل‌ها یک عدد و به صورت حلقوی بود. این فرم تنها در گونه‌های *Matthiola alyssifolia* و *M. shiraziana* مشاهده گردید. در این گونه‌ها، بافت نوشجای به صورت پیوسته و یکنواخت اطراف قاعده میله پرچم‌های کناری و قسمت خارجی قاعده میله پرچم‌های میانی را احاطه کرده بود (شکل‌های 1A، B و 4k، l). این نوع بافت در دو گیاه مذکور تفاوت‌های اساسی با یکدیگر داشتند، به طوری که در *M. alyssifolia* به طور پیوسته و همگن کشیده شده و

جدول ۱- نمونه‌های استفاده شده در تهیه تصاویر استرومیکروسکوپی و ترسیم‌ها به همراه تعداد جمعیت‌ها، افراد و گل‌های بررسی شده در نوشجای

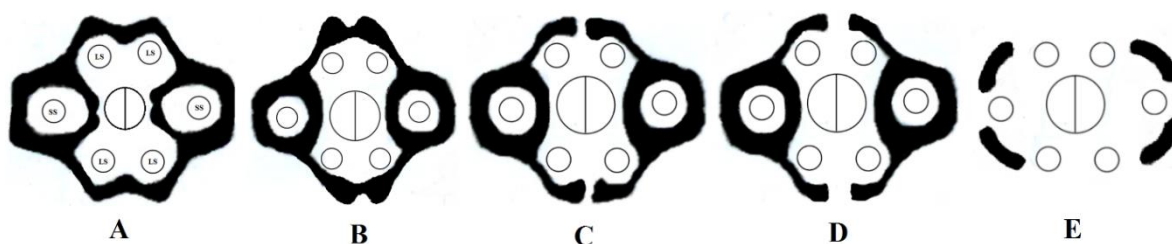
Table 1. Voucher specimens used for stereomicroscopic images and drawings along with number of investigated individuals, populations and flowers in nectaries

Taxon	Locality & herbarium voucher No.	No. of population	No. of individual	No. of flower (juvenile fruit)
<i>M. afghanica</i> Rech.f. & Köie	Iran: Khorasan Razavi prov., Robat Sefid, Zeraatkar 16023 (T)	15	45	97
<i>M. alyssifolia</i> (DC.) Bornm.	Iran: Khorasan Razavi prov., Esfarayen, Saluk National Park, Ezazi 5434 (T)	28	47	30
<i>M. chenopodiifolia</i> Fisch. & C.A.Mey.	Iran: Semnan prov., 30 km to Mayamey from Damqan, Zeraatkar 16042 (T)	38	135	160
<i>M. codringtonii</i> Rech.f.	Afghanistan: Bamian prov., Band-e Amir, Band-e Gholaman, Ahmadzai s.n. (HSU)	2	5	26
<i>M. dumulosa</i> Boiss. & Buhse	Iran: North Khorasan prov., 1 km after Daraq from Jajarm, Zeraatkar 16043 (T)	10	42	51
<i>M. farinosa</i> Bunge ex Boiss.	Iran: Khorasan Razavi prov., N Neyshabur, Bar village, Zeraatkar 16025 (T)	28	62	70
<i>M. flavida</i> Boiss.	Iran: Fars prov., near Persepolis, Kuh-e Ayub, Afghan cemetery, Zeraatkar 16014 (T)	19	57	80
<i>M. ghorana</i> Rech.f.	Afghanistan: Ghorat, in faucibus calc., infra Parjuman (Partcheman), Rechinger 19054 (W)	2	2	7
<i>M. graminea</i> Rech.f.	Afghanistan: Ghazni prov, Sang-i Masha, Rechinger 17518 (W)	1	3	8
<i>M. incana</i> (L.) W.T.Aiton	Iran: Tehran prov., campus of Shahid Beheshti University, Zeraatkar 16096 (T)	5	15	18
<i>M. longipetala</i> (Vent.) DC.	Iran: Khuzestan prov., 5 km to Sardasht from Behbahan, Zeraatkar 16074 (T)	41	111	158
-	Iran: Hormozgan prov., Bandar Abbas, road of Hajiabad to Shiraz, 1 km to Tashkuye, Zeraatkar 322651 (T)	-	-	-
<i>M. revoluta</i> Bunge ex Boiss.	Iran: Khorasan Razavi prov., Robat Sefid, Zeraatkar 16053 (T)	36	51	68
<i>M. shiraziana</i> Zeraatkar <i>et al.</i>	Iran: Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad prov., Abmalakh, Assadi & Mozaffarian 69446 (TARI)	11	15	28
-	Iran: Fars prov., Shiraz, Ghalat, Sarafraz s.n. (HSU)	-	-	-
<i>M. spathulata</i> Conti	Iran: Zanjan prov., Hajibacheh village, Mahmoodi 16044 (T)	12	17	21
<i>M. tomentosa</i> Bélang	Iran: Semnan prov., Ahovan neck., Zeraatkar 16012 (T)	42	57	112
-	Iran: Kerman prov., Ghadimkhani s.n. (FAR)	-	-	-

جدول ۲- ویژگی‌های نوشجای در گونه‌های جنس چلیپا (REL: انشعابات خارج شده از نوشجای‌های کناری)

Table 2. Characters of nectary in *Matthiola* species (REL: ramifications extending of lateral nectaries)

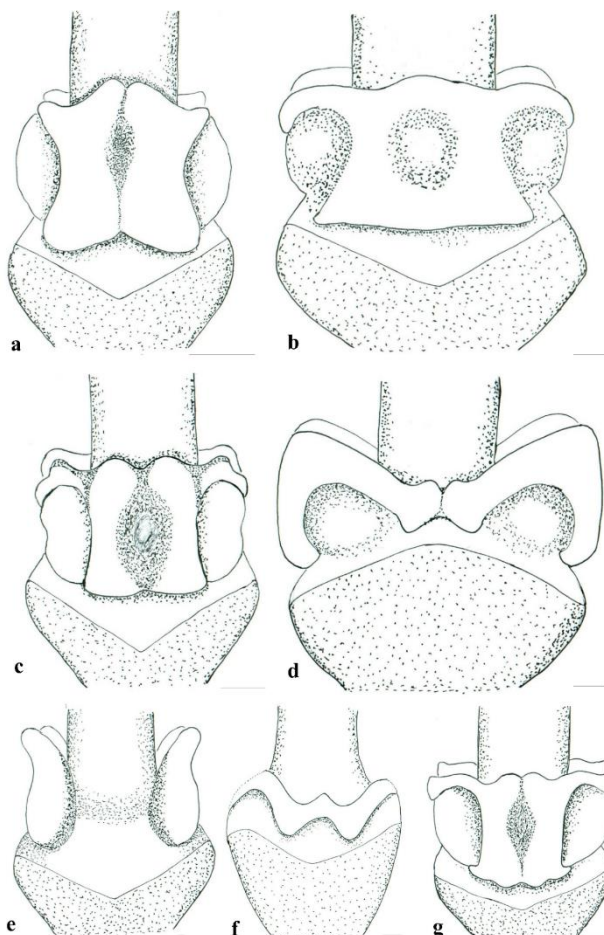
Taxon	Nectary		No. of nectary	Lateral nectary	Median nectary	REL	Prominence
	Type	Surface					
<i>M. afghanica</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. alyssifolia</i>	Annular	Flattened	1	Pentagon	+	-	Obscure
<i>M. chenopodiifolia</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Anchor-shaped	-	+	Somewhat prominent
<i>M. codringtonii</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. dumulosa</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. farinosa</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. flavida</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. ghorana</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Star-shaped	-	-	Prominent
<i>M. graminea</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Star-shaped	-	-	Prominent
<i>M. incana</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Butterfly-shaped	-	-	Prominent
<i>M. longipetala</i>	1 on each side of short stamens	Sinuato-dentate	4	Open	-	-	Prominent
<i>M. revoluta</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Star-shaped	-	-	Prominent
<i>M. shiraziana</i>	Annular	Sinuato-dentate	1	Butterfly-shaped	+	-	Prominent
<i>M. spathulata</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Oblong/horseshoe-shaped	-	-	Prominent
<i>M. tomentosa</i>	Lunar	Sinuato-dentate	2	Pentagon/obtriangularis	-	-	Prominent



شکل ۱- تصاویر شماتیک از برش عرضی انواع نوشجای در جنس *Matthiola*: SS: پرچم کوتاه، LS: پرچم میانی (ترسیم توسط ا. زراعتکار).

A. *Matthiola alyssifolia*, B. *M. shiraziana*, C. *M. farinosa* (same in *M. dumulosa*, *M. codringtonii*, *M. spathulata*, *M. afghanica*, *M. tomentosa* & *M. flavida*), D. *M. revoluta* (same in *M. graminea*, *M. chenopodiifolia*, *M. incana* & *M. ghorana*), E. *M. longipetala*. SS: short stamen, LS: median stamen.

Fig. 1. Schematic images of cross-section of nectaries types in the genus *Matthiola* (Drawn by: A. Zeraatkar).



شکل ۲- انواع نوشجای در جنس *Matthiola* نوشجای کناری: a. *M. chenopodiifolia*, b. *M. alyssifolia*, c. *M. afghanica*. نوشجای میانی: d. *M. shiraziana*, e. *M. longipetala*, f. *M. alyssifolia* (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر) (ترسیم توسط ا. زراعتکار).

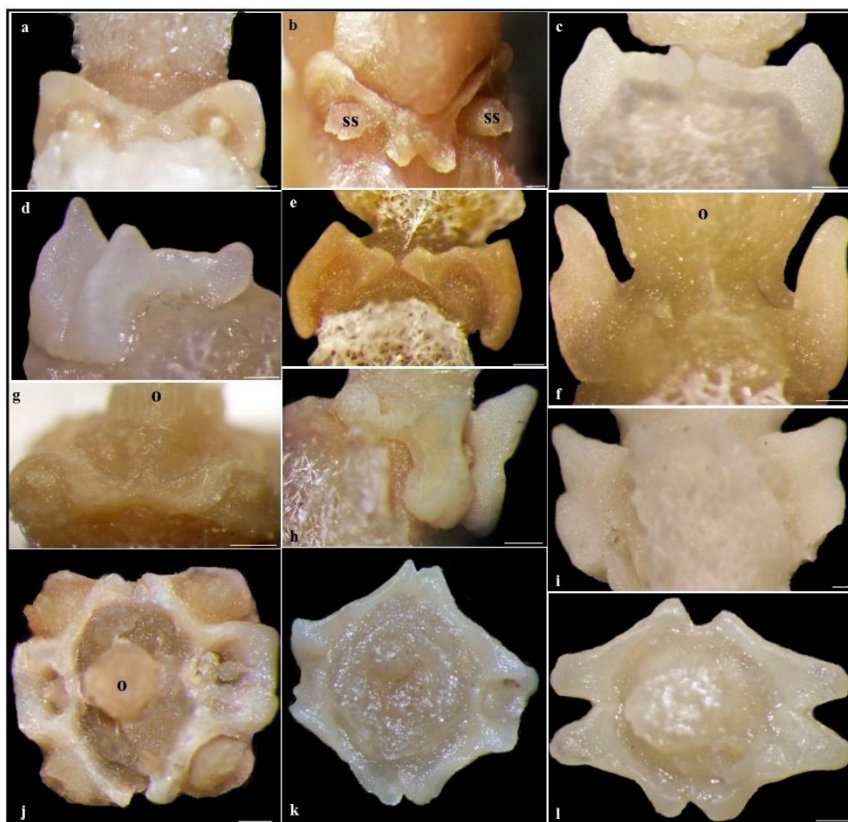
Fig. 2. Nectaries types of in the genus *Matthiola*. Lateral nectaries: a. *M. chenopodiifolia*, b. *M. alyssifolia*, c. *M. afghanica*, g. *M. revoluta*. Median nectaries: d. *M. shiraziana*, e. *M. longipetala*, f. *M. alyssifolia* (Bars = 200 μ m) (Drawn by: A. Zeraatkar).



شکل ۳- تصاویر استرومیکروسکوپی از انواع نوشجای کناری در جنس *Matthiola*: ss: پرچم کوتاه، o: تخمدان (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر) (عکسبرداری: ا. زراعتکار).

a. *M. afghanica*, b. *M. chenopodiifolia*, c. *M. alyssifolia*, d. *M. revoluta* (same in *M. ghorana* & *M. graminea*), e. *M. tomentosa*, f. *M. shiraziana*, g. *M. flavida*, h, i. *M. longipetala*, j. *M. incana*, k. *M. spathulata*, l. *M. tomentosa*, m. *M. farinosa* (same in *M. codringtonii*). ss: short stamen, o: ovary (Bars = 200 μ m).

Fig. 3. Stereomicroscopic images of lateral nectaries types in the genus *Matthiola* (Photography by: A. Zeraatkar).



شکل ۴- تصاویر استرومیکروسکوپی از انواع نوشجای میانی و نمای فوقانی نوشجای در جنس *Matthiola*: o: تخمدان، ss: پرچم کوتاه (مقیاس = ۲۰۰ میکرومتر) (عکسبرداری توسط: ا. زراعتکار).

a, b. *Matthiola shiraziana*, c. d. *M. dumulosa*, e. *M. afghanica*, f. *M. longipetala*, g. *M. alyssifolia*, h, i. *M. incana*, j. *M. farinosa*, k. *M. shiraziana*, l. *M. flavida*. o: ovary, ss: short stamen (Bars = 200 μ m).

Fig. 4. Stereomicroscopic images of median nectaries types and upper view in the genus *Matthiola* (Photography by: A. Zeraatkar).

طول ضمائم کناری و نیز اتصال/انفصال بخش فوقانی و تحتانی این بافت طی توصیف کوتاهی در شرح گونه‌های این جنس و نیز رده‌بندی فروجنسی خود پرداخته است. به علاوه، در مطالعه برخی فلورهای مختلف، این ساختار در شرح جنس مختصرا توصیف شده است (Jafri 1973, Zhou et al. 2001, Al-Shehbaz et al. 2010). در پژوهش حاضر، علاوه بر به تصویر کشیدن نوشجای‌ها، جزئیات بیشتر، گونه‌های بیشتر، صفات قابل اتکا و مهمی نیز آرایه شده است و مهم‌تر از همه، افراد و جمعیت‌های زیادی از بیشتر گونه‌ها بررسی شده‌اند. در این مطالعه، مشخص شد که ویژگی‌هایی مانند نوع و تعداد نوشجای‌ها؛ شکل نوشجای کناری؛ حضور/فقدان، طول و فاصله ضمائم نوشجای کناری از نظر آرایه‌شناختی ارزشمند و مشخصه یک گونه یا گروهی از گونه‌ها هستند (جدول ۲). با این حال، شکل این بافت از نظر جزئیات ساختار بین گل‌های افراد جمعیت‌ها متنوع است.

نتایج این مطالعه، در اغلب موارد توصیفات کوتاه بافت نوشجای در مطالعه کنتی (۱۹۰۰) را تایید می‌کند. اگرچه وی این بافت را به عنوان یکی از صفات مهم رده‌بندی خود دانسته، اما وضعیت این بافت در گونه‌های *M. dumulosa*, *M. farinosa*, *M. spathulata*, *M. tomentosa* و *M. flavida* (همگی در گروه سوم مطالعه حاضر) را تقریبا یکسان عنوان کرده و آن‌ها را در گروه‌های مختلف قرار داده است. این در حالی است که در مطالعات هم‌راستا مانند بررسی ساختار کرک‌پوش در این جنس نیز تمام این گونه‌ها در یک گروه قرار گرفته‌اند (Zeraatkar et al. In Press).

در این جنس، نوع و تعداد نوشجای بین گل‌های گیاهان جمعیت‌های مختلف یک گونه معمولا ثابت است و یک گروه‌بندی نیز برای گونه‌ها از این طریق شکل گرفت. شکل نوشجای کناری و ضمائم آن اگرچه در جمعیت‌های برخی گونه‌ها ثابت اما در جمعیت‌های گونه‌هایی از گروه دوم متنوع است. تنوع شکل و وضعیت اتصال بخش‌های فوقانی و تحتانی نوشجای کناری در گونه‌های گروه دوم مشابه مطالعات گذشته در مورد دیگر جنس‌های این تیره است (Dvořák 1968, 1970, Avetisyan 1979, Davis et al. 1994). در این مطالعات به تنوع بالای شکل این بافت به ویژه نوشجای کناری پرداخته شده است. این در حالی است که برای مثال در *Turritis glabra* L. علی‌رغم تنوع جزئیات این بافت، این گونه همواره دارای یک بافت نوشجای حلقوی ثابت بین افراد گوناگون است (Dvořák & Uhlířová 1966). از سوی دیگر، در اغلب این مطالعات تنها نوشجای یک گونه بررسی شده است و هنگامی که چند آرایه از یک جنس بررسی شده‌اند (برای

شکل بافت نوشجای در اطراف قاعده پرچم‌های کناری (نوشجای کناری)

شکل این بافت در اطراف قاعده میله پرچم‌های کناری بین گونه‌ها متنوع بود. بدون در نظر گرفتن ضمائم نوشجای کناری که شکل آن در گونه‌ها تقریبا یکسان بود، این بافت بیشتر به صورت مستطیلی شکل یا نعل‌اسبی (در گونه‌های *M. afghanica*, *M. dumulosa*, *M. flavida*, *M. farinosa*, *M. farinosa*, *M. spathulata*, *M. codringtonii*)، پروانه‌ای (*M. incana* و *M. shiraziana* به ترتیب شکل‌های 3f, j)، لنگری (*M. chenopodiifolia*، شکل‌های 2g و 3b)، ستاره‌ای (*M. graminea*, *M. ghorana*, *M. revoluta*، شکل‌های 2a و 3d)، پنج‌ضلعی یا واژ-مثلثی (*M. tomentosa*، شکل‌های 3e, l) و باز (*M. longipetala*، شکل‌های 3h, i) دیده شد (جدول ۲).

شکل نوشجای کناری در بخش‌های فوقانی و تحتانی در بین جمعیت‌ها، افراد مختلف یک گونه و حتی گل‌های یک فرد ممکن است متفاوت یا ثابت باشد. تنوع زیادی از این حیث در برخی از گونه‌های گروه دوم (*M. farinosa*, *M. flavida*, *M. dumulosa*, *M. afghanica*, *M. spathulata*) وجود داشت، به طوری که بخش فوقانی و تحتانی در این گونه‌ها به صورت صاف، نوک فرورفته، نوک‌کند، لوب‌دار، باز، پیوسته و یا گود شده بود. این در حالی است که در گونه‌های دیگر این بخش‌ها کم و بیش ثابت بود، به طوری که در *M. alyssifolia* بخش فوقانی و تحتانی معمولا به صورت پیوسته و به ترتیب به صورت لوب‌دار و صاف بود (شکل‌های 2b و 3c). در *M. longipetala*، این دو بخش همیشه از یکدیگر جدا (شکل‌های 3h و 3i) و در *M. chenopodiifolia* به صورت لوب‌دار بودند (شکل‌های 2g و 3b). در *M. revoluta*، *M. ghorana* و *M. graminea* بخش تحتانی پیوسته و بخش فوقانی به صورت بسته یا اندکی گود شده بودند (شکل‌های 2a و 3d).

شکل این بافت در دو طرف مقابل یک گل معمولا یکسان و قرینه بود. با این حال، در گونه‌های *M. afghanica*, *M. flavida*, *M. dumulosa*, *M. incana* و *M. tomentosa* گاهی فاصله بین ضمائم کشیده شده از سمت بافت نوشجای کناری در دو طرف مقابل گل با هم متفاوت و به صورت تقریبا نامتقارن بود.

بحث

در این مطالعه، برای نخستین بار ساختار بافت نوشجای در جنس *Matthiola* به طور دقیق مورد بررسی قرار گرفت. پیش از این، کنتی (۱۹۰۰) با مطالعه نمونه‌های هرباریومی به وضعیت

گروه دوم به صورت تقریباً حلقوی و به خوبی گسترده شده‌اند و این روند تکوین در انواع قمری شکل گونه‌های این گروه مقداری کاهش یافته است. نهایتاً، در *M. longipetala* کمترین مقدار بافت نوشجای وجود دارد و آن‌ها تنها به شکل نقطه‌ای در دو سوی قاعده میله پرچم‌های کناری تشکیل شده‌اند. براساس هو و دنگ (Deng & Hu 1995) نوشجای‌های حلقوی گروه اول نوعی نوشجای پیشرفته در این تیره محسوب می‌شوند و انواع کناری در گروه‌های دوم و سوم ابتدایی قرار دارند.

در تکنیا بودن این جنس تردید زیادی وجود دارد (Khosravi et al. 2009, Al-Shehbaz & Barrera 2019)، چنان‌که اخیراً *Matthiola alyssifolia* به جنس *Dvorakia* German منتقل شده است (German 2019)، ولی اعتبار این موضوع و مسئله حدود این جنس تنها پس از انجام یک مطالعه مولکولی که در آن از همه گستره جغرافیایی جنس مذکور نمونه‌گیری شده باشد، قابل حل خواهد بود. ممکن است مانند مطالعات گذشته (Al-Shehbaz 1994, Al-Shehbaz et al. 2004) این صفت به تفکیک گروه‌ها در این جنس کمک کند. برای نمونه همان‌طور که پیشتر ملاحظه گردید، ساختار نوشجای در *M. alyssifolia* کاملاً متفاوت با بقیه گونه‌ها است. از سوی دیگر، *M. alyssifolia* خویشاوندی مولکولی با هیچ کدام از گونه‌های ایرانی این جنس نیز ندارد (Khosravi et al. 2009). همچنین، در مطالعات دیگر مانند کرک‌پوش (Zeraatkar et al. In Press) مشخص شده است که این گیاه در گروهی کاملاً مجزا قرار می‌گیرد و به این ترتیب مطالعات بیشتر برای این که این گیاه متعلق به این جنس است یا یک جنس تک‌گونه است لازم است. با این حال، نوع نوشجای بین گونه‌های جنس‌های چون *Lepidium* L.، *Draba* L. و *Isatis* L. که محدود آن‌ها به خوبی صورت گرفته شده است نیز دیده می‌شود (Zhou et al. 2001, Al-Shehbaz et al. 2002, Al-Shehbaz 2017).

سپاسگزاری

نگارندگان مراتب سپاس خود را از مسئولان محترم هرباریوم‌های ذکر شده در بخش روش بررسی به جهت در اختیار قرار دادن نمونه‌های این جنس اعلام می‌دارند. همچنین، از جناب آقای دکتر محمود بیدارلرد و سرکار خانم دکتر عطیه نژادفلاطوری مقدم به جهت تهیه نمونه‌های این جنس از هرباریوم‌های W و LE سپاسگزاری می‌شود. از جناب آقای دکتر احسان علی‌الشهباز نیز برای ایده انجام این مطالعه و ارائه نظریات سازنده در مورد نوشجای‌ها تشکر می‌شود.

نمونه، (Khatri 1988) شاهد ارزش آرایه‌شناختی این بافت در بین گونه‌ها هستیم.

در مقابل، گونه‌های چندریختی *Matthiola longipetala*، *M. chenopodiifolia*، *M. revoluta* و نیز *M. alyssifolia* با ثبات‌ترین نوشجای را در بین گونه‌ها دارند. به طور کلی، تقریباً تمام صفات ریخت‌شناسی گونه اخیر در بین جمعیت‌های مختلف آن بسیار پایدار است (Zeraatkar 2017). مشابه دیگر صفات گلی، تشخیص دو وارینه گونه *M. chenopodiifolia* و دو زیرگونه *M. longipetala* براساس بافت نوشجای ممکن نیست.

نظیر چنین مشاهداتی به لحاظ ارزش آرایه‌شناختی و تنوع ساختار این بافت در برخی آرایه‌های یک جنس در مطالعات گذشته برای جنس‌هایی مانند *Biscutella* L.، *Cardamine* L.، *Snogerup* 1967، *Al-* *Erysimum* L. و *Thelypodium* Endl. (Shehbaz 1973, Clemente Munoz & Hernandez Bermejo 1978, Olowokudejo 1986, Khatri 1988, Al-Shehbaz 2017, Tantawy et al. 2021) نیز به دست آمده است.

طبق مشاهدات فوق و تعاریفی که در مقدمه آورده شد، گونه‌های گروه یک دارای نوشجای میانی و گونه‌های گروه‌های دوم و سوم تنها دارای نوشجای کناری هستند. این موضوع متفاوت با نتایجی است که در مورد این جنس (Zhou et al. 2001) و یا گروه‌های دربردارنده آن (مانند زیرتبار *Matthioleae* در مفهوم جانچن (Janchen 1942) گزارش شده است و ادعان نمودند که این جنس فاقد نوشجای میانی است. بافت نوشجای حلقوی در *M. alyssifolia* مانند دیگر گیاهان این تیره با چنین بافتی (برای نمونه، *Dielsiocharis* O.E. Schulz، *Graellsia* Boiss.، *Sisymbrium* L.، *Rorippa* Scopoli و *Murbeckiella* Rothm.) به صورت ممتد و یکنواخت اطراف قاعده میله پرچم‌ها کشیده شده است و همیشه یک شکل نسبتاً ثابت و مشخصی در اطراف قاعده میله پرچم‌های میانی دارد (Clemente Munoz & Hernandez Bermejo 1978, Khosravi 1995, Deng & Hu 1989) ولی در *M. shiraziana* این بافت کاملاً متفاوت است و چنین بافت توسعه‌یافته‌ای در این گونه از طریق اتصال ضمایم کناری نوشجای‌های کناری حاصل گردیده است و در نتیجه با دو بافت نوشجای قمری شکل تقریباً حلقوی روبرو هستیم که به یکدیگر متصل شده‌اند. به جز نحوه اتصال ضمایم کناری به یکدیگر، ساختار بافت در این گیاه دقیقاً مشابه گونه‌های گروه دوم است (Zeraatkar et al. 2016).

همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، نوشجای‌ها در گونه‌های *Matthiola alyssifolia* و *M. shiraziana* به خوبی تکوین یافته‌اند و یک حلقه کامل را در اطراف قاعده میله‌های پرچم تشکیل می‌دهند. از سوی دیگر، آن‌ها در برخی از گونه‌های

References

- Al-Shehbaz, I.A. 2010. Brassicaceae Brunett. Pp. 269–347. In: Flora of North America Editorial Committee (eds), Flora of North America and North Mexico. Vol 7. New York and Oxford University Press, New York.
- Al-Shehbaz, I.A. 1994. *Petroravenia* (Brassicaceae), a new genus from Argentina. Novon 4: 191–196.
- Al-Shehbaz, I.A. & Barrera, G. 2019. Typification of Edmond Boissier's Cruciferae (Brassicaceae) names enumerated in Flora Orientalis. Boissiera 72: 1–192. [<https://www.villege.ch/-cjb/publications/Boissiera72/pdf/Boissiera72.pdf>].
- Al-Shehbaz, I.A., Mummenhoff, K. & Appel, O. 2002. *Cardaria*, *Coronopus* and *Stroganowia* are united with *Lepidium* (Brassicaceae). Novon 12: 5–11.
- Al-Shehbaz, I.A., Yue, J., & Sun, H. 2004. *Shangrilaia* (Brassicaceae), a new genus from China. Novon 14: 271–274.
- Al-Shehbaz, 2017. Five New Species of *Lepidium* (Brassicaceae): *L. pabotii* (Iran), *L. arequipa* (Peru), and *L. lapazianum*, *L. linearilobum*, and *L. stephan-beckii* (Bolivia). Novon 25: 403–413.
- Al-Shehbaz, I.A. 1973. The biosystematics of the genus *Thelypodium* (Cruciferae). Contributions from the Gray Herbarium of Harvard University. 204: 3–148.
- Avetisyan, V.E. 1979. Characteristics of variation of the form of the lateral nectaries in *Arabis*. Biologicheskii Zhurnal Armenii 32: 582–585 (In Russian).
- Bayer, A. 1905. Beiträge zur systematischen Gliederung der Cruciferen. Beihefte zum Botanischen Centralblatt 18: 119–180.
- Bernardello, G. 2007. A systematic survey of floral nectaries. Pp. 19–128. In: Nicolson, S.W., Nepi, M. & Pacini, E. (eds), Nectaries and Nectar. Springer, Dordrecht.
- Clemente Munoz, M. & Hernandez Bermejo, J.E. 1978. El aparato nectarígeno en la tribu Brassiceae (Cruciferae). Anales del Jardín Botánico Madrid 35: 279–296.
- Conti, P. 1900. Les espèces du genre *Matthiola*. Mémoires de l'Herbier Boissier 18: 1–86.
- Davis, P.H. & Heywood, V.H. 1963. Principles of Angiosperm Taxonomy. Edinburgh: Oliver and Boyd.
- Davis, A.R., Fowke, L.C., Sawhney, V.K. & Low, N.H. 1996. Floral nectar secretion and ploidy in *Brassica rapa* and *B. napus* (Brassicaceae). II. Quantified variability of nectary structure and function in rapid-cycling lines. Annals of Botany 77(3): 223–234.
- Davis, A.R., Sawhney, V.K., Fowke, L.C. & Low, N.H. 1994. Floral nectar secretion and ploidy in *Brassica rapa* and *B. napus* (Brassicaceae). Nectary size and nectar carbohydrate production and composition. Apidologie 25: 602–614.
- Deng, Y. & Hu, Z. 1995. The Comparative Morphology of the Floral Nectaries of Cruciferae. Journal of Systematics and Evolution 33(3): 209–220.
- Dvořák, F. & Uhlířová, V. 1966. Variability of the nectaries of the genus *Turritis*. Österreichische botanische Zeitschrift 114: 1–3.
- Dvořák, F. 1968. A contribution to the study of the genus *Clausia* Korn.-Tr. Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien 72: 559–565.
- Dvořák, F. 1970. Some results of the study of the *Lunaria* L. genus. Biologia (Bratislava) 25: 723–730.
- German, D.A. 2019. Nomenclatural notes on Cruciferae. Turczaninowia 22(4): 210–219. [<http://turczaninowia.asu.ru/article/view/7197/5948>]
- Jafri, S.M.H. 1973. Brassicaceae. In: Nasir, E. & Ali, S.I. (eds), Flora of West Pakistan, Vol. 55. University of Karachi, Karachi. 308 pp.
- Janchen, E. 1942. Das System der Cruciferen. Österreichische Botanische Zeitschrift 91: 1–18.
- Kenfack, D., Tindo, M. & Gueye, M. 2014. Extranuptial nectaries in *Carapa* Aubl. (Meliaceae-Cedreloideae). Adansonia 36(2): 335–349.

- Khatri, K.S. 1988. Studies in the Caucasian species of *Cardamine* L. (Cruciferae). *Phyton* (Austria) 28(1): 55–80.
- Khosravi, A.R. 1989. Cytotaxonomy and Phylogeny of the Cruciferae. MSc. Dissertation, Tarbiat Modares University, Tehran (In Persian).
- Khosravi, A.R., Mohsenzadeh, S. & Mummenhoff, K. 2009. Phylogenetic relationships of Old World Brassicaceae from Iran based on nuclear ribosomal DNA sequences. *Biochemical Systematics and Ecology* 37: 106–115.
- Mathur, V., Wagenaar, R., Caissard, J.C., Reddy, A.S., Vet L.E., Cortesero, A.M. & Van Dam, N.M. 2013. A novel indirect defence in Brassicaceae: structure and function of extrafloral nectaries in *Brassica juncea*. *Plant Cell Environment* 36(3): 528–541.
- Mummenhoff, K., Al-Shehbaz, I.A., Bakker, F.T., Linder, H.P. & Mühlhausen, A. 2005. Phylogeny, morphological evolution, and speciation of endemic Brassicaceae genera in the Cape flora of southern Africa. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 92(3): 400–424.
- Olowokudejo, J.D. 1986. The taxonomic importance of nectary variation in the genus *Biscutella*. *Feddes Repertorium* 97(11–12): 837–845.
- Schweidler, J.H. 1911. Über den Grundtypus und die systematische Bedeutung der Cruciferen-Nectarien I. *Beih. Beihefte zum Botanischen Centralblatt* 27: 337–390.
- Snogerup, S. 1967. Studies in the Aegean flora. IX. *Erysimum* sect. *Cheiranthus*. B. Variation and evolution in the small-population system. *Opera Botanica* 14: 1–86.
- Tantawy, M.E., Husein, M.I., Mourad, M.M. & Abdel-Hameed, U.K. 2021. Comparative floral anatomy of some species of Brassicaceae and its taxonomic significance. *Adansonia* 43(20): 223–234.
- Thiers, B. 2022 [Continuously updated]. Index Herbariorum: A Global Directory of Public Herbaria and Associated Staff. New York Botanical Garden's Virtual Herbarium. Available from: <http://sweetgum.nybg.org/ih/> (accessed: 20 Feb. 2022).
- Zeraatkar, A. 2017. Systematics of the genus *Matthiola* R.Br in W.T.Aiton (Brassicaceae) in Iran. PhD thesis, Kharazmi University, Tehran (In Persian with English abstract).
- Zeraatkar, A., Ghahremaninejad, F., Khosravi, A.R. & Assadi, M. 202?. Diversity and taxonomic implications of glands and trichomes in the genus *Matthiola* (Anchonieae; Brassicaceae) in the Flora Iranica area. *Adansonia* (In Press).
- Zeraatkar, A., Ghahremaninejad, F., Al-Shehbaz, I.A., Khosravi, A.R. & Assadi, M. 2016. *Matthiola shiraziana* (Brassicaceae), a new species from Dena region, Iran. *Phytotaxa* 282(2): 145–150. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.282.2.6>.
- Zhou, T.Y., Lou, L.L., Yang, G., Dorofeyev, V.I. & Al-Shehbaz, I.A. 2001. *Matthiola* R. Brown in W.T.Aiton. Pp. 145–146. In: Wu, Z.Y. & Raven, P.H. (eds), *Flora of China* Vol. 8. Beijing: Science Press; St. Louis: Missouri Botanical Garden Press, USA.

Appendix 1. Voucher specimens used for nectary morphology of *Matthiola* species. The following abbreviations designate the herbaria without index: Yasuj University herbarium (YUH); Agriculture and Natural Resources Researches center of Urmia and Hormozgan herbaria (ANRRU and ANRRH, respectively); Ferdowsi University of Mashhad (FUM).

M. afghanica Rech.f. & Köie. Iran. Khorasan: Robot sefid, 1649 m, *Zeraatkar 16023* (T, D); 80 km Mashhad from Sabzevar, 1107 m, *Zeraatkar 16020* (T, D); Robot Sefid, 1694 m, *Zeraatkar 16039* (T, D); S Ataiyeh, 1591 m, *Zeraatkar 16019* (T, D); Taghestan-e Nowzar, 900 m, *Faghihnia & Zangooei 22870* (FUMH); SW Taybad, Karat Mt., 894 m, *Faghihnia 34797* (FUMH); Torbat Heydariyeh, 1050 m, *Joharchi & Zangooei 19946* (FUMH); between Saleh Abad & Polkhatoon, 500 m, *Faghihnia & Zangooei 22705* (FUMH); Akhlamad, 1380 m, *Ayatollahi & Rezaie 12726* (FUMH); Tangal-e Bardoo, 1666 m, *Johrachi & Zangooei 15407* (FUMH); Mazdavand, 950 m, *Joharchi & Zangooei 16737* (FUMH); Tandureh National Park, 1862 m, *Vaezi & Tabasi 89232, 89237* (FUM); Torbat Heydariyeh to Khaf, 1319 m, *Anonymous s.n.* (FUM); Baghcheh-Mashhad highway, 1036 m, *Anonymous s.n.* (FUM); Mirabad, 1800–2000 m, *Assadi & Massoumi 21253* (TARI); 70 km from Neyshabour to Kashmar, 1550–1950 m, *Assadi & Mozaffarian 35451* (TARI); Torbat-e Jam to Bakhazr, 1770 m, *Assadi & Amirabadi 84597* (TARI); N Robot Sefid, 1700–2000 m, *Runemark & Sardabi 23515* (TARI); ca. 63 km Neyshabour from Kashmar, 1600 m, *Assadi 95831* (TARI); Robot Sefid, 1700–1900 m, *Assadi & Mozaffarian 35864* (TARI); ca. 25 Mashhad to Fariman, 990 m, *Mozaffarian 67523* (TARI). Afghanistan. Herat: 1500 m, *Köie 3849* (W).

M. alyssifolia (DC.) Bornm. Iran. Khorasan: E Quchan, 1650 m, *Faghihnia & Zangooei 27491* (FUMH); E Birjand, 2400 m, *Faghihnia & Zangooei 32073* (FUMH); Bojnurd, Qaleh Sheykh to Sorkhzoo, 1300 m, *Faghihnia & Zangooei 21659* (FUMH); E Birjand, 2300 m, *Faghihnia & Zangooei 30308* (FUMH); Kalat, 1200 m, *Lotfi & Mousavi 2643* (TARI); ca. 50 km Mashhad, 1600 m, *Paryab & Shirdel 7291* (TARI); Dargaz, 1300 m, *Mousavi et al 7343* (TARI); Tandoureh National Park, 1520 m, *Vafae & Mohammadzadeh 479* (TARI); Akhlamad, 1600–1800 m, *Mozaffarian 48779* (TARI); Chalpoo, 1550 m, *Amirabadi & Abbasi 4409* (TARI); Gonabad to Ferdos, 2090 m, *Amirabadi & Ranjbar 2495* (TARI); Birjand, 1800 m, *Shad & Vafae 931* (TARI). Gorgan: Between Azadshahr & Shahrud, 2000 m, *Assadi 85659* (TARI); S Kordkoy, 1700 m, *Massoumi 55969* (TARI); Golestan National Park, 1450 m, *Wendelbo & al. 11086* (TARI). Hamadan: Yalfan, 1940 m, *Termeh & Mousavi 16059* (TARI); Esfahan: Mouteh, 1990 m, *Amin & Mousavi 6336* (TARI); Kashan, 1800 m, *Iranshahr 16079* (TARI); Tiran, 2200 m, *Nowroozi 5240* (TARI); Darband, *Iranshahr 15951* (TARI); Golpayegan, 2210 m, *Etemadi & Movahedi 3122* (TARI). Yazd: Shirkuh, 2400 m, *Mozaffarian 77678* (TARI); S Yazd, Shirkuh, 2800 m, *Mousavi & Tehrani 16071* (TARI). Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad: Yasuj, 2030 m, *Fasahi 24499* (TARI). Chaharmahal & Bakhtiari: 32 km Shahrkor, 2300 m, *Iranshahr 15958* (TARI); Kuh-e Shahidan, 2300–3000, *Mozaffarian 58097* (TARI); Tang-e Sayyad national park, 2400 m, *Mozaffarian 62123* (TARI). Fars: Khorambid, near Gooshti village, 2560 m, *Khosravi & Farahmand s.n.* (HSHU). Kerman: 70 km NW Ravar, 2400–3200 m, *Assadi & Bazgosha 56159* (TARI); Pabdana, 2275 m, *s.n.* (HSHU); Rafsanjan to Zarand, 1800 m, *Saber & Ghonchei 88* (TARI); Kerman, *Babankhanloo 24007* (TARI). Semnan: 49 km Azadshahr to Shahrud, 1000 m, *Assadi & Wendelbo 29617* (TARI); Mehmandust, 1800–2200 m, *Termeh & Zargani 15954* (TARI); 35 km N Damghan, 1950 m, *Assadi & Wendelbo 29491* (TARI). Tehran: Karaj, 1700 m, *Termeh 15953* (TARI); Karaj, Kalak, 1800 m, *Mousavi 16074* (TARI); Kuhdashteh, 2500 m, *Parsa 12398* (TARI); Mardabad, 1800 m, *Gauga 16076* (TARI); Garmdareh, 2000 m, *Assadi 27534* (TARI); Khojir, *Hamzeh & Shirvani 95184* (TARI). Arak: Arak to Mahalat, 2500 m, *Massoumi & Mozaffarian 47931* (TARI). Afghanistan. Ghorat: Ghorat, 2400 m, *Podlech 21839* (M).

M. chenopodiifolia Fisch. & C.A.Mey. Iran. Khorasan: Beshruyeh to Ferdows, 800 m, *Khosravi s.n.* (HSHU); Nehbandan to Sefidayeh, 1000 m, *Hojjat & Zangooei 24844* (FUMH); SE Tous, 850 m, *Rafeie & Zangooei 26199* (FUMH); N Gonabad, 880 m, *Joharchi & Zangooei 17226* (FUMH); E Sabzevar, 900 m, *Joharchi & Zangooei 11281* (FUMH); Torbat Hedarieyeh to Gonabad, 1087 m, *Ayatollahi & Zangooei 13705* (FUMH); Jajarm, 900 m, *Joharchi & Zangooei 11348* (FUMH). Esfahan: NE Kashan, 870 m, *Babakhanloo & Amin 17808* (TARI); Shahrreza to Abadeh, 1900 m, *Nowroozi & Shams 12359* (TARI). Yazd: Nodoushan, 1991 m, *Hadi 19253 & 19252* (FAR); Bafq, 1350 m, *Assadi & Bazgosha 56019* (TARI); Bahramabad, 1500 m, *Rech. & Esf. 15970* (TARI). Hormozgan: Hajiabad to Bandar, 1200 m, *Rech. & Esf. 15973* (TARI); between Gahkom & Tarom, 800 m, *Mozaffarian 52262* (TARI). Kerman: Ravar to Chatrud, 1500 m, *Assadi & Bazgosha 56306* (TARI); near Mahan, 1700 m, *Haravi 649* (TARI); Mamanak, 1000 m, *Mousavi & Termeh 15976* (TARI). Baluchistan: Zahedan, 1500 m, *Sabeti 15969* (TARI); Zabol to Zahedan, 760 m, *Massoumi 1038* (TARI); Zahedan to Mirjaveh, 1690 m, *Sandughdaran 942* (TARI). Semnan: Mayamey to Damqan, 1339 m, *Zeraatkar 16042* (T, D); Garmsar to Semnan, 1200 m, *Iranshahr 15984* (TARI); N Shahrud, 1100 m, *Freitag & Mozaffarian 28410* (TARI). Fars: Abadeh to Esfahan, 2098 m, *Ghorbani 102* (TMRC); Abadeh, *Farrokh s.n.* (HSHU). Tehran: Saveh to Tehran, 1170 m, *Foroughi 4490* (TARI); Siakuh, 1000 m, *Wendelbo & Assadi 16069* (TARI). Pakistan. Baluchistan: 8k to Warechah, *Martin L. Grant 15331* (HSHU); Makran, Panjgur area, *Riedl & Rafiq PG-98-027* (W).

M. codringtonii Rech.f. Afghanistan. Bamian: Band-e Amir, Band-e Gholaman, 3057 m, *Ahmadzai s.n.* (HSHU); Band-e Amir, 2900 m, *Hedge & Wendelbo 4779* (E).

M. dumulosa Boiss. & Buhse. Iran. Khorasan: Qayen to Birjand, 1837 m, *Zeraatkar 16024* (D); W of Jajarm, Daraq, 900 m, *Joharchi 11388* (FUMH); Qayen to Birjand, 1703 m, *Basiri 1570, 19991, 19992, 19994* (FUM); Qayen to Birjand, 2 km to Khezri, 1718 m, *Basiri 17181* (FUM); ca. 1 km after Darq from Jajarm, 1101 m, *Zeraatkar 16043* (T, HSHU); ca. 38 km E Torbat-e Jam, 700 m, *Assadi & Amirabadi 66788* (TARI). Semnan: Dehmolla & Salehabad to Kavir, 1200 m, *Mozaffarian 72671* (TARI); 33 km Shahrud to Sabzevar, 1500 m, *Assadi & Abouhamzeh 40074* (TARI).

M. farinosa Bunge ex Boiss. Iran. Khorasan: Baba Aman, 1216 m, *Zeraatkar 16035* (T, D). Saluk, 1357 m, *Ezazi 5402* (T); Bar, 2046 m, *Zeraatkar 16025* (T, D); Chamanbid, 1608 m, *Zeraatkar 16037* (T, D); Behkadeh, 1608 m, *Zeraatkar 16036* (T, D); SE Bojnurd, 1500 m, *Rafeie & Zangooei 31557* (FUMH); S Dargaz, 1800 m, *Joharchi & Zangooei 18685* (FUMH); N Faruj, 1400 m, *Faghihnia & Zangooei 31244* (FUMH). Semnan: Bashm, 2600 m, *Assadi & Mozaffarian 40337* (TARI); Tang-e Parvar, 2200 m, *Assadi & Mozaffarian 40750* (TARI); above Touye, 2000 m, *Assadi & Wendelbo 29490* (TARI). Gorgan: after Golestan tunnel, 999 m, *Zeraatkar 16056* (T, D); E Maraveh Tappeh, 300 m, *Assadi & Massoumi 55478* (TARI); Tilabad, 1000 m, *Wendelbo & Assadi 29599* (TARI).

M. flavida Boiss. Iran. Fars: near Persepolis, Kuh-e Ayub, 1746 m, *Zeraatkar 16014* (T, D); Kavar, 2175 m, *Sohrabie s.n.* (HSHU); Shiraz, Derak Mt, 1640 m, *Khosravi s.n.* (HSHU); Kharameh, Khaneh Kat Mt., 1620 m, *Khosravi & Biglari s.n.* (HSHU); Dokuhak, 1765 m, *Khosravi s.n.* (HSHU); Jahrom, Kuh-e Sur, 2101 m, *Mohammadi s.n.* (HSHU); N Shiraz, 1600 m, *Kamali s.n.* (HSHU). Kohgiluyeh & Boyer Ahmad: Dehdasht, *Taghizadeh s.n.* (HSHU); Sogh, *Panahi s.n.* (HSHU). Kerman: E Kerman, 1842 m, *Naderi s.n.* (HSHU); Shahr-e Babak to Meymand village, 1919 m, *Abbasi s.n.* (HSHU); Rafsanjan, Gurchupan, 2400 m, *Emamipur s.n.* (HSHU); Lalehzar, 2600 m, *Foroughi & Assadi 17898* (TARI). Hormozgan: S Genou, 1600 m, *Wendelbo & Foroughi 15500* (TARI); Qotbabad, 1200 m, *Wendelbo & Foroughi 15775* (TARI); Bokhvan, 1500 m, *Mozaffarian 44721* (TARI); SE Jakdan, 1200 m, *Mozaffarian et al. 39390* (TARI). Baluchistan: Taftan, 2700–3800 m, *Mozaffarian 53077* (TARI); Taftan region, 2200 m, *Mozaffarian 52982* (TARI); Khash, 2500 m, *Assadi 22840* (TARI).

M. ghorana Rech.f. Afghanistan. Ghorat: infra Parjuman, *Rech. 19054* (W). Ghazni: In valle fluvii Arghandab prope Sang-i Masha, 2400 m, *Rech. 17518* (W).

M. graminea Rech.f. Afghanistan. Sang-i Masha, in saxosis ad fluv. Arghandab, 2500 m, *Rech. 17468* (W).

M. incana (L.) W.T.Aiton. Iran. Azerbaijan: Mianeh, 1100 m, *Illegible 19273* (T, cult.). Mazandaran: Amol, 95 m, *Ebrahimi 7224* (T, cult.). Tehran: Park-e Daneshjoo, 1150 m, *Zeraatkar 16021* (T, cult.). Kerman: Bam, 1150 m, *Zare s.n.* (HSHU, cult.). Fars: Mamassani, 1820 m, *Akbari s.n.* (HSHU, cult.).

M. longipetala (Vent.) DC. Iran. Hormozgan: Tashkuye village, 668 m, *Zeraatkar 16044* (T, D); 2169 m, Geno Mt., *Zarrin & Ghahremaninejad 322651* (T); 22 km Senderk to Darpahn, 550 m, *Mozaffarian, Banihashemi & Shahinzadeh 39258* (TARI). Bushehr: 61 km Kazerun to Dalaki, 250 m, *Runemark & Mozaffarian 26837* (TARI); 70 Bushehr to Ameri, 3 m, *Runemark & Mozaffarian 27058* (TARI); 2 N Khormuj, 150 m, *Runemark & Mozaffarian 27182* (TARI). Khuzestan: Andimeshk to Khoramabad, Pol-e Zal, 350 m, *Mozaffarian 53780* (TARI); 10 km Bagh Malek to Haftkel, 500 m, *Assadi & Abouhamzeh 38872* (TARI); S Shush, 63 m, *Zeraatkar 16041* (T, D); 55 km Behbahan to Ramhormoz, 240 m, *Runemark & Mozaffarian 30921* (TARI); Masjed soleyman, 278 m, *Arabi 46391* (T); Bagh Malek, 750 m, *Mozaffarian 53595* (TARI); Susangerd, Bostan, Alahoakbar, 60 m, *Mozaffarian 62658* (TARI); Behbahan, Khyrudkenar, 470 m, *Foroughi 2938* (TARI). Fars: Shiraz, Bamu National Park, 1900 m, *Dehbozorgi 32824* (TARI); 22 km from Fahlian to Rashk, 900 m, *Mozaffarian 45960* (TARI); Darab, Rostagh neck, 1200 m, *Riazi 4599* (TARI). Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad: 5 km Shamsabad to Basht, 700 m, *Assadi & Abouhamzeh 38614* (TARI). Chaharmahal & Bakhtiari: Lurdegan, Sarkhun, 1200 m, *Mozaffarian 45960* (TARI). Hamedan: Asadabad neck, 2030 m, *Riazi 4696* (TARI). Kermanshah: Biseton to Kermanshah, Rahimabad, 1358 m, *Hamzeh & Asri 87772* (TARI). Kordestan: ca. 15 km N Sanandaj, 1700 m, *Wendelbo & Assadi 16913* (TARI). Kordestan: Sanandaj, Chenon village, 1250 m, *Fatahi & Khaledian 199* (TARI). Tehran: 40 km to Qom, 200 m, *Ghafari 120/64* (TARI). Tehran: 55 km N Tafresh, 1300 m, *Amin & Bazargan 18797* (TARI). Markazi: Save, 985 m, *Nazemi-Karami 58040* (T). Ilam: Mehran, 155m, *Jafari 25973* (T).

M. revoluta Bunge ex Boiss. Iran. Khorasan: Sabzevar from Esfarayen, 1109 m, *Zeraatkar 16052* (T, D); Robat Sefid, 1694 m, *Zeraatkar 16053* (T, D); S Ataiyeh, 1591 m, *Zeraatkar 16054* (T, D); near Khezri Dashtebayaz, 1583 m, *Zeraatkar 16049* (T, D); Neyshabour, kuh-e Binaloud, 1500–2700 m, *Mozaffarian 49000* (TARI); Garmab, 1668 m, *Zeraatkar 16051* (T, D). Yazd: near Abarkooh, 1566 m, *Zeraatkar 16048* (T, D); near Arij, 1762 m, *Zeinali s.n.* (HSHU); Dehshir to Taft, 1750 m, *Khosravi s.n.* (HSHU). Esfahan: Niasar, 1504 m, *Naderi s.n.* (DU); Sangab, 2200 m, *Yousefi 1144* (TARI); Ravand, 1550 m, *Dini & Bazargan 8016* (TARI). Fars: near Eqlid, 2128 m, *Zeraatkar 16017* (T, D); N Izadkhash, 2050, *Khosravi s.n.* (HSHU). Baluchistan: Sarbaz to Iranshahr, 979 m, *Ghorbani 939* (TMRC); 18 km Khash-Iranshahr road to Irandegan, 1500 m, *Mozaffarian 42852* (TARI); 65 km Khash to Zahedan, Mortak, 2100 m, *Mozaffarian 53395* (TARI). Semnan: N Semnan, 1400–1500 m, *Wendelbo & Assadi 29747* (TARI); Delbar, 2200–2300

m, *Freytag 13916* (TARI); Shahrud, 1400 m, *Freytag & Mozaffarian 28575* (TARI). Tehran: Damavand, Eivanakey to Bulan, 1600 m, *Mozaffarian 54057* (TARI). Afghanistan. Gardez: Safed Kuh, 2600–2700, *Rech. 31972* (W). Bamian: Band-e Amir, Band-e Panir, 2959 m, *Ahmadzai s.n.* (HSHU); Band-e Gholaman, 3057 m, *Ahmadzai s.n.* (HSHU). Uzbekistan. Peti village, 6000 ft., *Komarov s.n.* (LE).

M. shiraziana Zeraatkar, Khosravi, F.Ghahreman., Al-Shehbaz & Assadi. Iran. Esfahan: Esfahan to Vanak road, 2200 m, *Parishani 14363* (HIUT); Semirum, Padena to Sisakht, Gardaneh Rigan (probably Bijan) 2600 m, *Nowrooz 4678* (HIUT); Khafr, Dena Mt., 3700 m, *Riazi 6890* (TARI); Semirum, Vanak, 2250 m, *Mozaffarian 62152* (TARI); Semirum, Padena to Sisakht, Gardan-e Bizhan, 2600 m, *Nowroozi 2863* (TARI). Fars: Shiraz, Ghalat village, 2420 m, *Jowkar s.n.* (HSHU); 20 km W Shiraz, Ghalat village, 2100 m, *Sarafraz s.n.* (HSHU). Kohgiluyeh & Boyer-Ahmad: 27 km of N Sisakht, 2428 m, *Jamzad et al. 69446* (TARI); SE Yasuj, 15 km to Ardakan, Moleye Balout, Torbekestan Mt., 2510 m, *Moazzeni & Pirani 2210* (TMRC, FUMH); *Yasouj*, the old road of Kakan, 2078 m, 30 May 2013, *Hosseini s.n.* (YUH). Chaharmahal & Bakhtiari: Farsan, 2220 m, *Mozaffarian 96682* (TARI).

M. spathulata Conti. Iran. Azerbaijan: Asalem to Khalkhal, *Assadi 86500* (TARI); 22 km SW Ahar, 1550 m, *Illegible 26885* (TARI); ca. 18 km NW Marand, 1500 m, *Assadi & Shabsavari 65444* (TARI); W Bazargan, 1500–1700 m, *Assadi & Mozaffarian 30200* (TARI); Khoy to Shahpur, 1200 m, *Wendelbo & Assadi 19263* (TARI); Tabriz to Marand, 1500 m, *Assadi & Mozaffarian 29812* (TARI). Qazvin: Abgarm, Kharamaghan, 1735 m, *Mozaffarian 87297* (TARI). Zanzan: Hajibacheh, 1900 m, *Zeraatkar 16006* (T, HSHU); 50 km on the Zanzan-Dandi, 1908 m, *Mahmoodi 99568* (T, TARI); between Gowjeh Qaya and Gholtugh, 1902 m, *Mahmoodi 100456* (T, TARI); 4 km before Ghezal-Ozan river, 1450 m, *Mahmoodi 100458* (T, TARI). Haji-Bache 1908 m, *Mahmoodi 100457* (T, TARI).

M. tomentosa Bélang. Iran. Mazandaran: Sangdeh, 1315 m, *Doumanchick 31295* (TARI). Markazi: 50 km to Delijan, after Ghoragchi neck, *Zeraatkar 16055* (T, TARI); Gharghabad, 1500 m, *Amin & Bazargan 8207* (TARI); Khomyn to Mahalat, 1700 m, *Nowroozi 4540* (TARI); Golpayegan, 1860 m, *Jalali 19257* (FAR). Chaharmahal & Bakhtiari: Shahidan Mt., 2208 m, *Mozaffarian 58106* (TARI); Boroujen, Baraftab Mt., 2109 m, *Mozaffarian 54780* (TARI); Shalamazar, 2064 m, *Mozaffarian 54614* (TARI). Yazd: Taft, Deh Bala, 2203 m, *Zeraatkar 16007* (T, D); near Taft, 1469 m, *Zeraatkar 16045* (T, D); S Yazd, 1285 m, *Nowroozi & Feyzi 5991* (TARI). Esfahan: 30 km Shahreza from Semirum, 2322 m, *Zeraatkar 16046* (T, D); Tiran, 2057 m, *Nowroozi & Feyzi 5434* (TARI); Chadegan, Zayandehrood, 2098 m, *Assadi & Khatamsaz 76403* (TARI). Qazvin: Alamut, 1494 m, *Khaleghi & Imani s.n.* (FAR). Tehran: Sarbandan, 2469 m, *Zeraatkar 16010* (T, D); Ghuchak, 1960 m, *Mousavi 22832* (TARI); Lashgarak, 1500 m, *Dini 9024* (TARI); Mardabad, 1250 m, *Hedge, Wendelbo & Froughi 14697* (TARI); Gisha, 1366 m, *Karbaschi s.n.* (FAR). Semnan: Ahovan neck, 1939 m, *Zeraatkar 16012* (T, D); N Sorkheh, 1400 m, *Wendelbo & Assadi 29429* (TARI); SW Semnan, 1100 m, *Pabot 26879* (TARI); N Garmsar, 1000 m, *Amin & Bazargan 19052* (TARI). Fars: Safashahr to Surmaq, 1827 m, *Zeraatkar 16008* (T, D); Bel Mt., 2540 m, *Sadri s.n.* (HSHU). Hormozgan: Bandar Abbas, 0 m, *Mobayen 7981* (ANRRU, fragment).