

یادداشت‌هایی بر تاکسونومی و تنوع جنس *Onosma* با تأکید بر شواهد مهم و گروه‌های کمپلکس در محدوده فلور ایرانیکا

دریافت: ۱۳۹۶/۰۲/۰۲ / پذیرش: ۱۳۹۶/۰۵/۲۳

صدف صیادی: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
 احمدرضا محرابیان✉: استادیار گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران،
 صندوق پستی ۱۹۸۳۹۶۹۴۱۱، ایران (a_mehrabian@sbu.ac.ir)
 محمدجواد نیکجویان: دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه
 شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

Onosma از طایفه *Lithospermeae* Dumort. متعلق به تیره گل‌گاوزبان با حدود ۱۸۰-۱۵۰ گونه در دنیای قدیم با مرکزیت تنوع در منطقه ایران-تورانی استقرار یافته است. این جنس با پیچیدگی‌های تاکسونومیک متعددی مواجه بوده که منجر به ایجاد مشکلات فراوانی در شناسایی و چندشکلی‌های ریخت‌شناسی گسترده در آن شده است که علی‌رغم این مساله، صفات ریختی مهمی از دیدگاه تاکسونومی و فیلوژنی نیز در این جنس وجود دارد. البته، ابهامات فراوانی در شناسایی آرایه‌ها، سبب ایجاد پیچیدگی‌های وسیع درون گونه‌ای و بین گونه‌ای در این جنس شده است. به عنوان مثال، گونه‌های *O. dichroanthum* Boiss. و *O. elwendicum* Wettst., *O. bulbotrichum* DC., *Onosma rostellatum* Lehm. با ابهامات و پیچیدگی‌های تاکسونومیک شدیدی مواجه هستند. برخی از آرایه‌ها با خویشاوندی زیاد نیز در فلور ایرانیکا احتمالاً می‌توانند آرایه‌های هم‌نام باشند. به علاوه، برخی آرایه‌ها مانند *O. pabotii* H. Riedl. و *O. sharifii* H. Riedl. فاقد نمونه‌های تیپ قابل استناد و قابل تشخیص بوده و در محل‌های تیپ هم یافت نشده‌اند. بنابراین، هرگونه اظهار نظر درباره تاکسونومی و سیستماتیک این جنس مستلزم ارزیابی‌های جامع اکوتیپ‌های و جمعیت‌های جغرافیایی متنوع و مطالعات میدانی دقیق مبتنی بر ویژگی‌های اکولوژیکی و جغرافیایی گیاهی زیستگاه‌های آن‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: آرایه، اکوتیپ، ایران، تاکسونومی، گل‌گاوزبان

Some notes on taxonomy and diversity of *Onosma* with emphasis on important evidence and complex groups in Flora Iranica

Received: 22.04.2017 / Accepted: 14.08.2017

Sadaf Sayadi: MSc Student, Department of Plant Sciences and Technology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, GC, Tehran, Iran

Ahmadreza Mehrabian✉: Assistant Prof., Department of Plant Sciences and Technology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, GC, Tehran, Iran (a_mehrabian@sbu.ac.ir)

Mohammad Javad Nikjoyan: MSc Student, Department of Plant Sciences and Technology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, GC, Tehran, Iran

Summary

Onosma L. as a rich taxa in *Boraginaceae* including about 150–180 species, centered mainly in Irano-Turanian region. The genus faced with several systematic complexities lead to many identification problems as well as morphological polymorphism. Several authors have used setae characteristics in *Onosma* as the most important diagnostic evidence in delimitation and classification of species in addition to the natural group. Besides palynological and karyological studies, molecular evidences have also confirmed recent classifications. This genus has been classified as a sister to *Maharanga* A.DC as a central Asiatic taxon of *Boraginaceae*. Several ambiguities in identification and differentiation of species created a wide range of complexities among and also between the species. *Onosma elwendicum* Wettst., *O. bulbotrichum* DC., *O. rostellatum* Lehm., and *O. dichroanthum* Boiss. are some examples facing with these problems. Also, *Onosma olivieri* H. Riedl., and *O. lanceolatum* Boiss. & Hausskn. as closest taxa in Flora Iranica, eventually are geographical ecotypes and can be synonym taxa. Besides this, some taxa following *O. sharifii* H. Riedl., *O. paboti* H. Riedl., and *O. caeurelescens* Boiss. do not have detectable type specimens with no specimens obtained from type localities. Therefore, every comment on taxonomy as well as systematic study of the genus, need to a perfect assessment of diverse ecotypes and geographical populations together with a detailed field works with emphasis on ecology and phytogeography of their habits.

Keywords: *Boraginaceae*, ecotype, Iran, taxon, taxonomy

مقدمه

این جنس، اخیراً به عنوان آرایه خواهری جنس آسیایی *Maharanga* A.DC. معرفی شده است (Weigend *et al.* 2013, 2016, Cecchi *et al.* 2016). دوکاندل (de Candolle 1886) این جنس را براساس ریخت‌شناسی کاسه در مرحله گلدهی و نیز کرک‌های درون آن را به دو بخش *Onosma* A.DC (Eu) و *Aponosma* A. DC. تفکیک نموده است. شور (Schur 1866) براساس ساختار کرک، سه بخش شامل بخش فاقد کرک‌های کوتاه یا خارک در قاعده (sect. *Estellatae* Schur)، بخش دارای کرک‌ها یا خارک‌های بلند ستاره‌ای (sect. *asterosetulae* Schur) و نیز نوع حد واسط (sect. *stelligera* Schur) را در این جنس مجزا نموده است. این بخش‌ها توسط بواسیه (Boissier 1879) به ترتیب با نام‌های sect. *asterotricha* Boiss.، sect. *haplotricha* Boiss. و sect. *heterotricha* Boiss. تایید گردیده است. البته سه بخش اخیر، به عنوان سه گروه غیررسمی (Peruzzi & Passalacqua 2008) با منشا دورگ‌گیری (Teppner 1971, 1972, Martonfi *et al.* 2001, Vouillamoz *et al.* 2008) معرفی شده‌اند. از سوی دیگر، سچی و همکاران (Cecchi 2011) و کوهن (Cohen 2011) نیز این سه بخش را به عنوان یک بخش یکپارچه و واحد در نظر گرفته‌اند. ریدل (Ridel 1967) در فلور ایرانیکا، خاتم‌ساز (۱۳۸۲) در فلور ایران و دیویس (Davis 1978) در فلور ترکیه تنها بر وجود دو بخش *sect. haplotricha* Boiss. و *sect. asterotricha* Boiss. در این جنس تاکید می‌نمایند. از آن جا که یکی از مراکز تنوع و اندمیسم این جنس در محدوده فلور ایرانیکا تمرکز یافته و به دلیل وجود گروه‌های کمپلکس متعدد که شناسایی آرایه‌ها را با مشکلات متعددی مواجه ساخته و نیز فقدان یک تحلیل کلی، ارزیابی و توصیف تنوع، تشریح صفات با اهمیت و پیچیدگی‌های تاکسونومیکی در آن ضروری به نظر می‌رسد.

لذا، اهداف این مقاله، مروری بر مطالعات انجام شده در این جنس در ایران و جهان، بررسی صفات مهم تشخیصی، چالش‌ها و پیچیدگی‌های تاکسونومیکی این جنس با ارزش در محدوده فلور ایرانیکا می‌باشد.

روش بررسی

ارزیابی و مطالعات انجام شده پیرامون این جنس در بازه زمانی ۹۶-۱۳۸۶، با مطالعات متعدد میدانی نگارنده نخست،

Onosma L. به عنوان آرایه‌ای بسیار غنی از طایفه *Lithospermeae* Dumort. (*Boraginaceae*) دارای حدود ۱۵۰ گونه در (Cecchi *et al.* 2016) تا بیش از ۱۸۰ (Cecchi unpub) گونه در دنیای قدیم با مرکزیت تنوع در منطقه ایران-تورانی (Cecchi *et al.* 2016) در زیستگاه‌های مرتفع و خشک و آفتابگیر صخره‌ای تا شنی (Mengoni *et al.* 2006, Cecchi *et al.* 2011) استپی (Javorka 1906, Meusel *et al.* 1978) و دامنه متنوعی از سازندهای زمین‌شناسی (Mengoni *et al.* 2006, Cecchi *et al.* 2011, Mehrabian 2015) رشد می‌نماید. مراکز اندمیسم عمده این جنس منطقه فلات ایران (منطقه فلور ایرانیکا) و فلات آناتولی (Riedl 1978, Davis 1988, Ridet *et al.* 2005, Binzet 2011, Mehrabian 2015, Aytac & Turkmen 2011, Koyuncu *et al.* 2013, Mehrabian 2015, Binzet 2016, Cecchi *et al.* 2016) می‌باشد. تنوع و اندمیسم این جنس از بخش‌های شرقی منطقه فلور ایرانیکا به سمت غرب در کوه‌های زاگرس شمالی و میانی و نیز منطقه کردستان عراق به شدت افزایش می‌یابد (Mehrabian 2015). تاثیرات نفوذ اقلیم مدیترانه‌ای (Zahran 2010) و نیز شرایط اداپتیکی و زمین‌شناختی متنوع در زاگرس میانی (Hedge & Wendelbo 1978) سبب شده تا این منطقه از تنوع منحصر به فردی برخوردار باشد و پس از انتشار فلور ایرانیکا (Riedl 1967) و فلور ایران (خاتم‌ساز ۱۳۸۲) گونه‌های جدید متعددی از این جنس در این ناحیه گزارش شده است (محرابیان ۱۳۹۴). گردافشانی در این گروه به وسیله حشرات (Javorka 1906, Teppner 2006, Mengoni *et al.* 1966b) و انتشار دانه آن‌ها در مواردی توسط باد (Kolarcik *et al.* 2010) و نیز مورچه‌ها (Johnston 1954) گزارش شده است. این جنس با پیچیدگی‌های تاکسونومیکی متعددی مواجه بوده (Teppner 1996, Kolarcik *et al.* 2010, 2014, Mehrabian 2015, Cecchi *et al.* 2016) و گونه‌های نزدیک براساس صفات ریختی ضعیف و ناواضح توصیف شده‌اند (Kolarcik *et al.* 2010, 2014) که ضمن ایجاد مشکلات متعدد در شناسایی (Ball 1972, Maggi *et al.* 2008, Akcin & Binzet 2011, Mehraian 2014, 2015) سبب چندشکلی‌های متعدد و تنوع عظیمی در این آرایه نیز شده است (Cecchi *et al.* 2016). هیبریداسیون و سطوح متنوع پلوپیدی به عنوان یکی از بزرگ‌ترین مکانیسم‌های تنوع در این جنس معرفی شده است (Teppner 1971, 1972, Vouillamoz 2001, Martonfi *et al.*)

آورده است. شکل و ابعاد برگه، طول دمگل و میزان شکافتگی کاسه، تراکم، طول و انشعابات گل آذین نیز از صفات بسیار مهم و قابل اعتمادی است که به همراه سایر صفات در شناسایی و تمایز گونه‌ها موثر است. بساک به شکل‌های کاملاً به هم پیوسته و منقار مانند (*Onosma rostellata* Lehm.)، در قاعده متصل، کاملاً جدا و یا ۳-۲ بساک از قاعده پیوسته و یا با همین تعداد از قاعده جدا دیده می‌شوند که در برخی موارد در سطح گونه‌ای بویژه در برخی گونه‌های نزدیک از اهمیت افتراقی برخوردار است. به علاوه، محل اتصال بساک به میله پرچم در میانه یا بخش‌های بالایی جام گل از اهمیت ویژه‌ای در جدایی گونه‌ها برخوردار است (محرابیان ۱۳۹۰). از سوی دیگر، شکل و طول جام گل در عین همپوشانی‌های متعدد، در جدایی برخی گونه‌های این جنس بسیار کارآمد بوده است (Riedl 1967, Davis 1978). لوب‌های جام گل غالباً نوک کند و کوتاه هستند که فقط دو گونه *O. longilobum* Bge. و *O. platyphyllum* H. Riedl. داشتن لوب‌های جام گل کشیده و نوک تیز از کلیه گونه‌های این جنس قابل تفکیک هستند. شکل بذر، وجود ناو پستی و شکمی و ابعاد آن نیز از صفات بسیار مهم در تمایز گونه‌های این جنس شناخته شده است (Riedl 1967, Davis 1978). شواهدی چون تزیینات جام گل (Arab Ameri et al. 2014)، تزیینات سطح فندقه (Akcın 2014, Arab Ameri et al. 2014, Arab Ameri et al. 2014, Binzet & Akcın 2009)، تزیینات سطحی کلاله (Arab Ameri et al. 2014)، ابعاد و شکل دانه گرده (Maggi et al. 2008, Binzet 2011)، آناتومی (Azizian et al. 2000)، کاربولوژی (Binzet & Akcın 2009, Teppner 1971, 1994, 2012, Vouillamoz 2001, Martonfi et al. 2015, Kolarcik et al. 2008)، از صفاتی هستند که به عنوان شواهد با ارزش و البته در موارد متعدد، کمکی و تاییدکننده در تمایز آرایه‌های این جنس موثر واقع شده‌اند.

شواهد نشانگر مولکولی (*ISSR*) (Mehrabian et al. 2010, 2012)، (*AFLP*) (Mengoni et al. 2006, Kolarcik et al. 2010)، با برد وسیع‌تر در سطح جمعیتی و با برد محدودتر در سطح گونه‌ای و شواهد مولکولی (*ITS*) (Kolarcik et al. 2010, Cecchi et al. 2011, 2016) در تمایز گونه‌ای و تعیین روابط خویشاوندی در این جنس

رساله‌های تحصیلات تکمیلی تحت راهنمایی نگارنده دوم مقاله و ارزیابی نمونه‌های تیپ و نیز بررسی بیش از ۴۰۰۰ نمونه از گونه‌های متنوع این جنس از هرباریوم‌های داخلی مانند دانشگاه شهید بهشتی (HSBU)، مؤسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور (IRAN)، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) و هرباریوم‌های خارج از کشور از جمله هرباریوم موزه تاریخ طبیعی وین (W)، دانشگاه وین (WU) و همچنین تصاویر تیپ از هرباریوم‌های ادینبورگ اسکاتلند (E) کیو لندن (K)، موزه تاریخ طبیعی لندن (BM)، برگن نروژ (BG)، کیوتو ژاپن (KYO)، لنینگراد روسیه (LE)، ژنو سوییس (G)، ینا (JE) و برلین (B) در آلمان و هرباریوم دانشگاه کپنهاگ دانمارک (C) انجام شده است. از کلیه نمونه‌های بررسی شده، اسلاید گل تهیه شده و صفات تشخیصی مهم ریختی براساس منابع پایه (Riedl 1967, Popov 1978, Davis 1953) و نیز دستاوردهای پژوهشی نگارنده مسوول مورد ارزیابی قرار گرفته است.

نتیجه و بحث

بسیاری از محققان (de Candolle 1846, Shur 1866, Borbás 1877, Boissier 1879, Perruzi & Passalacqua 2008, Teppner 2008, Mehrabian 2014) بر نقش صفات کرک در تمایز بخش‌ها یا گروه‌های تاکسونومیکی طبیعی این جنس تاکید نموده‌اند. ریدل (Riedl 1967)، دیویس (Davis 1978) و خاتم‌ساز (۱۳۸۲) نیز از نوع کرک در راستای تمایز بین گونه‌ای و بین بخش‌ها و نیز از تراکم کرک، محل قرارگیری کرک‌های برگی و وجود یا عدم وجود کرک در حلقه نوشجای گل در تمایز گونه‌های این جنس استفاده نموده‌اند. این در حالی است که برگ‌های طوقه‌ای و ساقه‌های عقیم به عنوان صفات تشخیصی با دامنه افتراق محدود در تمایز برخی از گونه‌ها کارآمد می‌باشند. به علاوه، شکل و ابعاد برگ‌های ساقه‌ای و قاعده‌ای، همپوشانی زیادی را در گونه‌های این جنس نمایان می‌سازد. علی‌رغم این، در کنار سایر صفات در تعیین محدوده و نیز تمایز گونه‌ها موثر می‌باشند. فرم بوته خشبی غالباً در *sect. asterotricha* Boiss دیده می‌شود، اما در موارد محدودی در *sect. haplotricha* Boiss نیز مشاهده شده که در تمایز برخی از گونه‌های نزدیک کارآمد می‌باشد. پهن‌شدگی و یا عدم پهن‌شدگی کاسه گل در هر بخش، گروه‌های تاکسونومیکی متمایزی را پدید

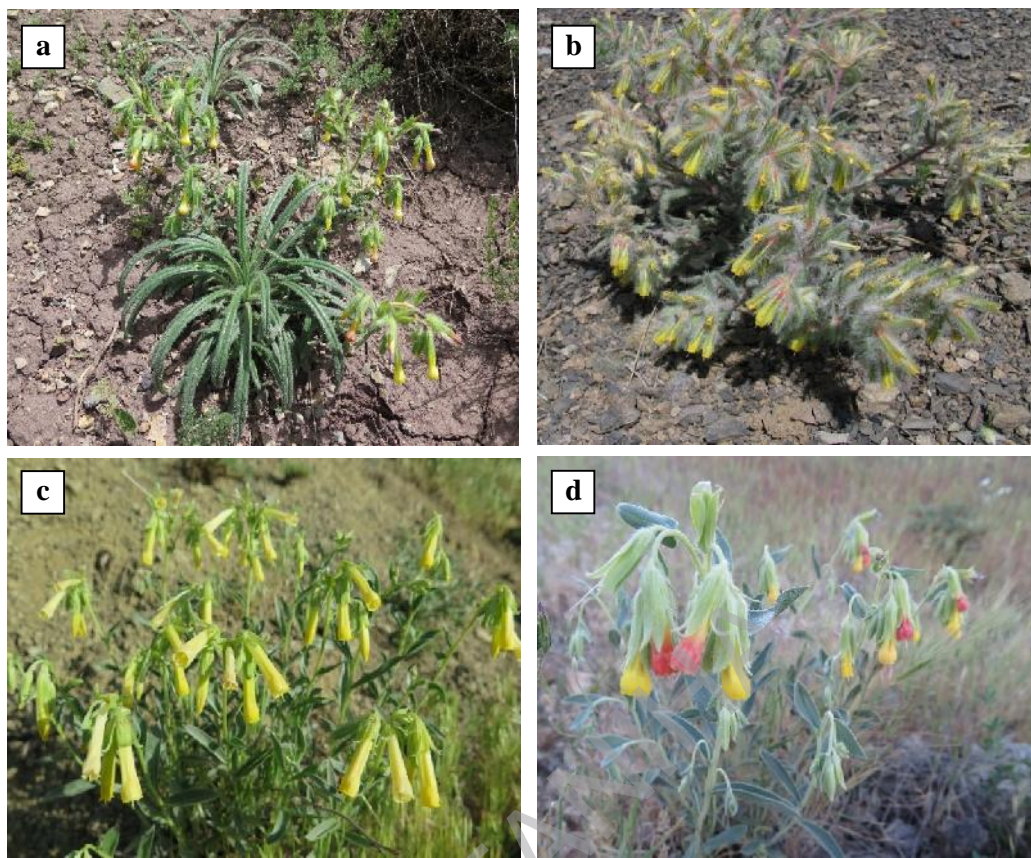
مرز تاکسونومیک بسیار نامشخصی باشند. به علاوه، تعدادی از گونه‌های این جنس مانند *O. sharifii* H. Ridel، *O. paboi* H. Ridel. (شکل ۲) و *O. caeurelescens* Boiss. دارای تیپ‌های مخدوش و غیرقابل استنادی بودند که از محل نمونه تیپ آن‌ها نیز رکوردی به دست نیامده است.

قابل توجه آن که، مطالعات اکولوژیک انجام شده مبتنی بر عوامل اکولوژیک و مدل‌سازی اکولوژیکی توسط نگارنده اول، نشانگر تاثیر شدید اقلیم، نقش بارز عوامل فیزیکی-شیمیایی خاک و نیز تاثیرات سازندهای زمین‌شناسی و ساختارهای ژئومورفولوژیک در تحدید حدود دامنه پراکنش بسیاری از آرایه‌ها و نیز تعیین مرزهای تاکسونومیک در این جنس می‌باشد. این در حالی است که بسیاری از گونه‌های این جنس در امتداد یک شیب اکولوژیکی استقرار یافته‌اند که در این عرصه انتشار، تنوع‌های ریختی و فنوتیپی گسترده‌ای را ایجاد نموده که می‌باید با دقت در ارزیابی تاکسونومیک این جنس لحاظ گردد.

علی‌رغم این، به دلیل فقدان مطالعات اکولوژیکی و نادیده گرفتن این عوامل در تنوع فنوتیپی و عدم جامعیت داده‌های جمعیتی در این جنس سبب شده که تعدادی از اکومورف‌های یک گونه تحت عنوان گونه‌های جدید معرفی گردند، حال آن که ارزیابی‌های دقیق جمعیتی و تاکسونومیک نشانگر تمایزات فاقد معنا از منظر آماری در برخی از صفات کمی و نه در صفات کیفی می‌باشد. به همین دلیل، موثق بودن تعدادی از گونه‌های جدید معرفی شده در این جنس با تردید مواجه است که همین عامل نیز بر پیچیدگی‌های این جنس افزوده است. گفتنی است، به دلیل بزرگی جنس، تنوع‌ها و پیچیدگی‌های تاکسونومیک زیاد، تحلیل آن‌ها در قالب این مقاله میسر نبوده و در سایر مقالات (منتشر شده یا در دست انتشار نگارنده دوم) قابل آرایه می‌باشد. بنابراین، هر گونه اظهار نظر درباره تاکسونومی و سیستماتیک جنس مورد بحث، نیازمند یک نگرش جامع مبتنی بر شواهد متنوع و با ارزش در سیستماتیک و نیز ارزیابی جمعیت‌های متنوع اکولوژیکی در دامنه انتشار آن می‌باشد.

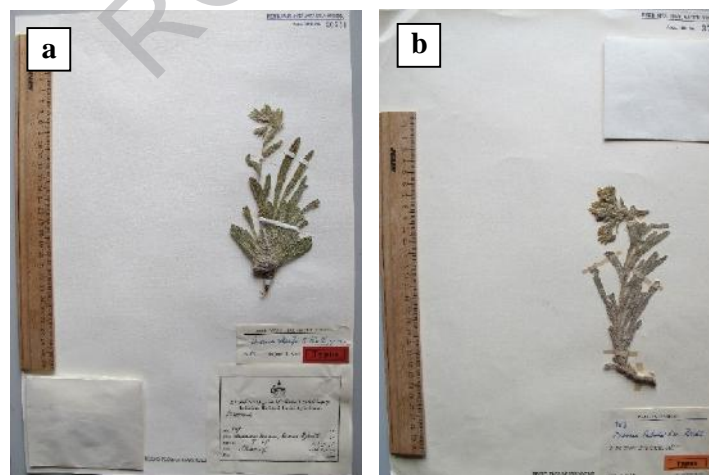
موثر شناخته شده‌اند. به علاوه، گروه‌های کمپلکس متعددی در این جنس در محدوده فلور ایرانیکا گزارش شده است. *Onosma elwendicum* و *O. bulbotrichum* DC. که به واسطه پیچیدگی در ترکیب رنگ و تراکم کرک، شکل‌های برگ‌ی و فرم کلی گیاه مشکلات متعددی را در کلیدهای شناسایی و شرح گونه‌ها ایجاد نموده‌اند.

Onosma rostellatum Lehm. دارای پراکنش نسبتاً گسترده در صخره‌های آهکی منطقه ایران-تورانی است که در رویشگاه‌های اکوتونی ایران-تورانی و صحارا-سندی نیز نفوذ نموده و تنوع زیادی از نظر شکل‌های برگ‌ی، رنگ و ابعاد جام گل و حتی فرم رویشی نمایان می‌سازد، به طوری که ریدل و فریتاگ (Riedl & Freitag 1972) برخی از این تنوع‌های اکوتیپی موجود در آن را به عنوان یک آرایه جدید به عنوان *O. itricatum* Riedl & Freitag معرفی نموده‌اند. *O. microcarpum* DC. نیز با پراکنش بسیار گسترده در منطقه فلور ایرانیکا با تنوع زیادی در صفات رویشی و زایشی معرفی شده است (شکل ۱)، به نحوی که شرح آن در فلور ایرانیکا دامنه بسیار متغیر و وسیعی از صفات رویشی و زایشی را در بر می‌گیرد. از طرفی، این گونه با دو نمونه تیپ تحت عناوین *O. spathulatum* Wettst. و *O. stapfi* Wettst توصیف شده که بعداً توسط دوکاندل به *O. microcarpum* DC تغییر یافته‌اند. Boiss. (شکل ۱) نیز در سراسر دامنه انتشار خود از بخش‌های شرقی محدوده فلور ایرانیکا به سمت غرب گسترش یافته و تا اکوتون‌های ناحیه ایران-تورانی و هیرکانی نفوذ می‌نماید و در تمامی این شیب اکولوژیکی تنوع زیادی را در شکل‌های ریختی پدید آورده است. *Onosma orientale* L. براساس شواهد متعدد مولکولی و ریختی (Cohen 2011, Mehrabian et al. 2011, 2012, 2014, 2015) از جنس *Onosma* L. متمایز شناخته شده، در حالی که بواسیه (Boissier 1879) نیز آن را آرایه‌ای مجزا تحت عنوان *Podonosma syriacum* (Labill) Boiss. معرفی نموده است. لازم به ذکر است، مطالعات انجام شده و مشاهده نمونه‌های تیپ نشان می‌دهد که تعدادی از گونه‌های فلور ایرانیکا مانند *O. olivieri* H. Riedl. و *O. lanceolatum* Boiss & Hausskn. که به عنوان گونه‌های نزدیک به هم توصیف شده‌اند، دارای



شکل ۱- برخی گونه‌های شاخص جنس *Onosma* در ایران: a. *O. dichroanthum*, b. *O. microcarpum*, c. *O. pachypodum*, d. *O. bodeanum*.

Fig. 1. Some common species of *Onosma* in Iran: a. *O. dichroanthum*, b. *O. microcarpum*, c. *O. pachypodum*, d. *O. bodeanum*.



شکل ۲- تصاویر نمونه‌های تیپ گونه‌های a. *O. sharifii* Riedl. و b. *O. pabotii* Riedl.

Fig. 2. Type specimens of a. *O. sharifii* Riedl., b. *O. pabotii* Riedl.

سیاسگزارى

بخشی از مطالعات گسترده بازبینی سیستماتیکى و ارزیابى اکولوژیکی و حفاظتی جنس گل زنگوله‌ای (*Onosma*) در جنوب غرب آسیا با حمایت مالی دانشگاه شهید بهشتی به انجام رسیده است.

نگارندگان به این وسیله، از مسوولان هرباریوم‌های داخل و خارج از کشور که امکان بررسی و مطالعه نمونه‌ها را فراهم ساختند تشکر و قدردانی می‌نمایند. این پژوهش، به عنوان

References

- Akçin, Ö.E. 2009. Micromorphological and taxonomical studies on petals of 11 Turkish *Onosma* (*Boraginaceae*) taxa. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy* 16(2): 157–164.
- Akçin, O.E. & Binzet, R. 2011. micromorphological studies on nutlets of some *Onosma* L. (*Boraginaceae*) species from Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 43(2): 743–752.
- Arabameri, M., Mehrabian, A.R. & Sheidai, M. 2014. Nutlet and flower morphological and micromorphological studies on *Onosma* L. (*Boraginaceae*) in Iran. *Iranian Journal of Botany* 20: 211–227.
- Aytaç & Türkmen, Z. 2011. A new *Onosma* L. (*Boraginaceae*) species from southern Anatolia, Turkey. *Turkish Journal of Botany* 35: 269–274.
- Azizian, D., Khatamsaz, M. & Kasaian, J. 2000. The taxonomic significance of leaf anatomy in the genus *Onosma* L. (*Boraginaceae*) in Iran. *Iranian Journal of Botany* 8: 167–180.
- Ball, P.W. 1972. *Onosma* (*Boraginaceae*). In: Tutin, T.G., Heywood, V.H., Burges, N.A., Moore, D.M., Valentine, D.H., Walters, S.M. & Webb, D.A. (eds). *Flora Europaea*, Vol. 3. Cambridge University Press, Cambridge, pp. 89–94.
- Binzet, R. & Orcan, N., 2007. A new species of *Onosma* L. (*Boraginaceae*) from southern Turkey. *A Journal for Botanical Nomenclature* 17: 8–10.
- Binzet, R. 2011. Pollen morphology of some *Onosma* species (*Boraginaceae*) from Turkey. *Pakistan Journal of Botany* 43(2): 731–741.
- Binzet, R. & Akçin, Öe. 2009. The morphological and anatomical properties of two endemic *Onosma* species (*O. intertextum* Hub. Mor. and *O. sieheanum* Hayek). *Acta Botanica Hungarica* 51(1–2): 1–9.
- Binzet, R. 2016. A new species of *Onosma* L. (*Boraginaceae*) from Anatolia. *Turkish Journal of Botany* 40: 194–200.
- Boissier, E. 1879. *Flora Orientalis sive enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines hucusque observatarum*. Vol. IV: *Corolliflorae et Monochlamydeae*. H. Georg, Genevae & Basileae.
- Borbás, V. 1877. *Adatok Arbe és Veglia szigetek nyári flórája közelebbi ismeretéhez* (Symbolae ad floram aestivam insularum Arbe et Veglia). *Mathematikai és természettudományi közlemények* 14: 365–436.
- Candolle, A.L.P.P. de. 1846. *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*, Vol. 10. V. Masson, Parisium [Paris], 679 pp.
- Cecchi, L. & Selvi, F. 2009. Phylogenetic relationships of the monotypic genera *Halascya* and *Paramoltkia* and the origins of serpentine adaptation in circummediterranean *Lithospermeae* (*Boraginaceae*): insights from ITS and matK DNA sequences. *Taxon* 58: 700–714.
- Cecchi, L., Coppi, A. & Selvi, F. 2011. Evolutionary dynamics of serpentine adaptation in *Onosma* (*Boraginaceae*) as revealed by ITS sequence data. *Plant Systematics and Evolution* 297: 185–199.
- Cecchi, L., Coppi, A. & Selvi, F. 2016. *Onosma juliae* (*Boraginaceae*), a new species from southern Turkey, with remarks on the systematics of *Onosma* in the Irano-Turanian region. *Phytotaxa* 288(3): 201–213.

- Cohen, J.I. 2011. A phylogenetic analysis of morphological and molecular characters of *Lithospermum* L. (*Boraginaceae*) and related taxa: evolutionary relationships and character evolution. *Cladistic* 27: 1–22.
- Chacón, J., Luebert, F., Hilger, H.H., Ovchinnikova, S., Selvi, F., Cecchi, L., Guilliam, C.M., Hasenstab-Lehman, K., Sutorý, K., Simpson, M.G. & Weigend, M. 2016. The borage family (*Boraginaceae* s.s.): a revised infra-familial classification based on new phylogenetic evidence, with emphasis on the placement of some enigmatic genera. *Taxon* 65: 523–546.
- Davis, P.H. 1978. Flora of Turkey and the Coast of Aegan Islands. 6. Edinburgh University Press. Edinburgh. 825 pp.
- Hedge, I.C. & Wendelbo, P. 1978. Patterns of distribution and endemism in Iran. Notes from the Royal Botanic Garden of Edinburgh 36: 441–464.
- Jávorka, S. 1906. Hazai *Onosma*-fajink. *Annals Historico Naturales* 4: 406–449.
- Johnston, I.M. 1954. Studies in the *Boraginaceae*. XXVI. Further evaluations of the genera of the *Lithospermeae*. *Journal of Arnold Arboretum* 35: 1–8.
- Kandemir, A. & Türkmen, Z. 2010. A new species of *Onosma* (*Boraginaceae*) from eastern Turkey. *Turkish Journal of Botany* 34: 277–282.
- Khatamsaz, M. 2002. *Boraginaceae In: Flora of Iran* (Assadi, M., Maassoumi, A.A. & Khatamsaz, M., eds). Vol. 39, 506 pp. Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran (In Persian).
- Kolarcik, V., Zozomová-Lihová, V.J.J. & Mártonfi, P. 2010. Systematics and evolutionary history of the *Asterotricha* group of the genus *Onosma* (*Boraginaceae*) in central and southern Europe inferred from AFLP and nrDNA ITS data *Plant Systematics and Evolution* 290: 21–45.
- Kolarcik, V., Zozomová-Lihová, J., Ducár, E. & Mártonfi, P. 2014. Evolutionary significance of hybridization in *Onosma* (*Boraginaceae*): analyses of stabilized hemisexual odd polyploids and recent sterile hybrids. *Biological Journal of the Linnean Society* 112: 89–107.
- Kolarik, V., Ducár, E. & Kármánová, T. 2015. Patterns of pollen stainability in polyploids of the genus *Onosma* (*Boraginaceae*). *Plant Ecology and Evolution* 148: 76–89.
- Koyuncu, O., Yaylacı, Ö.K., Kurtulu, Ö., Sezer, O. & Öztürk, D. 2013. A new *Onosma* (*Boraginaceae*) species from central Anatolia, Turkey. *Plant Systematics and Evolutions* 299: 1839–1847.
- Maggi, F., Kolarcik, V. & Mártonfi, P. 2008. Palynological analysis of five selected of *Onosma* taxa. *Biologica* 63(2): 183–186.
- Mártonfi, P., Mártonfiová, L. & Kolarcik, V. 2008. Karyotypes and genome size of *Onosma* species from northern limits of the genus in Carpathians. *Caryologia* 61: 363–374.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M., Noormohammadi, Z., Asrei, Y. & Mozafarian, V. 2011a. The systematics study of *Onosma* L. (*Boraginaceae*) and genealogy of some widespread species in Iran. A thesis accepted for the PhD degree of plant systematics and ecology in Shahid Beheshti University, Tehran, pp. 1–249.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M., Noormohammadi, Z., Mozafarian, V. & Asrei, Y. 2011b. Inter-populations diversity in *Onosma microcarpa* (*Boraginaceae*): Morphological and molecular (ISSR) approach. *Science MED*, 3: 187–198.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M., Noormohammadi, Z., Asri, Y. & Mozafarian, V. 2011c. Inter-simple sequence repeats (ISSR) and morphological diversity in *Onosma* L. (*Boraginaceae*) species in Iran. *African Journal of Biotechnology* 10(53): 10831–10838.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M., Normohamadi, Z., Mozaffarian, V. & Asrei, Y. 2012. Palynological

- diversity in the genus *Onosma* L. (*Boraginaceae*) of Iran. *Annals of Biological Research* 8: 3885–3893.
- Mehrabian, A.R., Sheidai, M. & Mozaffarian, V. 2014. Micromorphology of leaf trichomes in *Onosma* (*Boraginaceae*) and their systematic relevance in Iran. *Phytologia Balcanica* 20(1): 41–56.
- Mehrabian, M. 2015. Distribution patterns and diversity of *Onosma* in Iran: with emphasis on endemism conservation and distribution pattern in SW Asia. *Rostaniha* 16(1): 36–60 (In Persian with English summary).
- Mengoni, A., Selvi, F., Cusimano, N., Galardi, F. & Gonnelli, C. 2006. Genetic diversity inferred from AFLP fingerprinting in populations of *Onosma echioides* (*Boraginaceae*) from serpentine and calcareous soils. *Plant Biosystems* 140: 211–219.
- Meusel, H., Jäger, E., Rauschert, S. & Weinert, E. 1978. Vergleichende Chorologie der zentraleuropäischen Flora-Karten-Band II. Gustav Fischer Verlag, pp. 421, Jena.
- Myers, N., Mittermeier, R.A., Mittermeier, C.G., da Fonseca, G.A.B. & Kent, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature* 403: 853–858.
- Peruzzi, L. & Passalacqua, N.G. 2008. Taxonomy of the *Onosma echioides* (L.) L. complex (*Boraginaceae*) based on morphometric analysis. *Botanical Journal of the Linnean Society* 157: 763–774.
- Popov, M. 1953. *Boraginaceae* L. In: Komarov, V.L., Shishkin, B.K. & Bobrov, E.G. (eds). *Flora USSR*, Vol. 19. Izdatel 'stvo Akademii Nauk USSR, Leningrad, pp. 259–319.
- Riedl, H. 1967. *Boraginaceae*. Pp. 169–212. In: *Flora Iranica*, Vol. 48 (Rechinger, K.H., ed.). Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz.
- Riedl, H., 1978. *Boraginaceae*, In: Davis, P.H. (ed.). *Flora of Turkey and the East Aegean Islands* 6: 237–437. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Riedl, H. & Freitag, H. 1972. Drei neue Boraginacean-Species der Flora von Afghanistan. *Oesterreichische botanische Zeitschrift* 120: 137–142.
- Riedl, H., Binzet, R. & Orcan, N. 2005. A new species of *Onosma* (*Boraginaceae-Lithospermeae*) from southern Turkey. *Edinburgh Journal of Botany* 61: 127–130.
- Schur, P.J.F. 1866. *Enumeratio plantarum transsilvaniae, exhibens stirpes phanerogamas sponte crescentes atque frequentius cultas, cryptogamas vasculares, charceas, etiam muscos hepaticasque*. G. Braumüller, Vindobona [Wien], xviii, 984 pp.
- Sheidai, M., Sadeghi, S., Arab Ameri, M., Mehrabian, A.R. & Noormohammadi, M. 2015. Species delimitation and population structure in three *Onosma* (*Boraginaceae*) species. *Biologia* 70(10): 1326–1333.
- Teppner, H. 1996. Remarks to the *Onosma* species *O. bourgaei*, *O. spruneri* and *O. stellulata* (*Boraginaceae*) offered. *Samentauschverzeichnis* (Bot. Garten Inst., Bot. Univ. Graz), pp. 33–39.
- Teppner, H. 1971. Cytosystematik, bimodale Chromosomensätze und permanente Anorthoploidie bei *Onosma* (*Boraginaceae*). *Oesterreichische botanische Zeitschrift* 119: 196–233.
- Teppner, H. 1972. Cytosystematische Studien an *Onosma* (*Boraginaceae*). *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* 84: 691–696.
- Teppner, H. 1991. Karyology of some Greek *Onosma* species (*Boraginaceae*). In: *Proceedings of the VI OPTIMA-Meeting, Delphi, 10–16 Sept. 1989*. *Botanika Chronika* 10: 271–292.
- Teppner, H. 2008. An asterotrichous, hexaploid *Onosma* from Bulgaria: *O. malkarmayorum* spec. nova (*Boraginaceae-Lithospermeae*). *Phyton* 48(1): 117–132.
- Teppner, H. 2012. Notes on morphology and karyology of *Onosma fruticosa* (*Boraginaceae-Lithospermeae*) from Cyprus. *Phyton* 52(2): 301–320.

- Vouillamoz, J. 2001. Approches cytotaxonomique et moleculaire de la phylogeographie des taxons du genre *Onosma* (*Boraginaceae*) en S10 Universite' de Lausanne, Lausanne.
- Weigend, M., Gottschling, M., Selvi, F. & Hilger, H.H. 2009. Marbleseeds are gromwells-Systematics and evolution of *Lithospermum* and allies (*Boraginaceae*, Tribe *Lithospermeae*) based on molecular and morphological data. *Molecular Phylogeny and Evolution* 52: 755–768.
- Weigend, M., Lueber, F., Selvi, F., Brokamp, G. & Hilger, H.H. 2013. Multiple origins for hound's tongues (*Cynoglossum* L.) and navel seeds (*Omphalodes* Mill.). The phylogeny of the borage family (*Boraginaceae* s.str.). *Molecular Phylogenetics and Evolution* 68: 604–618.
- Weigend, M., Selvi, F., Thomas, DC. & Hilger, H.H. 2016. *Boraginaceae*. In: Kadereit, J. & Bittrich, V. (eds). *The Families and Genera of Vascular Plants*, Vol. 14. Springer International Publishing.
- Zahrn, M.A. & Gilbert, F. 2010. *Climate-Vegetation: Afro-Asian Mediterranean and Red Sea Coastal Lands*. Springer, New York, 324 pp.
- Zohary, M. 1973. *Geobotanical Foundations of the Middle East* (Vols 1–2), Stuttgart, 765 pp.

ROSTANIHA