فصلنامه علوم محیطی، دوره هفدهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۸

۷۳-۹۴

الگوهای انتشار، پهنه‌های تنوع و اولویت‌های حفاظتی جنس *Onosma* L. (Boraginaceae Juss.) در بخشی از واحد ژئومورفولوژیک شمال غرب ایران

حسین مرادی زیناب[۱]، احمدرضا محرابیان[۱*]، سیاوش نقی‌زاده[۱] ، حسین مصطفوی[۲] و فرزانه خواجویی نسب[۱]

[۱] گروه علوم و زیست فناوری گیاهی، دانشکده علوم و فناوری زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

[۲] گروه تنوع زیستی و مدیریت اکوسیستم‌ها، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۹/۲۵

مرادی زیناب، ح.، ا. محرابیان، س. نقی‌زاده، ح. مصطفوی و ف. خواجویی نسب. ۱۳۹۸. الگوهای انتشار، پهنه‌های تنوع و اولویت‌های حفاظتی جنس Onosma L. (Boraginaceae Juss.) در بخشی از واحد ژئومورفولوژیک شمال غرب ایران. فصلنامه علوم محیطی. ۱۷ (۱): ۷۳-۹۴.

سابقه و هدف: با افزایش نرخ نابودی تنوع زیستی در سال‌های اخیر روش‌های نوینی برای حفاظت پیدایش یافته‌اند. بعنوان نمونه شناسایی ناحیه‌هایی با تمرکز منحصربه‌فرد گونه‌های انحصاری و نیز زیستگاه گونه‌هایی با ارزش‌های ویژه مانند تمرکز گونه‌های دارویی و ژنتیکی و یا مناطقی که به شدت در معرض تهدید قرار دارند می‌توان با می توان با صرف هزینه های کمتر از بیشترین کارایی حفاظتی برخوردار شد. در کشور ایران نیز تاکسون‌هایی حضور دارند که بدلیل تنوع بالا و تهدیدپذیری در اولویت حفاظتی قرار دارند، جنس *Onosma L* به‌عنوان یکی از این اولویت‌ها طبقه‌بندی می‌گردد که بواسطه اهمیت اکولوژیکی و دارویی و استقرار مرکز گونه‌زایی و تنوع آن در ایران، تعیین الگوهای پراکنش، اندمیسم و وضعیت حفاظتی آرایه‌های این جنس بسیار ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روش‌ها: در این تحقیق، ابتدا بر اساس بانک اطلاعاتی تهیه شده از مطالعات میدانی قبلی و داده‌های هرباریومی نقطه‌های انتشار جغرافیایی گونه‌ها در نقشه ژئورفرنس ژئومورفولوژی ایران با نرم افزار ArcGIS به گرید سل‌های (grid cells) با قابلیت تفکیک‌پذیری ۲۵° × ۲۵° (۲۰ × ۲۰ کیلومتر) UTM استقرار یافته و منطقه‌های تنوع تعیین گردید. سپس براساس تنوع شرایط ژئومورفولوژیکی- اقلیمی، ایستگاه‌های متنوع برای ارزیابی انتخاب شد. سپس مطالعات میدانی در این ایستگاه‌ها براساس گرادیان ارتفاعی انجام گردید. در هر ایستگاه، بر اساس نوع رویشگاه و ویژگی‌های جمعیتی گونه‌ها سه تا پنج کوادرات استقرار یافت و در هر کوادرات سطح پوشش، تراکم، تنوع و سطح پوشش گونه هدف ارزیابی گردید. در هر کوادرات سه تا پنج فرد از هر گونه نمونه برداری و سپس از هر کوادرات نمونه خاک از سطح تا عمقی که ریشه استقرار دارد جمع آوری شد. به علاوه ویژگی‌های رویشگاه اعم از فیزیونومی رویشگاه ، تهدیدها و دیگر ویژگی‌های اکولوژیکی یادداشت گردید. افزون بر این نمونه‌های سند جمع آوری شده بر اساس روش‌های استاندارد تثبیت شده و ذخیره سازی شد. شناسایی تاکسون‌ها بر اساس فلورهای ایران، ایرانیکا و فلور عراق، فلور ترکیه، و شوروی سابق انجام شد. ارزیابی میزان تهدیدپذیری گونه‌ها بر اساس

* Corresponding Author: *Email Address*. a_mehrabian@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

دستورالعمل منطقه‌ای فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت، ارزیابی وضعیت حفاظتی رویشگاه‌ها بر اساس دستورالعمل اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت و رده‌بندی گونه‌های نادر نیز بر اساس ترکیبی از روش‌های استاندارد انجام گرفت.

نتایج و بحث: در این مطالعه الگوهای انتشار تعداد نه گونه با ۱۰۶ جمعیت از این جنس با رویکرد ژئوبوتانیکی انجام شده است. از میان نمونه‌های بررسی‌شده تعداد یک گونه متعلق‌به زیربخش *Asterotricha*، دو گونه متعلق به زیربخش *Heterotricha* و شش گونه متعلق به زیربخش *Haplotricha* می‌باشد که تنها چهار گونه از کل گونه‌های مطالعه‌شده انحصاری ایران می‌باشند. دامنه پراکنش ارتفاعی گونه‌های مورد مطالعه ۴۵۵ متر تا ۲۹۵۰ متر از سطح دریا می‌باشد که گونه‌ها بیشتر، رویشگاه‌های مرتفع کوهستانی (۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ متر) و کوه‌پایه‌ای (۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر) را اشغال کرده‌اند که هم‌راستا با نتایج مطالعات قبلی می‌باشد. بیشتر جمعیت‌ها در رویشگاه‌هایی با شیب ملایم تا نیمه‌تند با دامنه جنوبی و اقلیم نیمه مرطوب، مدیترانه‌ای و نیمه خشک پراکنش یافته‌اند. رویشگاه‌هایی با میانگین دمای سالیانه صفر تا ده درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالیانه ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر، عمق خاک کم و ساختارهای زمین‌شناسی رسوبی، آذرین، آتشفشانی-رسوبی بیشترین غنای گونه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. گونه‌های این جنس در مختصات جغرافیایی ۳۷ تا ۳۸ درجه عرض شمالی و ۴۷ تا ۴۸ درجه طول شرقی از بیشترین غنای گونه‌ای برخوردار هستند و غنای کلی گونه‌ها به سمت شمال کاهش نسبی و تدریجی نشان می‌دهد. همچنین گونه‌ی *O. sabalanica* بیشترین درجه تهدیدپذیری و گونه‌های *O. microcarpa* و *O. elwendica* کمترین درجه تهدیدپذیری را به خود اختصاص داده‌اند و گونه‌های *O. sabalanica* و *O. subsericea* از نادرترین گونه‌های مورد مطالعه این جنس در منطقه محسوب می‌شوند.

نتیجه‌گیری: گونه‌های نادر این جنس بیشتر جمعیت‌های کوچکی داشته و تنها در یک منطقه جغرافیایی و دامنه‌های ارتفاعی محدودی پراکنش دارند که همین امر سبب آسیب‌پذیری شدید آن‌ها در برابر خطرهای تهدیدکننده می‌گردد. بنابراین در کنار روش‌های حفاظت گونه‌ها در زیستگاه طبیعی، حفاظت گونه محور و تمرکز بر روی روش‌های حفاظت خارج از زیستگاه نیز توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: Boraginaceae، *Onosma*، اندمیسم، حفاظت، الگوی پراکنش، آذربایجان.

مقدمه

تاکسون‌های بومزاد (بومی‌های انحصاری) و زون-های اندمیسم بعنوان یکی از موضوع‌های با اولویت در جغرافیای زیستی (Crisp *et al*., 2001) ، عامل اساسی در شناخت منطقه‌های پرتنوع و بحرانی تنوع زیستی و نیز تعیین اولویت‌های حفاظتی (Myres *et al*., 2000) و شناخت منطقه‌های گونه‌زایی (Jetz *et al*., 2004) از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند.

Onosma L. (Boraginaceae) بعنوان یکی از غنی-ترین آرایه‌های طایفه *Lithospermeae* Dumort. دارای حدود ۱۵۰ (Cecchi & Selvi 2009, Weigend 2009, Kolarcik 2010, Cecchi *et al*., 2016) تا بیش از ۱۸۰ (Cecchi unpub) گونه در دنیای قدیم است که تنوع آن بیشتر در منطقه ایرانو-تورانی (Cecchi *et al*., 2016) در زیستگاه‌های خشک و آفتابگیر صخره‌ای تا شنی (Mengoni *et al*., 2006; Cecchi *et al*., 2011) استپی (Meusel *et al*., 1978) می‌باشد که در طیف وسیعی از ساختارهای زمین‌شناسی (Mengoni *et al*,. 2006; Cecchi *et al*., 2011 Mehrabian, 2015) انتشار یافته است. این جنس بیشتر دارای بالاترین میزان اندمیسم در منطقه فلور ایرانیکا و فلات آناتولی (Riedl, 1978; Davis, 1988; Ridel *et al*., 2005; Binzet & Orcam, 2007; Kandemir & Turkmen, 2010; Aytac & Turkmen, 2011; Koyuncu *et al*., 2013; Mehrabian, 2015; Binzet, 2016; Cecchi *et al*., 2016) بوده و میزان تنوع و اندمیسم آن 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). شرایط ادافیکی و زمین‌شناختی متنوع در زاگرس شمالی و میانی (Hedge and Wendelbo, 1978) و نیز تاثیرهای نفوذ اقلیم مدیترانه‌ای

www.SID.ir

Archive of SID

(Zahran, 2010) سبب شده تا این منطقه از تنوع منحصر به فردی برخوردار باشد، بطوریکه پس از انتشار فلور ایرانیکا و فلور ایران گونه‌های جدید زیادی از این جنس در این ناحیه گزارش شده است (Mehrabian, 2015, Mehrabian 2018a, b). این در حالی است که بخش‌های شمالی رشته‌کوه‌های زاگرس (استان‌های آذربایجان شرقی و اردبیل و آذربایجان غربی) بعنوان یکی از مهم-ترین منطقه‌های اندمیسم این جنس در ایران شناخته شده‌اند (Hedge & Wendelbo, 1978; Mehrabian *et al*., 2012). این جنس دارای سه بخش *Podonosma* Boiss.، *Protonosma* M. Pop. و *Onosma* L. می‌باشد (Riedl, 1967; Davis, 1978). مهم‌ترین صفت در این جنس ساختار کرک می‌باشد که بر اساس آن بخش *Onosma* L. به سه زیربخش با نام‌های subsect. *Haplotricha* Boiss. (دارای کرک ساده)، subsect. *Asterotricha* Boiss. (دارای کرک‌های ستاره‌ای در قاعده کرک اصلی) و subsect. *Heterotricha* Boiss. (دارای کرک‌های پراکنده در قاعده کرک اصلی) تقسیم شده است (Boissier, 1879). از آن‌جا که ویژگی‌های ریز ریخت شناسی کرک در زیربخش *Hetrotricha* حاکی از بروز صفات حد واسط و هیبریداسیون در دو زیربخش *Haplotricha* و *Asterotricha* می‌باشد (Teppner 1971, Vouillamoz 2001, Martonfi *et al.,* 2008, Kolarcik *et al.,* 2012, Mehrabian *et al.,* 2014) احتمال شکل‌گیری یک زون هیبریداسیون (Dobzhansky 1940, Bert & Arnold 1995) را درحوزه پراکنش اصلی این زیربخش در دامنه‌های غربی زاگرس میانی (در پهنه تقاطع دو زیربخش) تایید می‌کند. از طرفی بدلیل تمرکز گونه‌های اندمیسم این جنس در محدوده‌ی رشته کوه‌های زاگرس میانی و زاگرس شمالی، همچنین وجود گروه‌های کمپلکس متعدد که از کمبود ارزیابی‌های دقیق جمعیتی با رویکرد اکولوژیکی، ژئوبوتانیکی ایجاد شده، بررسی شواهد با ارزش ژئوبوتانیک می‌تواند در تحلیل پیچیدگی‌ها این جنس موثر واقع شود. این در حالی است که انجام مطالعات ژئوبوتانیک با فراهم نمودن داده‌های رویشگاهی با ارزش در کنار دیگر شواهد، در تعیین محدوده تاکسونومیکی تاکسون‌های این جنس بسیار موثر می‌باشد. هدف‌های این مطالعه در محدوده مورد بررسی عبارتند از تعیین الگوهای انتشار و مراکز تنوع و اندمیسم جنس، ارزیابی وضعیت و اولویت‌های حفاظت گونه‌ای و رویشگاهی در راستای مدیریت تنوع زیستی و حفاظت جنس. وجود خاک‌ها یا بسترهای صخره‌ای خاص، تنوع اقلیمی گسترده و پتانسیل تنوع، بهمراه دیگر عامل‌ها سبب حضور اندمیسم بالا در ایران بویژه در منطقه‌های کوهستانی زاگرس و البرز شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

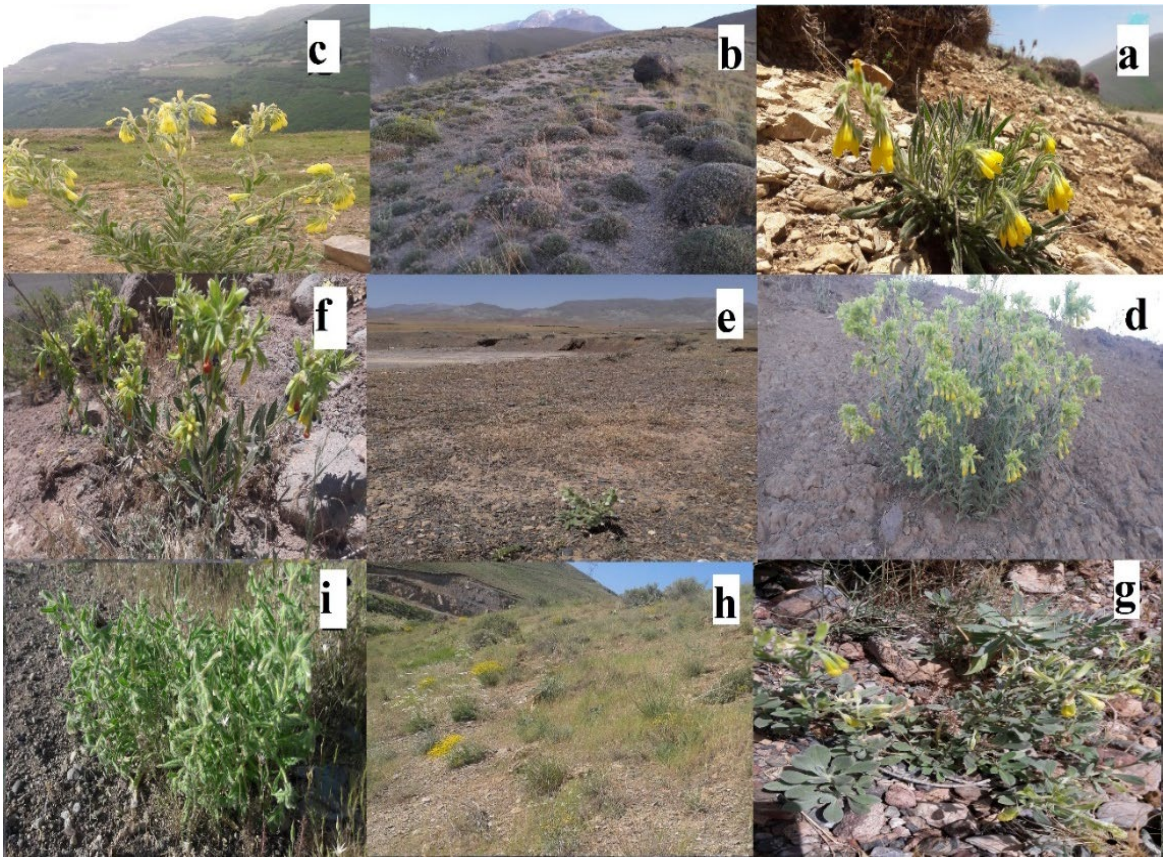
محدوده مورد مطالعه استان اردبیل و بخش‌های شرقی استان آذربایجان شرقی در محدوده مختصات جغرافیایی "۲۸ '۱ °۴۶ تا "۱ '۵۵ °۴۸ طول شرقی و "۴۷ '۴۶ °۳۶ تا "۱۴ '۴۲ °۳۹ عرض شرقی قرار گرفته است (شکل ۲). این منطقه بر اساس سیستم رده‌بندی Takhtajan (1986) در پروانس فرعی آتروپاتن[1] متعلق به پروانس ارمنستان- ایران[2] از ناحیه رویشی ایرانو تورانی[3] طبقه بندی می‌گردد. حوزه مورد بررسی از نظر ژئومورفولوژیکی در زون البرز و آذربایجان و در گوشه شمال‌غرب فلات ایران در دامنه ارتفاعی بین ۱۰۰ متر(دشت مغان) تا ۴۸۱۱ متر از سطح دریا (رشته‌کوه سبلان) قرار گرفته است (www.irimo.ir). این منطقه از نظر ساختارهای زمین‌شناسی از سازندهای رسوبی، آذرین، آتشفشانی-رسوبی و کواترنری تشکیل شده است (Ministry of Industries and Mines Geological Survey of Iran, 2009). بطور کلی اقلیم منطقه مورد مطالعه، سرد و خشک می‌باشد که متاثر از بادهای سرد شمالی و سیبری و بادهای مرطوب دریای سیاه و مدیترانه و اقیانوس اطلس می‌باشد (www.irimo.ir).

www.SID.ir

Archive of SID

روش مطالعه

در این مطالعه ابتدا بانک اطلاعاتی انتشار گونه‌ها از مطالعات میدانی قبلی و داده‌های هرباریومی تهیه شد. سپس با استفاده از نرم افزار ArcGIS نقاط انتشار جغرافیایی گونه‌ها در نقشه ژئورفرنس ژئومورفولوژی ایران استقرار یافته و الگوی اولیه انتشار گونه‌ها تعیین گردید. سپس براساس تنوع شرایط ژئومورفولوژیکی- اقلیمی، ایستگاه‌های متنوع برای ارزیابی انتخاب و مطالعات میدانی در این ایستگاه‌ها براساس گرادیان ارتفاعی انجام گردید. نمونه برداری بر مبنای تنوع زیستگاه‌ها مبتنی بر طبقه بندی ژئومورفولوژی ایران (Alai Taleghan, 2005)، سازندهای زمین شناسی ایران (Ministry of Industries and Mines Geological Survey of Iran, 2009)، آمار و اطلاعات هواشناسی (بارندگی و دما در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۷) طی سال‌های۹۶-۱۳۹۵ متناسب با فنولوژی هر گونه انجام شد.

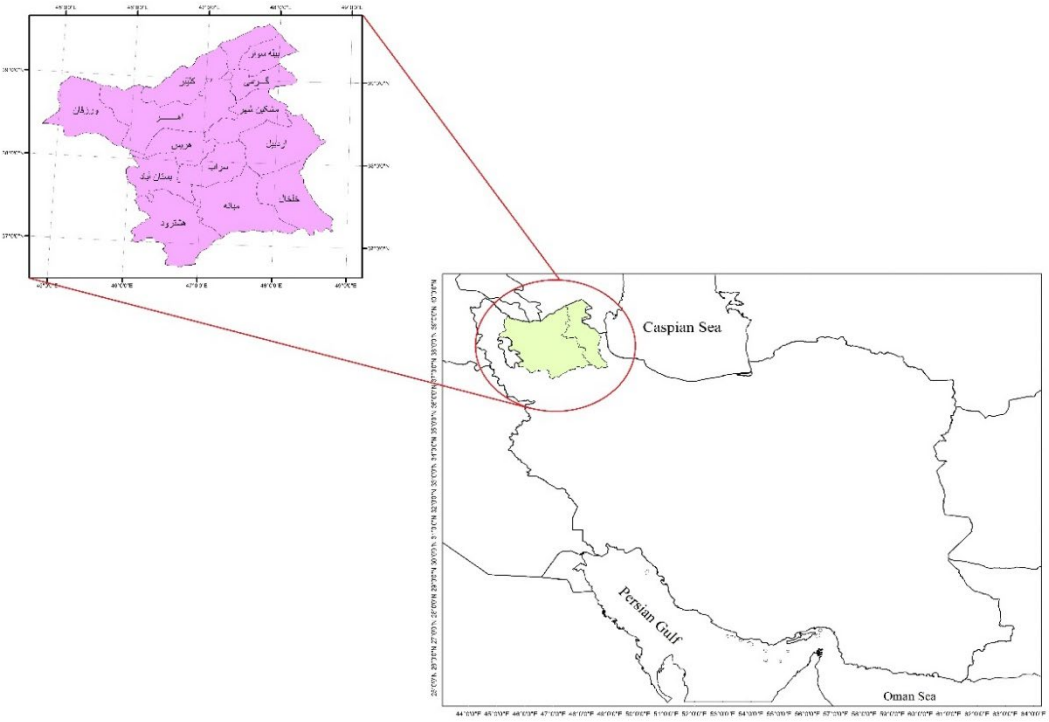


شکل ۱- برخی از گونه‌های *Onosma* L. و زیستگاه آن‌ها: a) *O. sabalanica*، b) زیستگاه *O. sabalanica* – سبلان، c) *O. microcarpa* ، d) *O. cornuta* ، e) زیستگاه *O. bulbotricha* – میشو کوه ، f) *O. elwendica* ، g) *O. bilabiata* ، h) زیستگاه *O. bilabiata* – میانه ، i) *O. chlorotricha*

Fig. 1- Some species and habitats of *Onosma* : a) *O. sabalanica*, b) habitats of *O. sabalanica* - Sabalan, c) *O. microcarpa*, d) *O. cornuta*, e) habitats of *O. bulbotricha* – Mishuv Kouh, f) *O. elwendica*, g) *O. bilabiata,* h) habitats of *O. bilabiata* – Miyaneh, i) *O. chlorotricha*

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه در ایران
Fig. 2- Geographical location of the study area in Iran

نمونه‌برداری بر اساس پیمایش در شیب ارتفاعی در هر ایستگاه تعیین و استقرار پلات‌ها در هر ایستگاه به روش سیستماتیک- تصادفی بر اساس روش(1925) Muller-Dombois and Ellenberg انجام شد. به همین منظور در هر ایستگاه سه تا پنج پلات ۱۶×۱۶ متر برای ارزیابی فاکتورهای اکولوژیکی نظیر شیب، ارتفاع و جهت دامنه استقرار یافته و از هر پلات تعداد سه تا پنج فرد بعنوان نمونه سند جمع‌آوری گردید. همچنین در هر پلات صفاتی نظیر تراکم، فراوانی، سطح پوشش نسبی (Moghadam 2012)، الگوی پراکنش (Mehrabian 2015, Tsiftsis *et al*., 2009) ، تعداد گونه‌های جنس مورد نظر و عامل‌های تهدیدکننده نظیر میزان چرای دام، دوری یا نزدیکی به شهرها و روستاها، جاده‌سازی، معدن‌کاری، مسیرهای کوهنوردی و گردشگری مورد ارزیابی قرار گرفت. نمونه‌برداری از خاک تمام جمعیت‌های مورد مطالعه از سطح تا عمق نفوذ ریشه‌ی گیاه (ازسطح تا ۱۵ سانتیمتری) صورت گرفته و آنالیزهای فیزیکی و شیمیایی (Brewer 1964, 1976) نظیر بافت خاک، pH، EC و کربن آلی انجام شد. حوزه پراکنش گونه‌ها براساس زونوبیوم‌های جهانی (Breckle, 2002)، تفکیک واحدهای زیست اقلیمی آرایه‌ها بر مبنای طبقه‌بندی اقلیمی جهان (Djamali *et al*., 2011) و طبقه‌بندی منطقه‌های جغرافیای گیاهی ایران بر اساس سیستم طبقه‌بندی تختاجان (Takhtajan 1986) انجام شد. برای انجام آنالیزها، نقشه‌ی ژئورفرنس ایران بر اساس روش (Tsiftsis *et al*., 2008) با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS (ESRI, 2013) بصورت گرید سل با قابلیت تفکیک‌پذیری ۱° × ۱° (۱۰ × ۱۰ کیلومتر) UTM تهیه شد. همچنین ارزیابی میزان تهدیدپذیری گونه‌ها بر اساس دستورالعمل منطقه‌ای فهرست سرخ اتحادیه جهانی حفاظت (IUCN, 2011)، ارزیابی وضعیت حفاظتی رویشگاه‌ها بر اساس دستورالعمل اتحادیه جهانی حفاظت از طبیعت (Rodriguez *et al*., 2010) و رده‌بندی گونه‌های نادر نیز بر اساس ترکیبی از روش رابینوویتز (Rabinowitz, 1981) و (Grytens *et al*., 1999) انجام گرفت. به علاوه برای گونه-هایی که خاک آن‌ها مورد آنالیز قرار گرفت، فاکتورهای

www.SID.ir

Archive of SID

فیزیکی و شیمیایی خاک نیز در محاسبه ویژه بودن زیستگاه لحاظ گردید. الگوهای انتشار براساس مصداقی (۱۳۹۰)، تیپ‌های پوششی براساس رده‌بندی ریختارهای گیاهی ایران (Frey & Probst 1976) انجام شد. برمبنای فاکتورهای فیزیکی زیستگاه‌ها، آنالیز خوشه‌بندی UPGMA و آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی (Principal Component Analysis) PCA در محیط نرم‌افزاری PAST ver. 2.2 جهت تفکیک گروه‌های اکولوژیکی استفاده شد. برای تعیین اولویت‌های حفاظتی، ارزش حفاظتی (CV- Conservation Value) شامل شاخص نادر بودن گونه (RI- Rarity Index) (Williams., 1991)، شاخص پراکنش گونه (SDI- Specie Distribution Index) و شاخص ویژه بودن زیستگاه (SSI) (Tsiftsis *et al*., 2009) با استفاده از روابط زیر محاسبه گردید:

$$RI = 1/C_i \qquad (۱)$$

که در آن C_i تعداد خانه‌هایی است که گونه i در آن حضور دارد.

$$SDI = 1-C_i/C \qquad (۲)$$

که در آن C تعداد کل خانه‌های محدوده موردبررسی می‌باشد.

$$SSI = 1-T_i/T_{max} \qquad (۳)$$

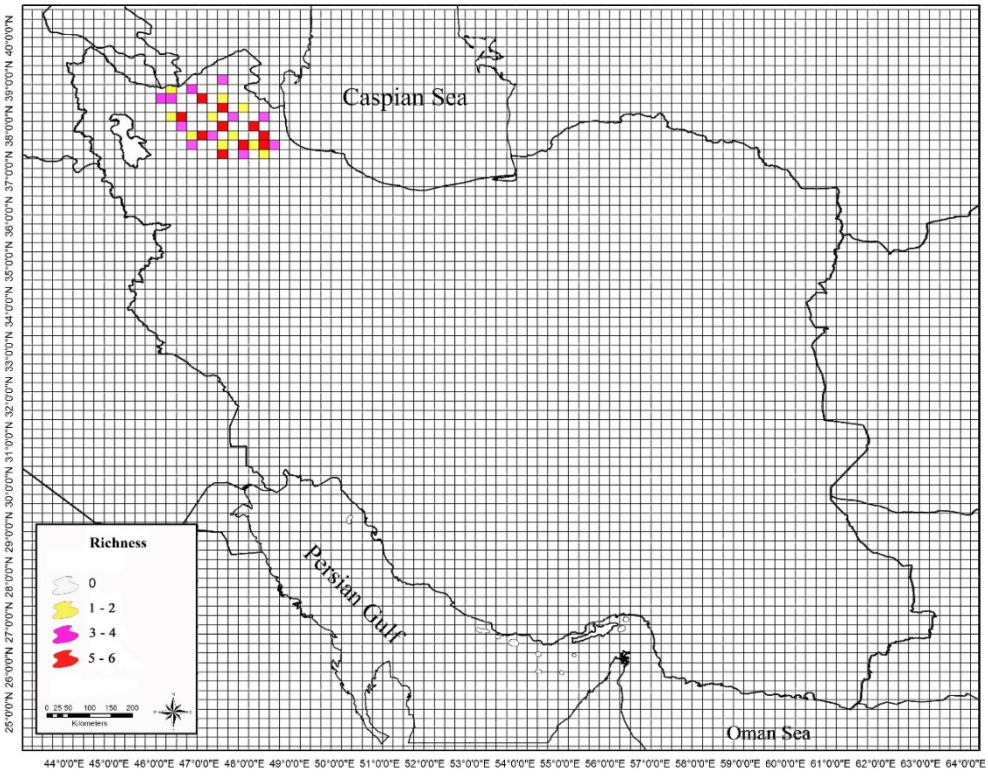
که در آن T_i بردباری گونه‌ی i نسبت به متغیر و T_{max} مجموع حالت‌های مربوط به آن متغیر می‌باشد. این روش نوعی برداشت و ارزیابی از دامنه بردباری و نمادی از وسعت آشیان اکولوژیکی یک گونه می‌باشد. براساس فاکتورهای مهم رویشگاهی اعم از دامنه انتشار ارتفاعی، زمین شناسی، ژئومورفولوژی، اقلیم شناسی زیستی، شیب، تراکم فاکتورهای خاک (EC، pH، کربن آلی و بافت خاک) درجه ویژه بودن و بردباری گونه‌ها نمره دهی و تعیین شد. گونه‌هایی با نمره‌های بالاتر دارای بردباری بیشتر بوده و از رتبه ویژه بودن زیستگاهی کمتری برخوردارند. افزون بر این فاکتورهای چرای دام، ارزش زینتی، خوش‌خوراک بودن و دسترسی، در سه سطح پایین، متوسط و بالا به‌منظور ارزیابی میزان تهدید رویشگاه‌ها در نظر گرفته شده و هر یک از این عامل‌ها با توجه به شرایط زیستگاه نمره‌دهی شدند. (Tsiftsis *et al*., 2009) درنهایت مجموع این عامل‌ها، میزان ویژه بودن زیستگاه و همچنین میزان تهدید رویشگاه گونه‌ها را مشخص کرد. تعیین اولویت‌های حفاظتی خانه‌ها از مجموعه ارزش حفاظتی و غنای گونه‌های اندمیک صورت گرفت. بدین ترتیب که بیشترین اولویت حفاظتی به خانه‌هایی تعلق می‌گیرد که بالاترین نمره را کسب نموده و شامل گونه‌هایی با درجه تهدید پذیری بالاتری باشند. (Tsiftsis *et al*., 2009).

نتایج و بحث

در این پژوهش ۱۰۶ جمعیت متعلق به نه گونه از جنس *Onosma* L. جمع‌آوری شده و مورد ارزیابی قرار گرفتند که از این نمونه‌ها، تعداد یک گونه (*O. bilabiata* Boiss.) متعلق‌به بخش *Asterotricha*، دو گونه (*O. elwendica* Wettst و *O. chlorotricha* Boiss.) متعلق‌به بخش *Heterotricha* و شش گونه (*O. sabalanica* Ponert.، *O. microcarpa* DC.، *O. sericea* Willd.، *O. bulbotricha* DC.، *O. subsericea* Freyn.، *O. cornuta* H.Riedl.) متعلق به بخش *Haplotricha* می‌باشد که تنها چهار گونه (*O. bilabiata*، *O. elwendica*، *O. sabalanica* و *O. cornuta*) اندمیک ایران می‌باشند. نقشه غنای گونه‌های مورد مطالعه در شکل (۳) آمده است. تاثیرهای نفوذ اقلیم مدیترانه‌ای (Zahran 2010) و نیز شرایط ادافیکی و زمین‌شناختی متنوع در زاگرس (Hedge and 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 (Khatamsaz, 2003) گونه‌های جدید متعددی از این جنس در این ناحیه گزارش شده است (Mehrabian *et al.,* 2013, Mehrabian *et al.,* 2018a, 2018b).

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- نقشه غنای گونه‌ها در محدوده مورد مطالعه

Fig. 3- Map of species richness in the study area

دامنه پراکنش ارتفاعی گونه‌های مورد مطالعه از ۴۵۵ متر (*O. microcarpa*) تا ۲۹۵۰ متر از سطح دریا (*O. sabalanica*) می‌باشد که بیشتر رویشگاه‌های مرتفع کوهستانی (۱۵۰۰ تا ۲۵۰۰ متر) و کوه‌پایه‌ای (۹۰۰ تا ۱۵۰۰ متر) را اشغال کرده‌اند. این در حالی است که دامنه پراکنش ارتفاعی زیربخش *Asterotricha* از ۱۷۲۰- ۱۴۳۰ متر، زیربخش *Heterotricha* از ۲۵۵۳- ۱۱۰۰ متر و زیربخش *Haplotricha* از ۲۹۵۰- ۴۵۵ متر می‌باشد. شیب رویشگاه‌ها در چهار بازه کند (۲۵-۰ درصد)، ملایم (۵۰-۲۵ درصد)، نیمه‌تند (۷۵-۵۰ درصد) و تند (۱۰۰- ۷۵ درصد) ثبت گردید، که بیشتر جمعیت‌ها در رویشگاه‌هایی با شیب ملایم تا نیمه تند پراکنش داشتند. این در حالی است که بیشتر گونه‌های مورد مطالعه در رویشگاه‌هایی با اقلیم نیمه مرطوب، مدیترانه‌ای و نیمه خشک پراکنش یافته‌اند. رویشگاه-هایی با میانگین دمای سالیانه ۰ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد، متوسط بارندگی سالیانه ۲۰۰ تا۵۰۰ میلی‌متر، عمق خاک کم و سازندهای زمین‌شناسی رسوبی، آذرین، آتشفشانی-رسوبی بیشترین تعداد گونه‌ها را در برگرفته-اند. فاکتورهای اسیدیته (pH)، کربن آلی، بافت و هدایت الکتریکی خاک (EC) برای ۲۲ جمعیت از هشت گونه اندمیک *Onosma* مورد آنالیز قرار گرفت. هدایت الکتریکی (EC) خاک جمعیت‌های بررسی شده بین ۸۹/۱ - ۲۱/۳ میکروزیمنس بر سانتی‌متر (µSiemens/cm) می‌باشد که بیشترین و کمترین میزان آن به گونه *O. microcarpa* تعلق دارد. اسیدیته (pH) خاک جمعیت‌های موردمطالعه بین ۸/۰۹- ۷/۲۲ می-باشد که بیشترین و کمترین میزان آن به گونه *O. cornuta*تعلق می‌گیرد. مقدار کربن آلی نمونه خاک‌های بررسی‌شده نیز بین ۵/۲۷ - ۴/۲۱ گرم بر کیلوگرم خاک می‌باشد که کمترین و بیشترین میزان آن مربوط به نمونه خاک گونه *O. cornuta* است. بافت نمونه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

بررسی شده بیشتر از نوع شنی رسی لومی[۴] (*O. sabalanica*، *O. chlorotricha*، *O. microcarpa*) ، شنی لومی[۵] (*O. cornuta*) و بندرت بافت‌های شنی رسی[۶] و رسی لومی[۷] (*O. microcarpa*) می‌باشد. اطلاعات مربوط به اکولوژی و ژئوبوتانی گونه‌های مورد مطالعه به ترتیب در جدول (۱) و (۲) آمده است.

جدول ۱- اطلاعات اکولوژیکی رویشگاه‌ها در محدوده مطالعاتی

Tab. 1- Ecological data on habitats of the study area

گونه Species	دامنه پراکنش ارتفاعی Elevation range (m)	شیب Slope	جهت دامنه Aspect	سطح پوشش کل Total coverage	الگوی پراکنش Distribution pattern
O. microcarpa	455-2400	Gentle to half abruptly	SW,S	50-75	Pile, random
O. bulbotricha	1110-1913	half abruptly	S	25-75	Pile
O. cornuta	1210-1700	abruptly	S	25-75	Pile, random
O. sabalanica	2350-2950	half abruptly	W,N	25-75	Random
O. sericea	1430-2304	gentle	N,S	25-75	Random
O. elwendica	1100-2553	gentle	N,S	25-75	Random
O. chlorotricha	1350-1750	gentle	S,E	25-75	Pile
O. subsericea	1240-1600	gentle	W,N	25-75	Pile
O. bilabiata	1430-1720	gentle	W	25-75	Random

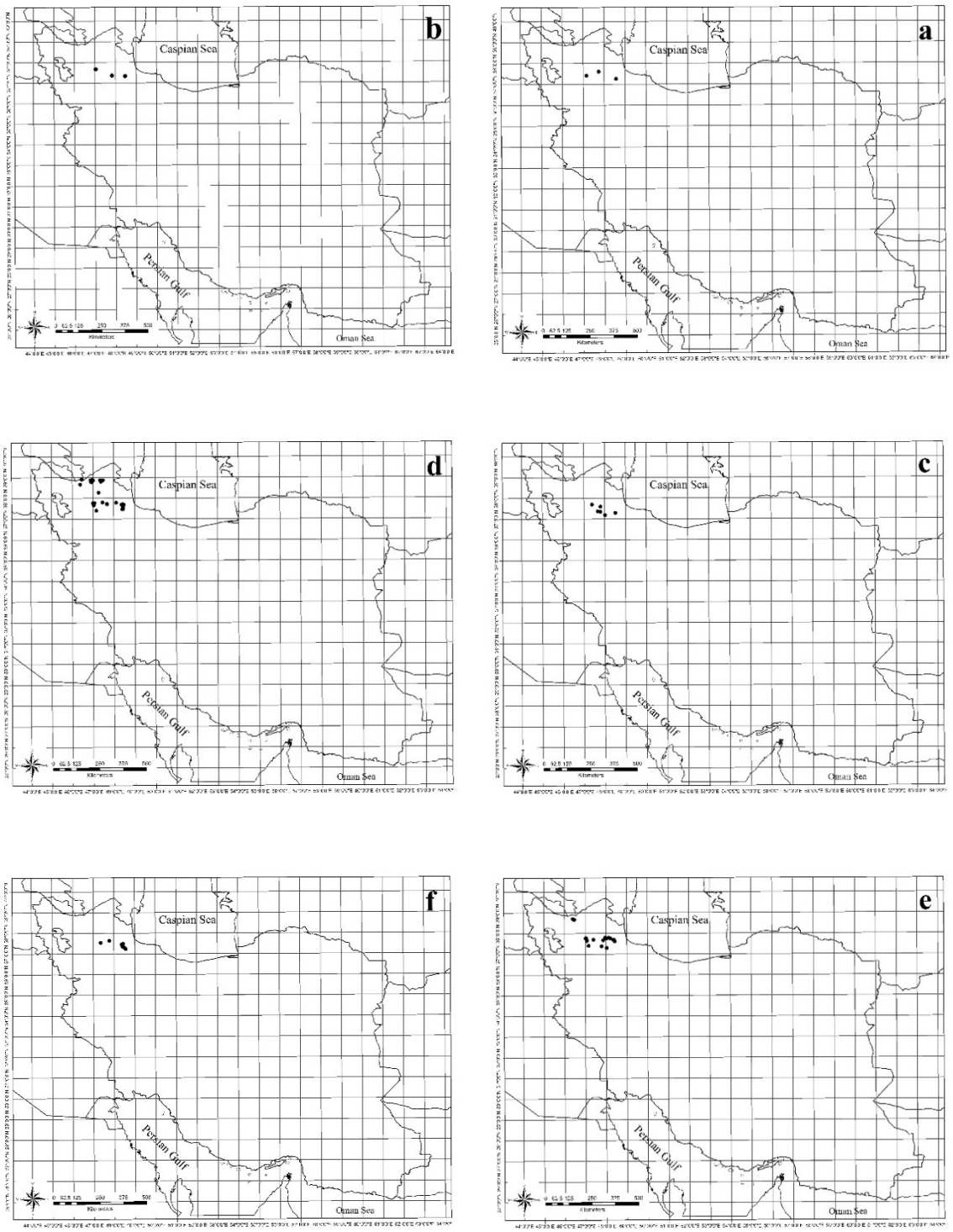
جدول ۲- اطلاعات مربوط به ژئوبوتانی گونه‌های موردمطالعه. حروف اختصاری زیست اقلیم‌ها: مدیترانه‌ای اقیانوسی چند فصلی (Mpo)، مدیترانه‌ای قاره‌ای چند فصلی (Mpc)، مدیترانه‌ای قاره‌ای خشک (Mxc)، مدیترانه‌ای قاره‌ای بیابانی (Mdc). واحدهای ژئومورفولوژیکی: شمالی (N)، شمال غربی (NW)، زاگرس (Z)، ایران مرکزی (CI). ساختارهای زمین‌شناسی: رسوبی (S)، آذرین (I)، آتشفشانی-رسوبی (VS)، دگرگونی (M)، کواترنری (Q)، افیولیتی (O) (Ministry of Industries and Mines Geological Survey of Iran, 2009).

Tabe 2. Geobotanical data on the studied taxa. Abbreviations of bioclimates: Mediterranean pluviseasonal-oceanic (Mpo), Mediterranean pluviseasonal-continental (Mpc), Mediterranean xeric-continental (Mxc), Mediterranean desertic-continental (Mdc). Geomorphological Units: Northern (N), Northwestern (NW), Zagros (Z), Central Iran (CI). Geological structures: Sedimentary (S), Igneous (I), Volcanic-Sedimentary (VS), Metamorphic (M), Quaternary (Q), Ophiolitic (O).

گونه Species	جغرافیای گیاهی Phytochorion	واحد ژئومورفولوژیکی Geomorphologic unit	ساختار زمین-شناسی Geological formation	واحد زیست‌اقلیمی Bioclimatic unit	زونوبیوم Zonobiome	پراکنش در ایران Distribution in scale of Iran
O. microcarpa	IT	NW, N, CL, Z	M, I, VS, S, O, Q	Mpc ،Mxc ،Mdc ، Mpo	III- VII (rIII)	N,NW,W, C, NW
O. cornuta	IT	NW, N, Z	M ،VS ،S	Mpc ،Mxc	III- VII (rIII)	N,NW,W
O. sabalanica	IT	NW	I, S	Mpc ،Mxc	III- VII (rIII)	NW
O. sericea	IT, Me	NW, N, Z	M, I, VS, S, O, Q	Mpc ،Mxc	III- VII (rIII)	N,NW,W
O. elwendica	IT	NW, N, Z, CI	Q, I, VS, S	Mpc ،Mxc ،Mdc	III- VII (rIII)	N,NW,W,C
O. bulbotricha	IT,Me	Z, N, CI	I, S	Mpc ،Mxc ،Mdc	III- VII (rIII)	N,NW,W, C, NW
O. chlorotricha	IT	Z, NW	S, M	Mpc ،Mxc	III- VII (rIII)	W,NW
O. subsericea	IT	NW	S, VS, I	Mpc ،Mxc	III- VII (rIII)	NW
O. bilabiata	IT	NW	I	Mpc ،Mxc	III	NW

www.SID.ir

Archive of SID

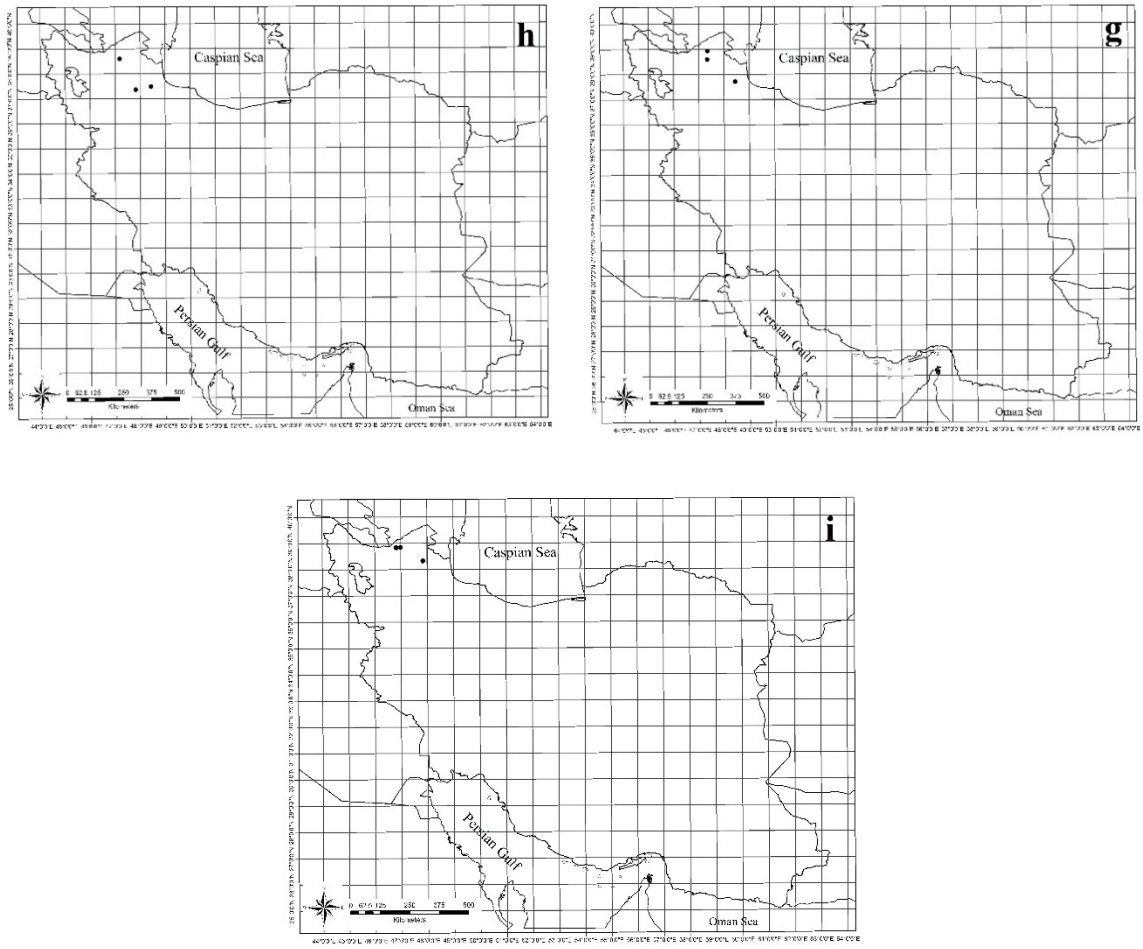


شکل ۴- نقشه پراکنش گونه‌های موردمطالعه در محدوده مطالعاتی: a) *O. chlorotricha* ،b) *O. bilabiata* ،c) *O. bulbotricha* ،d) *O. microcarpa* ،e) *O. elwendica* ،f) *O. cornuta* ،g) *O. subsericea* ،h) *O. sericea* ،i) *O. sabalanica*

Fig. 4- Distribution map of the studied taxa in the study area in Iran: a) *O. chlorotricha,* b) *O. bilabiata,* c) *O. bulbotricha,* d) *O. microcarpa,* e) *O. elwendica,* f) *O. cornuta,* g)*O. subsericea,* h) *O. sericea,* i)*O. sabalanica*

www.SID.ir

Archive of SID



ادامه شکل ۴- نقشه پراکنش گونه‌های موردمطالعه در محدوده مطالعاتی: ***a) O. chlorotricha ،b) O. bilabiata ،c) O. bulbotricha ،d) O. microcarpa ،e) O. elwendica ،f) O. cornuta ،g) O. subsericea ،h) O. sericea ،i) O. sabalanica***

Fig. 4- Distribution map of the studied taxa in the study area in Iran: a) O. chlorotricha, b) O. bilabiata, c) O. bulbotricha, d(O. microcarpa, e(O. elwendica, f(O. cornuta, g(O. subsericea, h(O. sericea, i (O. sabalanica

جدول ۳- نتایج ارزیابی حفاظتی رویشگاه‌ها و گونه‌ها. وضعیت حفاظتی: بحرانی (CR)، آسیب‌پذیر (VU)، در شرف تهدید (NT).

Table 3. Conservation assessment of species and their habitats: Critically Endangered (CR), Vulnerable (VU) and Near Threatened (NT)

گونه Species	شاخص نادر بودن (RI)	شاخص پراکنش گونه (SDI)	شاخص ویژه بودن رویشگاه (SSI)	ارزش حفاظتی (CV)	مجموع تهدیدهای رویشگاه Habitat threat level	وضعیت حفاظتی (CS)
O. sabalanica	0.5	0.98	7.56	8.06	10.8	CR
O. cornuta	0.2	0.95	3.7	3.9	7.5	VU
O. bilabiata	0.3	0.97	5.53	5.83	9.4	CR
O. chlorotricha	0.3	0.97	3.93	4.23	5.5	NT

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴- نتایج ارزیابی حفاظتی رویشگاه‌ها و گونه‌های اندمیک. وضعیت حفاظتی: در خطر انقراض (EN)، کمترین نگرانی (LC).

(Table 4. Conservation assessment of endemic species and their habitats: Endangered (EN), Least Concern (LC

گونه Species	شاخص نادر بودن (RI)	شاخص پراکنش گونه (SDI)	ارزش حفاظتی (CV)	مجموع تهدیدهای رویشگاه Habitat threat level	وضعیت حفاظتی (CS)
O. microcarpa	0.07	0.88	0.95	2	LC
O. bulbotricha	0.2	0.95	0.97	3	LC
O. sericea	0.3	0.97	1/27	6	EN
O. subsericea	0.5	0.97	1/47	5	EN
O. elwendica	0.07	0.88	0.95	6	LC

از میان گونه‌های مطالعه شده، گونه‌ی *O. sabalanica* بیشترین درجه تهدیدپذیری و گونه‌های *O. microcarpa* و *O. elwendica* کمترین درجه تهدیدپذیری را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین گونه *O. cornuta* کمترین درجه ویژه بودن زیستگاه‌ها و گونه *O. sabalanica* بیشترین درجه ویژه بودن زیستگاه‌ها را به خود اختصاص داده است. به‌علاوه گونه‌های *O. sbaalanica* و *O. subsericea* از نادرترین گونه‌های مورد مطالعه این جنس در منطقه محسوب می‌شوند.

نتایج حاصل از آنالیز تجزیه خوشه‌ای نشانگر دو خوشه اصلی می‌باشد که جمعیت‌های گونه‌های مختلف در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. در این آنالیز تنها برخی از جمعیت‌های گونه‌ها در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند (شکل ۵). آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی نیز تمایز جمعیت‌های گونه‌های مورد بررسی را براساس فاکتورهای مهم تفکیک کرده است (شکل ۶). مولفه اول (شرایط زیست اقلیمی و بارندگی) ۴۵/۳۳ درصد از واریانس، مولفه دوم (زمین شناسی و جهت شیب) ۱۹/۳۷ درصد و مولفه سوم (درصد شیب) ۱۵/۴۸ درصد از تنوع‌ها را به خود اختصاص داده است (جدول ۵).

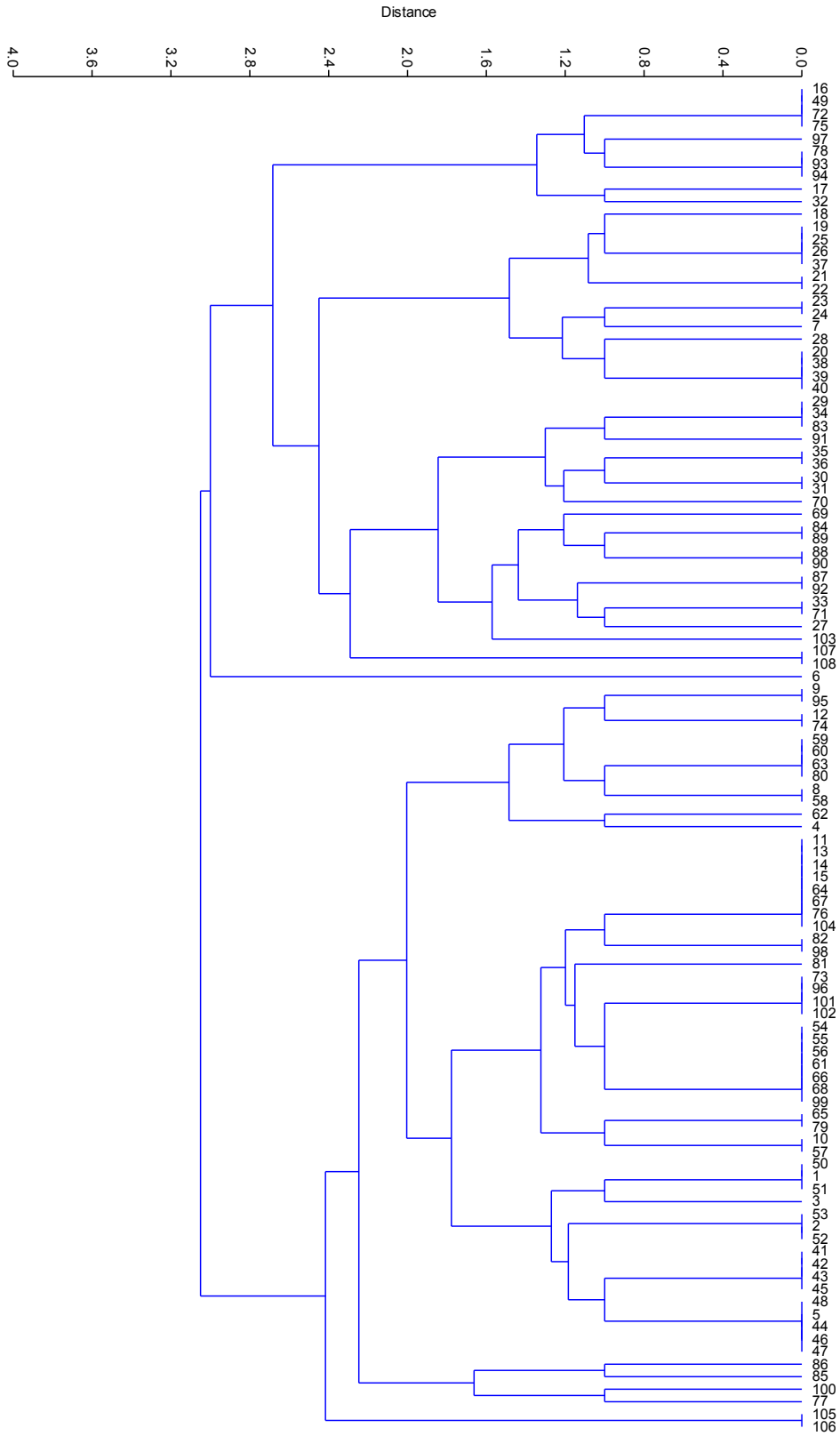
جدول ۵- مقادیر ویژه و درصد واریانس هر یک از مولفه‌های اصلی آنالیز داده‌های اکولوژیکی

Table 5. Variance percentage as well as specific values of principal factors in ecological data

	Component1	Component2	Component3	Component4
مقادیر ویژه Eigenvalue	2.15	0.92	0.73	0.44
درصد واریانس Variance	45.33	19.37	15.48	9.26

www.SID.ir

Archive of SID

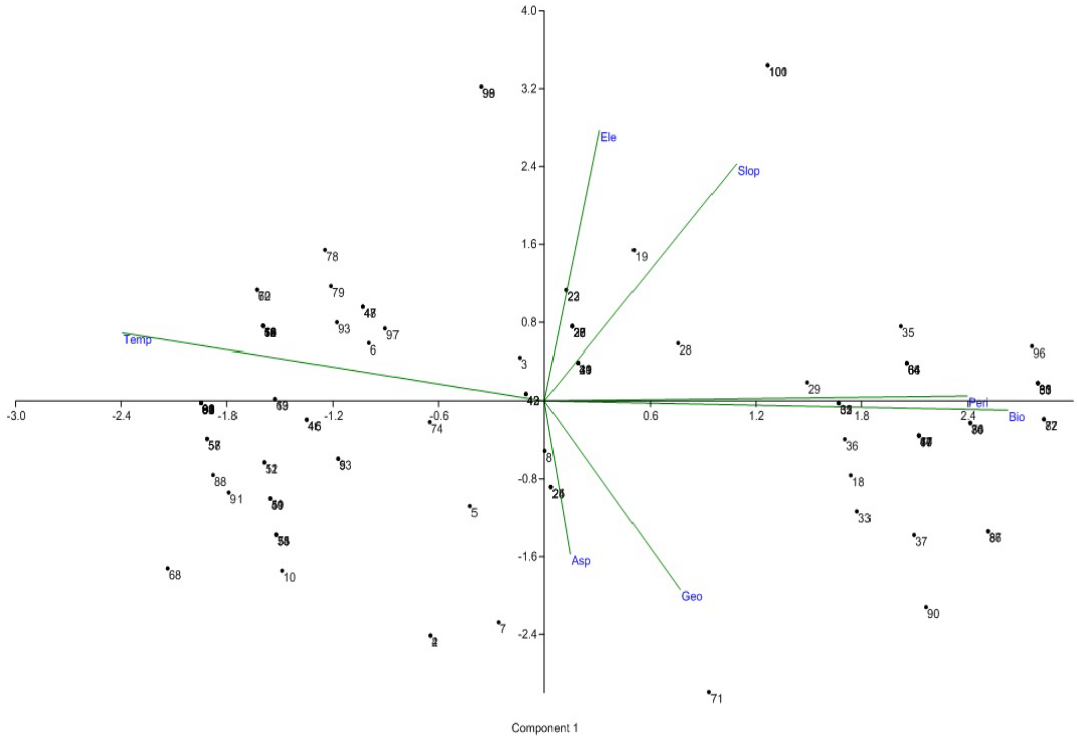


شکل ۵- آنالیز خوشه‌ای بر مبنای داده‌های اکولوژیکی برای گونه‌های: *O. microcarpa* (1-40)، *O. elwendica* (44-69)، *O. bilabiata* (87-89)، *O. subsericea* (41-43)، *O. chlorotricha* (70-72)، *O. cornuta* (86-86)، *O. sericea* (73-75)، *O. sabalanica* (96-100)، *O. bulbotricha* (90-95)

Fig. 5- Cluster analysis of ecological data: *O. microcarpa* (1-40), *O. elwendica* (44-69), *O. bilabiata* (87-89), *O. subsericea* (41-43), *O. chlorotricha* (70-72), *O. cornuta* (86-86), *O. sericea* (73-75), *O. sabalanica* (96-100), *O. bulbotricha* (90-95)

www.SID.ir

Archive of SID



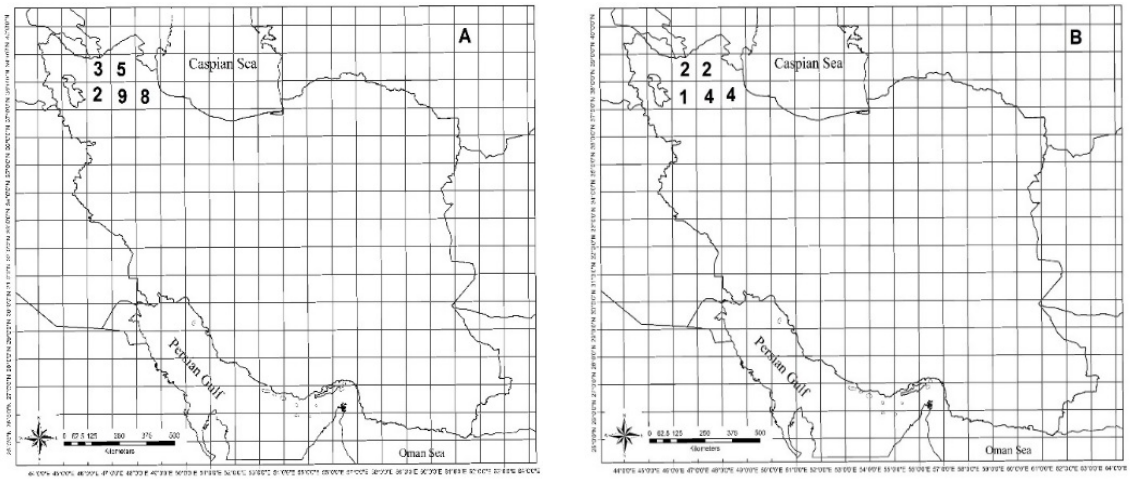
شکل ۶ – نمودار تجزیه به مولفه‌های اصلی: *O. microcarpa* (1-40)، *O. elwendica* (44-69)، *O. bilabiata* (87-89)، *O. subsericea* (41-43)، *O. chlorotricha* (70-72)، *O. cornuta* (86-86)، *O. sericea* (73-75)، *O.a sbalanica* (96-100)، *O. bulbotricha* (90-95)

Fig. 6- PCA diagram of species: *O. microcarpa* (1-40), *O. elwendica* (44-69), *O. bilabiata* (87-89), *O. subsericea* (41-43), *O. chlorotricha* (70-72), *O. cornuta* (86-86), *O. sericea* (73-75), *O. sabalanica* (96-100), *O. bulbotricha* (90-95)

وجود خاک‌ها یا بسترهای صخره‌ای خاص (Hedge and Wendelbo, 1978)، تنوع اقلیمی گسترده، گذشته پوشش گیاهی منطقه، پتانسیل تنوع (Frey & Probst, 1986) و در نهایت ایزوله بودن جغرافیایی سبب حضور اندمیسم بالا در ایران بویژه در منطقه‌های کوهستانی زاگرس و البرز شده است. *Onosma* بعنوان آرایه‌ای با تنوع و درصد اندمیسم بالا در فلور ایران، با ۴۷ گونه معادل ۰/۶۶ درصد از ۷۳۰۰ گونه گیاهی ایران (بدون در نظر گرفتن زیرگونه‌ها) (Akhani, 2006) و ۳۲ گونه اندمیک (معادل ۱/۸ درصد) از ۱۷۲۷ گونه اندمیک ایران (Jalili and Jamzad, 1999) با اندمیسم حدود ۶۸ درصدی جنس در ایران (Mehrabian, 2012) ، درصد اندمیسم بسیار بالایی را بویژه در زاگرس ایجاد نموده است. در منطقه پیموده شده، اندمیسم و غنای کل گونه‌ها بیشتر در زیر بخش *Haplotricha* تمرکز یافته است. بطوری‌که این زیربخش ۱۲/۷۶ درصد از کل گونه‌های این جنس در ایران (*O. microcarpa*، *O. subsericea*، *O. sericea*، *O. cornuta*، *O. bulbotricha* و *O. sabalanica*) و نیز ۶/۲۵ درصد از کل اندمیسم جنس در ایران را به خود اختصاص داده است، زیربخش *Heterotricha* نیز ۴/۲۵ درصد از کل گونه‌های این جنس (*O. elwendica* و *O. chlorotricha*) و۳/۱۲ درصد از کل اندمیسم جنس در ایران را شامل شده و در نهایت زیربخش *Asterotricha* حدود ۲/۱۲ درصد از کل گونه‌های این جنس و ۳/۳ درصد از کل اندمیسم جنس (*O. bilabiata*) در ایران را به خود اختصاص داده است. مختصات جغرافیایی ۳۷ تا ۳۸ درجه عرض شمالی و ۴۷ تا ۴۸ درجه طول شرقی از بیشترین غنای گونه‌ای برخوردار می‌باشد. همچنین غنای کلی گونه‌های جنس *Onosma* در این منطقه به سمت شمال منطقه کاهش نسبی و تدریجی نشان می‌دهد که با مطالعات (Mehrabian, 2015)مطابقت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۷- غنای گونه‌ای *Onosma* در منطقه مورد مطالعه: A) غنای کل گونه‌ها، B) غنای گونه‌های اندمیک

Fig. 7- Richness of species, A) richness of all species, B) richness of endemic species

این در حالی است که رویشگاه‌های کوهستانی و نیمه‌آلپی صخره‌ای با شیب‌های ملایم تا نیمه‌تند و نیز دامنه جنوبی و غربی و ریختار گیاهی بوته‌زار تا علفی بیشترین غنای گونه‌ای را به خود اختصاص داده‌اند. زیربخش *Haplotricha* از منطقه‌های پست تا مرتفع و زیربخش‌های *Heterotricha* و *Asterotricha* از منطقه‌های نیمه کوهستانی تا کوهستانی مرتفع انتشار دارند. این الگوی انتشار ارتفاعی با الگوی انتشار کل جنس در ایران (Mehrabian, 2015) مطابقت دارد. همچنین بیشترین دامنه انتشار زمین شناختی گونه‌ها در سازند رسوبی، آذرین و آتشفشانی- رسوبی می‌باشد، بدین ترتیب که غالب گونه‌های مربوط به زیربخش *Haplotricha* در سازندهای آذرین و رسوبی و زیربخش‌های *Heterotricha* و *Asterotricha* در سازند آذرین پراکنش یافته‌اند. رویشگاه‌های اغلب گونه‌های این جنس بدلیل قرار گرفتن در موقعیت کوهستانی در شیب‌های نیمه‌تند تا تند در خاک‌های کم عمق و در مواردی در شکاف صخره‌ها استقرار یافته‌اند. رویش اغلب گونه‌های این جنس در خاک‌های سبک با عمق بسیار ناچیز نشان می‌دهد که این گونه‌ها در خاک‌هایی با بافت سنگین و زهکشی پایین سازگار نیستند. به‌علاوه رویشگاه‌هایی با میانگین دمای ۰ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۲۰۰ تا ۵۰۰ میلی‌متر بیشترین غنای گونه‌ای در منطقه را به خود اختصاص داده‌اند. نتایج حاصل از آنالیز عامل‌های اکولوژیکی نشان می‌دهد که تفاوت معناداری ($P<0.002$) در سطح ۰/۹۵ بین جمعیت‌های مشاهده شده تنها از منظر ارتفاعی و اقلیم‌های زیستی وجود دارد. مطالعات Mehrabian (2015) نیز نتایج مشابهی را نمایان ساخته است. با توجه به نتایج به‌دست آمده از آنالیز خاک، جمعیت‌های این جنس در خاک‌هایی با بافت شنی‌رسی‌لومی، شنی‌رسی، شنی‌لومی و نیز رسی‌لومی با اسیدیته کمابیش قلیایی (pH) ۷/۲۲ تا ۸/۰۹، هدایت الکتریکی (EC) ۲۱/۳ تا ۸۹/۱ میکروزیمنس بر سانتی‌متر (µSiemens/cm) و کربن آلی ۴/۲۱ تا ۵۶/۲۷ گرم بر کیلوگرم (g/kg) پراکنش یافته‌اند. خاک‌هایی با بافت شنی رسی لومی، اسیدیته (pH) ۷/۴ تا ۸، هدایت الکتریکی (EC) ۲۰ تا ۵۰ میکروزیمنس بر سانتی‌متر (µSiemens/cm) و کربن آلی ۲۰ تا ۴۰ گرم بر کیلوگرم (g/kg) نیز بیشترین غنای گونه‌ای از این جنس را به خود اختصاص داده‌اند. مطالعات نقی زاده (۱۳۹۶) در منطقه آذربایجان غربی و بخش‌های غربی آذربایجان شرقی نیز با نتایج این مطالعه تا حدود زیادی مطابقت دارد. نتایج مطالعات انجام شده نشان دهنده انطباق الگوی انتشار کمپلکس گونه‌ای *O. bulboutricha* (*O. bulbotricha, O. chlorotricha*) می‌باشد که سبب تایید فرضیه‌های مفهوم گسترده گونه

www.SID.ir

Archive of SID

(محرابیان ۱۳۹۰) در مورد تاکسون‌های مورد نظر می‌باشد. به‌علاوه تنوع ریخت شناسی گسترده گونه کمپلکس *O. elwendica* در ایستگاه‌های متنوع اکولوژیکی تایید کننده مطالعات قبلی (Mehrabian *et al.,* 2011, Arab Ameri *et al.*, 2014, Sayadi *et al.,* 2017) می‌باشد که بر ارزیابی دقیق‌تر در تمام دامنه انتشار این گونه مبتنی بر ترکیبی از شواهد اکولوژیکی و ژنتیکی تاکید می‌نماید.

گونه‌های نادر این جنس بیشتر جمعیت‌های کوچکی داشته و تنها در یک منطقه جغرافیایی و دامنه‌های ارتفاعی محدودی پراکنش دارند که همین امر سبب آسیب‌پذیری شدید آن‌ها در برابر خطرهای تهدید کننده مانند چرای بی‌رویه دام، تغییر کاربری، فرسایش خاک و آتش سوزی گردیده است. این در حالی است که خواب فیزیولوژیکی طولانی مدت بذر و جمعیت‌های کوچک بهمراه عامل‌های بالا سبب کاهش زادآوری برخی گونه‌ها شده (Mehrabian, 2015)، به نحوی که این گونه-ها پس از معرفی تیپ آن‌ها در فلور ایرانیکا، دیگر از این منطقه گزارش نشده‌اند. درصد بالایی از گونه‌های این جنس در مرتبه‌ی "در معرض تهدید" و "بحرانی" قرار دارند که بدلیل تهدیدهای گسترده رویشگاه‌ها، طی چند سال آینده احتمال انتقال یافتن آن‌ها به طبقه‌های بالاتر تهدید نظیر "در معرض انقراض" وجود دارد (Mehrabian, 2015).

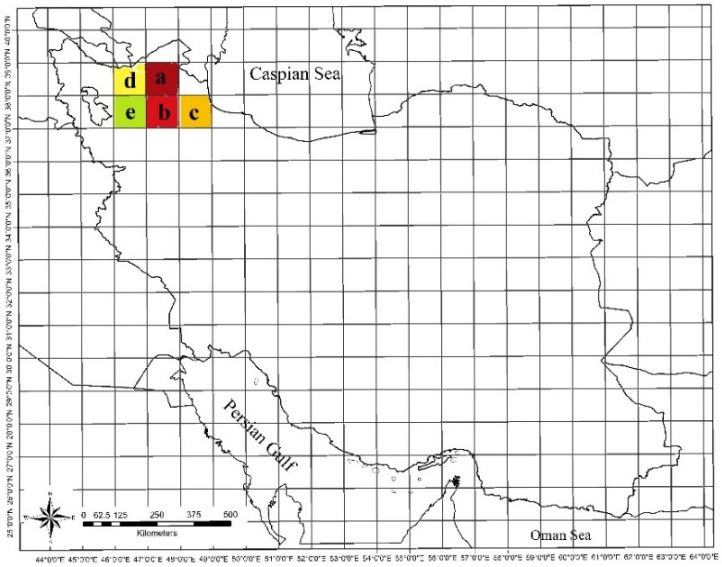
از میان گونه‌های مطالعه شده، گونه‌ی *O. sabalanica* بیشترین درجه تهدیدپذیری را به خود اختصاص داده است. ارزش زینتی گیاه، خوش‌خوراکی و همچنین ویژه بودن رویشگاه‌های این گونه سبب کوچک و محدود شدن اندازه‌ی جمعیت‌ها شده است، بطوریکه ازنظر وضعیت حفاظتی در سطح "بحرانی" قرار دارد. بنابراین نسبت به دیگر گونه‌های اندمیک جنس در منطقه دربالاترین سطح اولویت حفاظتی قرار دارد که هم‌راستا با مطالعات قبلی (Mehrabian, 2015) می‌باشد. گونه‌ی *O. bilabiata* با جمعیت‌های محدود و نقطه‌ای و وضعیت حفاظتی "بحرانی" از نظر اولویت حفاظتی در مرتبه دوم قرار می‌گیرد.گونه *O. chlorotricha* نیز پراکنش توده‌ای و محدودی در منطقه دارد، اما بدلیل پوشش کرکی خشن از تهدیدپذیری کمتری در برابر چرای دام برخوردار است ولی از نظر وضعیت حفاظتی"در شرف تهدید" قرار دارد بنابراین از نظر اولویت حفاظت، در سطح سوم قرار می‌گیرد. بعلاوه گونه *O. cornuta* که پراکندگی کمابیش وسیعی در منطقه داشته، در درجه "آسیب‌پذیر" قرار داشته و از نظر اولویت حفاظتی در مرتبه چهارم قرار می‌گیرد. گونه‌های *O. subsericea* و *O. sericea* با پراکنش محدود و جمعیت‌های کوچکی که در منطقه دارند و همچنین با توجه به خوش‌خوراک بودن و ارزش زینتی بالا از نظر تهدیدپذیری "در شرف تهدید" می‌باشند و به ترتیب در رتبه‌های پنجم و ششم قرار دارند . گفتنی است است که گونه‌ی اندمیک *O. elwendica* پراکنش وسیعی در منطقه دارد، بطوری‌که حدود ۲۶ درصد از کل جمعیت‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است. این گونه از نظر اولویت حفاظتی در رتبه‌ی هفتم قرار داشته و از نظر تهدیدپذیری نیز در سطح "کمترین نگرانی" قرار دارد. گونه‌ی *O. bulbotricha* پوشش کرکی خشن داشته و رویشگاه‌های آن مورد تهدید خاصی قرار ندارند و از نظر تهدیدپذیری در درجه "کمترین نگرانی" قرار دارد و در رتبه‌ی هشتم جای گرفته است. از دیگر گونه‌های غیر اندمیک مطالعه شده، گونه *O. microcarpa* به دلیل پراکنش بسیار وسیع در منطقه (۳۷ درصد از کل جمعیت‌های مورد مطالعه)، عدم تهدیدپذیری یا تهدیدپذیری کم رویشگاه‌ها و خوش-خوراک نبودن، از نظر اولویت حفاظتی در مرتبه ۹ قرار داشته و از نظر تهدیدپذیری در سطح "کمترین نگرانی" قرار دارد.

رویشگاه برخی از جمعیت‌های مربوط به گونه‌های نادر این جنس نظیر گونه‌ی *O.sabalanica* در منطقه‌های

www.SID.ir

Archive of SID

حفاظت شده قرار دارند که تا حدودی سبب حفاظت طبیعی از جمعیت‌ها می‌شود ولی با این حال توسط دام-های محلی تهدید می‌شوند. یا برخی گونه‌ها نظیر *O. elwendica*، *O. bilabiata* و *O. sabalanica* به دلیل دور بودن رویشگاه‌ها از منطقه‌های مسکونی و گردشگری تا حدودی به‌صورت طبیعی محافظت می‌شوند. گونه‌هایی نظیر *O.chlorotricha* و *O. bulbotricha* نیز به دلیل پوشش کرکی خشن، بندرت در معرض چرای دام قرار دارند و از این جهت تا حدودی بصورت طبیعی محافظت می‌شوند. اولویت حفاظتی رویشگاه‌های گونه‌ها با توجه به مطالعات صورت گرفته از رویشگاه‌ها و با در نظر گرفتن مجموع تهدیدهای رویشگاه‌ها، شاخص نادر بودن و غنای گونه‌های اندمیک تهیه شده است (شکل ۸). رویشگاه‌ها به ترتیب اولویت حفاظتی با رنگ مخصوصی و با نام‌های a، b، c، d و e مشخص شده‌اند؛ به این‌صورت که خانه‌های a و b به ترتیب بیشترین اولویت حفاظتی و خانه‌های d و e نیز به ترتیب کمترین اولویت حفاظتی را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۸- اولویت حفاظتی رویشگاه‌های *Onosma* در منطقه مورد مطالعه

Fig. 8- Habitats conservation priorities in study area

نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این مطالعه منجر به شناخت الگوهای انتشار و تنوع جنس *Onosma* در منطقه مورد مطالعه شده و با ارزیابی دقیق منطقه پراکنش هر گونه جدید یا رکورد را پایش نموده است. همچنین مراکز نقاط بحرانی و پرتنوع، مراکز اندمیسم و منطقه‌های با میزان تهدیدپذیری بالا را معرفی نموده است. داده‌های این تحقیق با تاکید بر مراکز تنوع و اندمیسم تاکید مجددی بر انطباق حوزه انتشار این جنس با مراکز تنوع و اندمیسم گیاهی ایران است که داده‌های اکولوژیکی مهمی را جهت برنامه‌های حفاظتی تبیین نموده است. این در حالی است که این مطالعه با ارزیابی دقیق الگوی انتشار در حوزه مورد بررسی، شواهد با ارزشی را برای تیپ بندی تاکسونومیکی تعدادی از گونه‌های مهم و کمپلکس های گونه‌ای در این جنس فراهم نموده و در حرکت به سمت واقع گرا نمودن تنوع گونه‌های جنس، موثر خواهد بود. گفتنی است که بدلیل نبود ظرفیت اکولوژیکی زیستگاه برخی گونه‌ها، حفاظت در زیستگاه طبیعی (In-situ conservation) ممکن نبوده و تمرکز بر روی روش‌های حفاظت خارج از زیستگاه (Ex-situ conservation) نظیر شیوه های حفاظت کشت درون شیشه‌ای، تولیدمثل حفاظتی، ذخیره‌سازی دانه‌ی گرده و اسپور، ذخیره‌سازی دی.ان.ای، ایجاد بانک‌های ژن میدانی، تأسیس بانک بذر برای گونه-های در معرض خطر این جنس را بسیار ضروری می‌نماید.

www.SID.ir

Archive of SID

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از خانم صدف صیادی از دانشگاه شهید بهشتی، نیز مدیریت محترم هرباریوم مرکز تحقیقات منبع‌های طبیعی استان آذربایجان‌شرقی و مدیریت هرباریوم دانشکده داروسازی دانشگاه تهران بواسطه همکاری در طول این تحقیق سپاسگزاری می‌شود.

پی‌نوشت‌ها

[1] Atropatan subprovince
[2] Armeno- Iranian province
[3] Irano- Turanian region
[4] Sandy-Clay-Silt
[5] Sandy-Silt
[6] Sandy-Clay
[7] Clay-Silt

منابع

Akhani, H., 2006. Flora Iranica: facts and figures and a list of publications by K.H. Rechinger on Iran andadjacent areas. Rostaniha. 7(2), 19–61.

Alai Taleghan, M., 2005. Geomorphology of Iran. Qom Publishing, Tehran, Iran.

Arab Ameri, M., Mehrabian, A.R. and Sheidai, M., 2014. Flower and nutlet micro-morphological studies on some Onosma L. (Boraginaceae) species from Iran. Iranian Journal of Botany. 20(2), 211–227.

Aytac, Z. and TÜRKMEN, Z., 2011. A new Onosma (Boraginaceae) species from southern Anatolia, Turkey. Turkish Journal of Botany. 35(3), 269-274.

Bert, T.M. and Arnold, W.S., 1995. An empirical test of predictions of two competing models for the maintenance and fate of hybrid zones: both models are supported in a hard-clam hybrid zone. Evolution. 49(2), 276-289.

Binzet, R., 2016. Onosma anatolica, a new species of Boraginaceae from Turkey. Phyto Keys. 69, 39–49.

Block, C.A., 1986. Method of soil Analysis, American society of Agronomy monographs, 9: 169p.

Boissier, E., 1879. Flora Orientalis sive enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines hucusque observatarum. Vol. IV: Coroliflorae et Monochlamydeae. H. Georg, Genevae & Basileae.

Breckle S.W., 2002. Walter's vegetation of the earth. The ecological systems of the geo-biosphere. Springer, Heidelberg, pp, 527.

Brewer, R., 1964. Fabric and mineral analysis of soils. John Wiley & Sons Inc., NY.

Brewer, R., 1976. Fabric and mineral analysis of soils .Reprint of 1964 ed,. With suppl. material,

Caro, T., 2010. Conservation by Proxy. Island Press, USA.

Cecchi, L. and Selvi, F., 2009. Phylogenetic relationships of the monotypic genera Halacsya and Paramoltkia and the origins of serpentine adaptation in circum-mediterranean Lithospermeae (Boraginaceae): insights from ITS and matK DNA sequences. Taxon, 58(3).

Cecchi, L., Coppi, A. and 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.

Cecchi, L., Coppi, L. and Selvi, F., 2011. Evolutionary dynamics of serpentine adaptation in Onosma (Boraginaceae) as revealed by ITS sequence data. Plant systematics and evolution

www.SID.ir

Archive of SID

297: 185–199.

Crisp, M.D., Laffan, S., Linder, H.P. and Monro, A., 2001. Endemism in the Australian flora. Journal of Biogeography, 28(2), pp.183-198.

Davis, P.H., 1978. Flora of Turkey, Edinburgh. Edinburgh University Press.

Djamali, M., Akhani, H., Khoshravesh, R., AnderieuPonel, Ponel, P. and Brewer, S., 2011. Application of the global bioclimatic classification to Iran: Implications for understanding the modern vegetation and biogeography. Ecologia Mediterranea. 37(1), 91-114.

Dobzhansky, T., 1940. Speciation as a stage in evolutionary divergence. The American Naturalist. 74(753), 312-321.

ESRI, 2003. ArcView GIS Ver. 10. 2. Environmental Systems Research Institute Inc. California.

Frey, W. and Probst, W., 1986. A synopsis of the vegetation of Iran. Pp. 61–73. In: Contribution of the Vegetation of Southwest Asia (Kürschner, H., ed.). Dr. Ludwig Reichert, Wiesbaden.

Hedge, I.C. and Wendelbo, P., 1978. Patterns of distribution and endemism in Iran. Notes from the Royal Botanic Garden of Edinburgh 36: 441–464.

IUCN. 2011. Guidelines for appropriate uses of IUCN Red List Data. Incorporating the Guidelines for Reporting on Proportion Threatened and the Guidelines on Scientific Collecting of Threatened Species. Version 9. Adopted by the IUCN Red List Committee and IUCN SSC Steering Committee, 78 pp., Switzerland.

Jalili, A. & Jamzad, Z., 1999. The Red Data Book of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands, pp. 748, Tehran.

Jetz, W., Rahbek, C., & Colwell, R. K., 2004. The coincidence of rarity and richness and the potential signature of history in centres of endemism. Ecology Letters, 7(12), 1180-1191.

Kandemir, A., & Türkmen, Z., 2010. A new species of Onosma (Boraginaceae) from eastern Turkey. Turkish journal of botany, 34(4), 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).

Kolarc˘ik, V., Zozomova´-Lihova´, J. and Ma´rtonfi, 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 Syst Evol. 290:21–45.

Koyuncu, O., Yaylacı, Ö. K., Özgişi, K., Sezer, O., & Öztürk, D., 2013. A new Onosma (Boraginaceae) species from central Anatolia, Turkey. Plant systematics and evolution, 299(10), 1839-1847.

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, A.R., 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).

Mehrabian, A.R. Sheidai M., Noormohamadi, Z., Mozaffarian, V. and Asri, Y., 2012. Palynological diversity in the genus Onosma L. (Boraginaceae) of Iran. Annals of Biological Research 3(8), 3885–389.

Mengoni, A., Selvi, F, Cusimano, N., Galardi. &

www.SID.ir

Archive of SID

F., Gonnelli, C., 2006. Genetic diversity inferred from AFLP fingerprinting in populations of Onosma echioides (Boraginaceae) from serpentine and calcareous soils. Pl. Bios. 140:211–219.

Mesdaghi, M., 2005. Vegetation description and analysis. Mashhad. Jahad-e-Daneshgahi of Mashhad University. Pp.288, Tehran.

Meusel, H., Jager, E, Rauschert, S. and Weinert, E., 1978. Vergleichend Chrologie der zentrleuropalschhen Flora. 2 .Jena: Karten. Veb Gustav Fischer Verlag.

Mueller-Dumbois, D. and Ellenberg, H., 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, pp. 547. New York.

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.

Pavol, M., Mártonfiová, L., & Kolarčik, V., 2008. Karyotypes and genome size of Onosma species from northern limits of the genus in Carpathians. Caryologia. 61(4), 363-374.

Rabinowitz, D., 1981. Seven forms of rarity. Pp. 205–217. In: Conservation Biology (Pullin, A.S., ed.). Cambridge University Press, Cambridge.

Riedl, H., 1968. In: Rechinger KH (ed.), Flora Iranica, Vol. 48. Akademische Druck-u Verlagsanstalt, Graz, Austria.

Rodriguez, J.P., Rodriguez-Clark, K.M., Baillie, J.E.M., Ash, N., Benson, J. & Taber, A., 2010. Establishing IUCN Red List Criteria for Threatened Ecosystems. Conservation Biology 25(1): 21–29.

Sayadi, S., Mehrabian, A., & Nikjoyan, M. J., 2017. Some notes on taxonomy and diversity of Onosma with emphasis on important evidence and complex groups in Flora Iranica. Rostaniha, 18(1), 50-58.

Takhtajan, A., 1986. Floristic Regions of the World. University of California Press, pp. 544, California.

Tilman, D., 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity: a search for general principles. Ecology, 80(5), 1455-1474.

Tsiftsis, S., Tsiripidis, I. & Karagainnakidou, V., 2009. Identifying areas of high importance for orchid conservation in East Macedonia (NE Greece). Biodiversity & Conservation. 18: 1765–1780.

Vouillamoz, J., 2001. Approches cytotaxonomique et moléculaire de la phylogéographie des taxons du genre Onosma (Boraginaceae) en Suisse et dans les pays limitrophes (Doctoral dissertation).

Weigend, M., Gottsschling, 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. Mol. Phylo.Evol. 52:755–768.

Williams, P.H., Gaston, K.J. & Humphries, C.J., 1997. Mapping biodiversity value worldwide: combining higher-taxon richness from different groups. Proceeding of the Royal Society. London B 264: 141–148.

Zahran, M.A. & Gilbert, F., 2010. Climate-Vegetation: Afro-Asian Mediterranean and Red Sea Coastal Lands. Springer, New York, 324 pp.

Zohary, M., 1973. Geobotanical foundatios of the Middle East. 2 vols. Stuttgart.

www.SID.ir

Environmental Sciences Vol.17 / No.1 / Spring 2019

73-94

Distribution patterns, diversity and conservation priorities of *Onosma* L. (*Boraginaceae Juss*.) in some sections of the northwestern geomorphologic unit of Iran

Hossein Moradi Zeinab,[1] Ahmadreza Mehrabian,[1*] Siavash Naghizadeh,[1] Hossein Mostafavi[2] and Farzaneh Khajoi Nasab[1]

[1] Department of Plant Sciences and Biotechnology, Faculty of Life Sciences and Biotechnology, Shahid Beheshti University, GC, Tehran, Iran

[2] Department of Biodiversity and Ecosystem management, Research Institute of Environmental Sciences, Shahid Beheshti University, GC, Tehran, Iran2

Received: 2018.05.03 Accepted: 2018.12.16

Moradi Zeinab, H., Mehrabian, A., Naghizadeh, S., Mostafavi, H. and Khajoi Nasab, F., 2019. Distribution patterns, diversity and conservation priorities of Onosma L. (Boraginaceae Juss.) in some sections of the northwestern geomorphologic unit of Iran. Environmental Sciences. 17 (1): 73-94.

Introduction: With increasing rates of biodiversity loss in recent years, new conservation methods have emerged. For example, by identify areas with unique endemic species and the habitat of species with special values (e.g., medicinal or endangered species) or areas that are highly threatened, we can provide the most protection at a lower cost. In Iran, there are taxa that have conservation priority due to their high diversity and threats. The genus *Onosma* L. is classified as one of these priorities in Iran due to the ecological and medicinal importance and being the center of speciation and biodiversity. It is necessary to determine the patterns of distribution, endemism and conservation status of these species.

Material and methods: In this research, using a database prepared from previous field studies and herbarium data, geographical distribution points of the species in a georeference geomorphology map of Iran were made to grid cells with ArcGIS software with a resolution of 25 × 25 (20 × 20 km) UTM and then the diversity zones have been determined. Then, based on the variety of geomorphologic-climatic conditions, various stations were selected for evaluation. Field studies were performed at these stations based on elevation gradient. At each station, the quadrates were established based on the type of habitat and population characteristics of the species. At each station, between three and five quadrates were set up and in each quadrate the coverage, density, diversity and surface coverage of the target species were evaluated. Within each quadrate, three to five

[*] Corresponding Author: *Email Address*. a_mehrabian@sbu.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

individuals were sampled. Then, from each quadrate, the soil samples were collected from the surface to the depth that the root is deployed. In addition, habitat features such as habitat physiognomy, threats, and other ecological features were noted. In addition, the collected samples were fixed and stored according to standard protocols. The identification of taxa was done based on Iranian flora, Iranica and flora of Iraq, Flora of Turkey, and the former Soviet Union. Assessing the threatened species was performed according to the Red List of Regional Guidelines for the Conservation Union, assessing the conservation status of the habitats was done in accordance with the guidelines of the World Conservation Union and the rare species were classified based on a combination of standard methods.

Results and discussion: In this study, the distribution patterns of nine species with 106 populations of *Onosma* was assessed using a geobotanical approach. Among the studied specimens, one species belonged to the subsect. *Asterotricha*., two species belonged to the subsect. *Heterotricha*, and six species belonged to the subsect. *Haplotricha* All in all, only four species were endemic of Iran. The elevation range of the studied species was 455 to 2950 AMSL, and species often occupy mountainous (1500 to 2500 meters) and mountain (900 to 1500 meters) habitats, which are in agreement with the results of previous studies. Most of the populations were distributed in mild, semi-sloping, southern slopes, and semi-humid, Mediterranean and semi-arid climates. The habitats with the average annual temperature of 0-10 °C, average annual rainfall of 200 to 500 mm, low soil depth and sedimentary, igneous, and volcanic-sedimentary geological structures had the most species richness. The species within this genus had the most species richness in the geographical coordinates of 37 to 38 °N latitude and 47 to 48 °E longitude, and the overall richness of species to the north shows a relative and gradual decrease. Also, *O. sabalanica* was the most threatened and *O. microcarpa* and *O. elwendica* were the least threatened, and *O. sabalanica and O. subsericea* are among the rare species of this genus in the region.

Conclusions: Rare species of *Onosma* often have small populations and are spread only in a limited geographic area and altitudes, which makes them vulnerable to threats. So, along with methods for protecting its species in the natural habitat, species-centric conservation and focusing on ex-situ conservation methods are also recommended.

Keywords: Boraginaceae, *Onosma*, Endemism, Conservation, Distribution pattern, Azarbaijan.

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir