رستنیها، جلد ۱۰(۱)، ۱۳۸۸

پراکنش جغرافیایی گون در ایران

Geographic distribution of *Astragalus* in Iran

محمد محمودی، علی اصغر معصومی* و بهنام حمزه ای

موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع

دریافت: ۱۳۸۷/۸/۱۳ پذیرش: ۱۳۸۸/۴/۱

چکیده

پراکنش جغرافیایی جنس گون با استفاده از یک بانک اطلاعاتی شامل ۷۶۰۶ مشاهده تجزیه و تحلیل گردید. این جنس در تمام استان های کشور وجود دارد، اما پنج استان تهران، آذربایجان غربی، اصفهان، کردستان و خراسان رضوی در مجموع ۴۰/۴۸ درصد از گزارش ها را به خود اختصاص داده اند. اکثر گونه ها در منطقه بسیار محدودی پراکنش دارند که بسیاری از آن ها اندمیک می باشند. برای ۴۵۱ گونه بیشترین فاصله بین دو مشاهده کمتر از ۲۰۰ کیلومتر می باشد. استان اصفهان بیشترین تعداد گونه را دارد (۱۵۴ گونه) و آذربایجان شرقی در رتبه دوم قرار دارد (۱۴۹ گونه). شبکه ای از مربع های ۳۰ × ۳۰ کیلومتر برای تولید نقشه غنای گونه ای استفاده شد که در ۷۹۴ مربع گون وجود دارد. از بین این مربع ها ۲۶۹ مربع منتخب برای در بر گرفتن همه گونه های گون در ایران کافی است. غنای گونه ای منحصرا در نیمه شمالی بویژه در شمال غربی ایران به طور چشمگیری بالا است. مناطق اصلی دارای غنای گونه ای بالا عبارتند از: ارتفاعات البرز مرکزی در شمال، ارتفاعات زاگرس‌شمالی در غرب،

واژه های کلیدی: تیره نخود، سامانه اطلاعات جغرافیایی (ساج)، غنای گونه ای، توزیع شبکه ای، اکولوژی

مسئول مکاتبه (E-mail: maassoumi@rifr-ac.ir)

ارتفاعات گوشه شمال غربی ایران و ارتفاعات خراسان- کپه داغ در شمال شرقی ایران. بالاترین تعداد گونه در یک مربع (۴۳ گونه) در منطقه آوج در مرز بین استان های قزوین و همدان قرار دارد. غنی ترین مناطق بین عرض های جغرافیایی۳۰ و ۳۸ درجه شمالی واقع شده اند. گون ها به طور وسیعی در مناطق کوهستانی ایران، بویژه در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متری، حضور دارند.

مقدمه

جنس گون (*Astragalus*) متعلق به قبیله Galegeae از تیره نخود است و گیاهانی یک یا چندساله و دارای فرم های رویشی متنوع از علفی تا درختچه ای را شامل می‌شود. این جنس به عنوان بزرگترین جنس گیاهان آوندی، شامل حدود ۳۴۰۰ گونه و ۲۵۰ بخش است (Lock & Simpson 1991, Podlech 1986, 2008, Zarre *et al.* 2008, Maassoumi 1998) که در مناطق معتدله سرد نیمه خشک و خشک قاره ای در نیمکره شمالی و آمریکای جنوبی پراکنده اند. حدود ۵۰۰ گونه متعلق به ۹۳ بخش در قاره آمریکا (دنیای جدید) حضور دارند و۲۹۰۰ گونه متعلق به ۱۶۶ بخش در دنیای قدیم پراکنده اند. یکی از ویژگی های جالب گون ها وابستگی شدید بین پراکنش جغرافیایی و تعداد کروموزوم است. تقریبا همه گونه های دنیای قدیم یوپلوییید و همه گونه های دنیای جدید آنیوپلوییید هستند (Spellenberg 1976, Wojciechowski 1999). به علاوه، ۲۴۲۰ گونه از گونه های دنیای قدیم متعلق به قاره آسیا است که از این تعداد مجموعا ۱۵۱۰ گونه در آسیای مرکزی و جنوب غربی آسیا دیده می شوند. در ایران حدود ۸۰۴ گونه متعلق به ۷۰ بخش حضور دارند که ۵۲۷ گونه از آن ها اندمیک ایران هستند (Maassoumi 1998).

گون ها گیاهانی هستند که به دلیل تولید کتیرا، در شمار گیاهان صنعتی و دارویی محسوب می شوند. بعضی از آن ها به خاطر جذب فلزات سنگین، مانند سلنیوم، و سنتز مواد آلی سمی، مانند ترکیبات گلیکوزیدی ازت‌دار سمی، جزو گیاهان سمی به شمار می آیند. تعدادی از انواع علفی گون به دلیل میزان پروتئین بالا و کم بودن فیبر، به شدت مورد چرای دام قرار می گیرند (Maassoumi 2005). از نقش بسیار مهم گون، بویژه انواع بالشتکی که جامعه پذیری بالایی نشان می دهند، در تثبیت کربن و تزریق آن به چرخه های زیستی اکوسیستم ها نمی توان چشم پوشی کرد (Maassoumi 2000). بعضی از گونه های گون نیز در تثبیت نیتروژن نقش دارند (Davis 1982).

گون در سالهای گذشته موضوع مطالعات تاکسونومیک متعددی بوده است. اولین کار جامع روی گون مونوگراف *بونگه* (Bunge 1868) بود. از آن زمان تاکنون، بویژه در ۴۰ سال اخیر دانش محققان درباره این گروه بزرگ از گیاهان به مقدار قابل توجهی افزایش

یافته است. پیرامون این جنس، مقالات و چک لیست های متعددی چاپ شده است (Maassoumi 1998, Yakoulev *et al*., 1996, Lock & Simpson 1991, Podlech 1986, 2008) و اطلاعات در مورد تاکسونومی و پراکنش این جنس در دنیای قدیم بسیار افزایش پیدا کرده است. گون های دنیای جدید نیز با انتشار اطلس گون های آمریکای شمالی (Barneby 1964) به خوبی معرفی شده اند. با این وجود، این اطلاعات در مورد جغرافیای گیاهی گون و فیلوژنی آن ناچیز است.

در این مطالعه، تلاش شده است تا تصویری از الگو های پراکنش جغرافیایی گون ارایه شود. اگرچه درک جامع این مفاهیم نیازمند مطالعات بیشتری از قبیل تحلیل پراکنش بخش های مختلف گون و مدل سازی اکولوژیک آن ها در مقیاسی وسیع تر از ایران می باشد، اما با توجه به سهم قابل توجه ایران از مجموع گونه های گون و درصد اندمیسم بالای آن در ایران، مطالعه حاضر نقطه شروع خوبی برای بررسی جامع جغرافیای گیاهی گون می باشد.

در بررسی حاضر، از سامانه اطلاعات جغرافیایی (ساج) برای توضیح الگوی پراکنش گیاهان در چنین سطح وسیعی استفاده شده است. این بررسی ها می تواند نقطه شروع مناسبی برای تحلیل پراکنش سایر گونه های گیاهی ایران و تولید داده های مناسب برای تحلیل وضعیت اندمیسم و میزان در خطر بودن گونه های گیاهی باشد. همچنین امکان تعیین اولویت های مکانی حفاظت، تعیین فاکتور های موثر در الگو های پراکنش گیاهان و طراحی خط مشی بهره برداری صحیح از ذخایر ژنی گیاهان ایران با استفاده از ساج را نشان می دهد.

روش بررسی

در این مطالعه، آمار فراوانی گون براساس گونه ها در سطح استان های ایران محاسبه گردید. مساحت منطقه تحت اشغال هر یک از گونه ها تخمین و نقشه شبکه ای تعداد مشاهدات و غنای گونه ای نیز ترسیم شد. مناطقی که از نظر گون غنی هستند مشخص گردید و مدل ریاضی رابطه بین تعداد مشاهدات و تعداد گونه ها به دست آمد. همچنین حداقل تعداد مربع های لازم برای شامل شدن همه گونه ها، تعیین شد و از طرف دیگر، توزیع گون براساس عرض جغرافیایی و ارتفاع نیز مشخص گردید. در این مطالعه به دلیل سادگی، استفاده وسیع و قابل فهم بودن، از غنای گونه ای استفاده شد که معیار مفیدی برای ارزیابی تنوع تاکسونومیک می باشد (Gaston 1996). از طرف دیگر، شاخص غنای گونه ای در مقایسه با سایر شاخص های تنوع زیستی، به مشکلات ناشی از نمونه برداری های غیرسیستماتیک و رویه های مختلف حساسیت کمتری دارد (Hijmans *et al*. 2000).

داده های پراکنش گون ها: بانک اطلاعاتی مربوط به داده های پراکنش گون از مجموعه داده های زیر طراحی شده است: ۱- داده های حاصل از نمونه های هرباریومی بویژه نمونه های

هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع (TARI)، ۲- داده های حاصل از محل های ذکر شده در منابع مکتوب از قبیل کتب گون های ایران (Maassoumi 1986, 1989, 1995, 2000, 2005, 2003)، فلور ایران (Maassoumi 2003)، فلورا ایرانیکا (Podlech 1999, Podlech *et al*. 2001, Zarre *et al*. 2008). بعضی از داده ها دارای اطلاعات مختصات جغرافیایی بودند. در مورد داده هایی که فاقد اطلاعات مختصات بودند، براساس شرح مکانی نمونه، مختصات هر نقطه با استفاده از نرم افزار Encarta (Microsoft 1997) محاسبه شد و در نهایت بانک اطلاعاتی متشکل از حدود ۷۶۰۶ رکورد تهیه شد.

در دسترس بودن مختصات مکانی امکان آنالیز بانک اطلاعاتی به وسیله ساج (سامانه اطلاعات جغرافیایی) را فراهم نمود. در این مطالعه از نرم افزار DIVA-GIS (Hijmans *et al*. 2005) و Arc view-GIS (Environmental Systems Research Institute 1999) استفاده شد. صحت مختصات نقاط براساس روش شرح داده شده به وسیله هیجمنس و همکاران (Hijmans 1999)، کنترل و اصلاح گردید. به این منظور در ابتدا نقاطی که در خارج از مرز های ایران و یا داخل دریا ها و دریاچه ها قرار داشتند اصلاح شدند و سپس با رویهم گذاری (Simultaneous Spatial Queries) اطلاعات مکان های جمع آوری و مرز های سیاسی استان ها، خطا های موجود کنترل و اصلاح شد.

برای نام علمی گیاهان از کتاب گون های ایران (Maassoumi 2005) که در آن ۸۳۹ تاکسون در ۷۰ بخش فهرست شده است، استفاده گردید. گروه های تاکسونومیکی پایین تر از سطح گونه (زیرگونه و واریته ها) همگی در گونه های مربوطه ادغام شدند.

پراکنش گون براساس گونه ها و در سطح استانی: تعداد مشاهدات و تعداد گونه های موجود در بانک اطلاعاتی به تفکیک استان ها به صورت جدول در آمد. این کار به صورت جداگانه برای گونه های نادر نیز انجام شد. تعریف گونه های نادر در این مطالعه، گونه هایی هستند که در بانک اطلاعاتی ما کمتر از پنج مشاهده برای آن ها وجود داشت. تعداد مشاهدات برای همه گونه ها محاسبه و نمودار مربوطه ترسیم شد. میانگین مشاهدات برای هر گونه به تفکیک استان ها به منظور ارزیابی کثرت جمع آوری های صورت گرفته از هر استان در مقایسه با غنای گونه ای آن، محاسبه شد.

مساحت تحت اشغال گون ها: در این مطالعه به منظور ترسیم دقیقی از وضعیت وسعت پراکنش گونه های مختلف گون در سطح ایران از سه معیار مختلف شامل: تعداد مشاهدات (Obs)، حداکثر فاصله بین دو مشاهده از یک گونه (MaxD) و مساحت تحت اشغال هر گونه (CA_{30}) استفاده شد (Spooner & Hijmans 2001). هر یک از این سه معیار برای کلیه گونه ها محاسبه شد. برای محاسبه مساحت تحت اشغال یک گونه، هر یک از محل های جمع آوری به عنوان مرکز دایره ای فرضی به شعاع ۳۰ کیلومتر تلقی شد و پس از ترسیم دوایر، مجموع

مساحت دوایر ایجاد شده برای هر گونه محاسبه گردید. در مناطقی که دایره ها هم پوشانی داشتند ناحیه مشترک فقط یک بار محاسبه شد. در این محاسبه فرض بر این گذاشته شد که هر نقطه جمع آوری، نماینده منطقه ای به وسعت ۲۸۲۶ کیلومتر مربع (دایره ای به شعاع ۳۰ کیلومتر) است که گونه مذکور در آن حضور دارد (CA_{30}). مقایسه هم زمان اعداد CA_{30} و تعداد مشاهدات برای بیان تفاوت گونه ها از نظر فراوانی (abundance) بسیار مفید بود. یک گونه با تعداد مشاهده نسبی بالا برای هر CA_{30} در منطقه پراکنش خود فراوان تر خواهد بود، در حالی که یک عدد پایین نشان می دهد که یک گونه در منطقه تحت اشغال خود پراکنده تر است.

به منظور تشریح پراکنش گونه ها گاهی از واژه های اندمیک و نادر استفاده شده است. واژه اندمیک برای گونه های انحصاری که در منطقه کوچکی حضور دارند (Gaston & Williams 1996) و واژه نادر برای گونه هایی که تعداد مشاهدات کمی از آن ها داریم (Rabinowitz 1981) استفاده شده است.

پراکنش شبکه ای (Grid-Based Distribution): تعداد مشاهدات، تعداد گونه و تنوع گونه ای با استفاده از نقشه شبکه ای متشکل از مربع هایی با ابعاد ۳۰ کیلومتر مقایسه شد و نتایج براساس داده های هر استان خلاصه شد. از نرم افزار DIVA-GIS (Hijmans *et al*. 2005) برای تبدیل داده های مختصاتی به پروژکسیون لامبرت استفاده شد. از آنجایی که قرار گرفتن یک مشاهده در مرز مشترک مربع های فوق مشکلاتی را در تخصیص آن نقطه به یکی از مربع ها ایجاد می کند، لذا با استفاده از نرم افزار DIVA-GIS از روش مجاورت دایره ای یا Circular Neighbourhood (Bonham-Carter 1994, Cressie 1991) با شعاع ۳۰ کیلومتر استفاده شد. تمام مشاهدات موجود در دایره فوق به مربع مربوطه تخصیص داده شد. بنابراین، یک مشاهده می‌تواند بیش از یک بار استفاده شود. به این ترتیب نقشه شبکه ای هموارتری ایجاد می شود که کمتر مشکل فوق را دارد و از طرفی به تغییرات اندک (خطا ها) در مختصات نقطه حساسیت کمتری دارد. هنگامی که در این مقاله به مربع اشاره می‌شود منظور دایره ای به مساحت ۲۸۲۶ کیلومتر مربع است که مرکز آن با مرکز مربعی به مساحت ۹۰۰ کیلومتر مربع مطابقت دارد.

برای ارزیابی پراکنش گونه ها به روش شبکه ای، تعداد مشاهدات و تعداد گونه برای هر یک از مربع ها محاسبه شد. داده های پراکنش گونه ها ممکن است متاثر از دیدگاه و عملکرد جمع آوری کننده و میزان تلاش های انجام شده برای جمع آوری باشد (Rich & Woodruff 1992, Gaston 1996, Hijmans *et al*. 2000). در چنین شرایطی، تفاوت گونه های مناطق مختلف به جای نشان دادن تفاوت های واقعی پراکنش، نمایانگر مقدار زمان صرف شده برای جمع آوری به وسیله گیاه شناسان است. به همین دلیل برای به دست آوردن

یک رابطه ریاضی مناسب که بتواند تعداد گونه مورد انتظار برای هر مربع را به تناسب تعداد مشاهدات موجود در آن را نشان دهد، نسبت غنای گونه ای به تعداد مشاهدات برای هر یک از مربع ها به صورت نمودار در آمد و رابطه لگاریتمی آن ها مشخص شد.

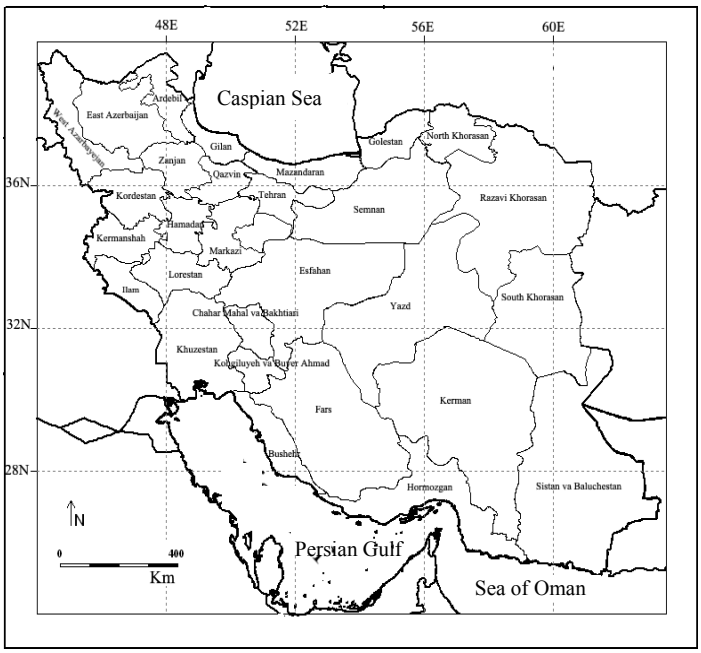
آنالیز مکملی (Complementarity Site Selection): به منظور تحلیل بیشتر پراکنش و اندمیسم گونه ها، کمترین مساحت (تعداد مربع های) لازم برای در بر گرفتن کلیه گونه های گون تعیین شد. این روش تحلیلی در مطالعات مربوط به انتخاب حفاظت بهینه (Optimal Reserve Selection) استفاده می شود (Csuti *et al*. 1997). از الگوریتم تشریح شده به وسیله *ربلو* (Rebelo 1994, Rebelo & Siegfried 1992) که در نرم افزار DIVA-GIS تعبیه شده استفاده شد که حداقل مجموعه مربع های ممکن برای در بر گرفتن حداکثر تعداد گونه ها را مشخص می کند. براساس این الگوریتم، ابتدا مربعی که دارای بیشترین تعداد گونه بود انتخاب گردید و در گام بعدی مربعی را که دارای بیشترین گونه اضافی (additional) یا غیرمشترک با مربع اول بود، انتخاب شد. این گام مرحله به مرحله تا در بر گرفتن کلیه گونه ها انجام شد. در مواردی که چندین مربع به تعداد مساوی گونه برای افزودن به مربع های قبلی داشتند، ترتیب انتخاب آن ها تصادفی بود. به این ترتیب حداقل تعداد مربع های لازم برای شامل شدن همه گونه ها تعیین شد و محل این مربع ها روی نقشه به نمایش درآمد.

توزیع براساس عرض جغرافیایی و ارتفاع: به منظور خلاصه کردن اطلاعات پراکنش گونه ها، تعداد گونه ها براساس عرض جغرافیایی و ارتفاع جدول بندی شد. برای نشان دادن تغییر غنای گونه ای هم زمان با تغییر عرض جغرافیایی، ابتدا نقشه شبکه ای با مربع هایی به ابعاد ۳۰ دقیقه جغرافیایی برای غنای گونه ای ترسیم شد. سپس در طول نصف النهار های ۴۶، ۵۱ و ۵۷ درجه شرقی، تغییرات غنای گونه ای از جنوب به شمال نشان داده شد. برای تعیین ارتفاع مربوط به مکان هریک از مشاهدات گون از نقشه ارتفاعی GTOPO30 با وضوح ۳۰ ثانیه جغرافیایی (هر مربع تقریبا معادل ۰/۸ کیلومتر مربع) استفاده شد (United States Geological Survey 1998). سپس مشاهدات در طبقات ارتفاعی ۲۵۰ متری گروه بندی شد و تعداد گونه های هر طبقه تعیین گردید.

نتیجه

پراکنش گون براساس گونه ها در استان های کشور

جنس *Astragalus* در تمام استان های کشور وجود دارد (جدول ۱)، اما در تمام استان ها (شکل های ۱ و ۲) از فراوانی یکسانی برخوردار نیست. پنج استان تهران، آذربایجان غربی، اصفهان، کردستان و خراسان رضوی در مجموع ۴۰/۴۸ درصد از رکورد های (مشاهدات) بانک اطلاعاتی را به خود اختصاص داده اند. از نظر تعداد رکورد ها، تهران در رتبه اول قرار دارد (۹۸۳ رکورد، ۱۲/۹ درصد از کل رکورد ها) و به دنبال آن به ترتیب استان های آذربایجان غربی، اصفهان، کردستان و خراسان رضوی قرار دارند. از نظر تعداد گونه اصفهان در رتبه اول می باشد (۱۵۴ گونه، حدود ۱۹ درصد از کل گونه ها) و این در حالیست که از این نظر تهران در رتبه پنجم می باشد. از نظر تعداد گونه های نادر (کمتر از ۵ مشاهده) رتبه اول متعلق به استان خراسان رضوی می باشد (۶۹ گونه) و همچنین این استان از نظر تعداد رکورد گونه های نادر نیز در رتبه اول است (۱۲۰ رکورد). از بین ۲۵۲ گونه که فقط یک بار مشاهده شده اند ۲۶ گونه در خراسان رضوی می رویند. بنابراین، استان خراسان رضوی از نظر گونه های تک مشاهده ای نیز مقام اول را دارد. استان های آذربایجان شرقی و غربی و فارس به ترتیب با ۲۰، ۱۷ و ۱۷ گونه در رتبه های بعدی قرار دارند.



شکل ۱- نقشه تقسیمات کشوری ایران.

Fig. 1. Provincial map of Iran.

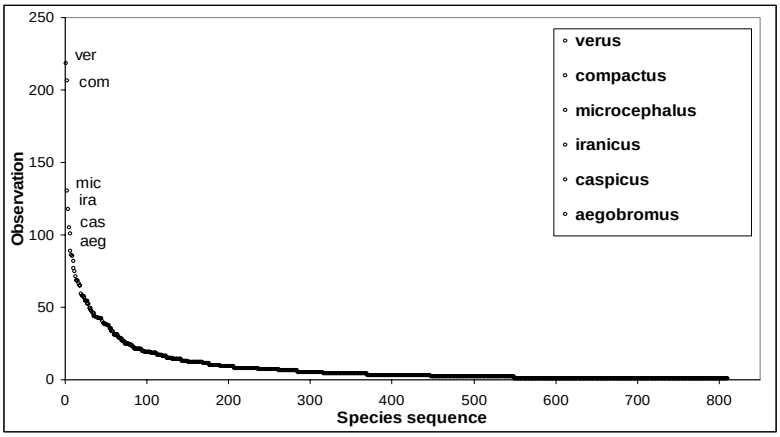
جدول ۱- توزیع گون به تفکیک استان ها. تعداد مشاهدات (obs)، گونـه هـا، گونـه هـای نـادر (obs<5) و نسبت تعداد مشاهدات به تعداد گونه ها

Table 1. *Astragalus* distribution by province. Number of observations (obs), species, rare species (obs≤5), and the ratio of observations to species

Province	*Obs*	*Species*	*Rare Species*	*Obs/Species*
Ardebil	264	95	27	2.78
Bushehr	38	18	5	2.11
Chahar Mahal va Bakhtiari	201	76	18	2.64
East Azerbaijan	365	138	50	2.64
Esfahan	537	154	41	3.49
Fars	345	127	37	2.72
Gilan	121	49	4	2.47
Golestan	113	56	16	2.02
Hamadan	244	96	13	2.54
Hormozgan	136	38	9	3.58
Ilam	9	7	5	1.29
Kerman	203	78	25	2.60
Kermanshah	158	72	19	2.19
Khuzestan	80	27	7	2.96
Kohgiluyeh va Buyer Ahmad	83	51	13	1.63
Kordestan	480	125	32	3.84
Lorestan	180	74	25	2.43
Markazi	284	99	18	2.87
Mazandaran	406	96	19	4.23
North Khorasan	253	68	20	3.72
Qazvin	279	106	21	2.63
Qom	56	36	2	1.56
Razavi Khorasan	473	139	69	3.40
Semnan	246	100	29	2.46
Sistan va Baluchestan	99	35	8	2.83
South Khorasan	47	19	8	2.47
Tehran	983	129	28	7.62
West Azarbayejan	609	149	45	4.09
Yazd	92	50	8	1.84
Zanjan	230	87	21	2.64

توزیع تعداد مشاهدات گونه ها بسیار ناهمگن است (شکل ۲ و جدول ۲). بیشترین تعداد مشاهده مربوط به گونه های *A. verus* (۲۱۸ مشاهده) و *A. compactus* (۲۰۶ مشاهده) می باشد. این دو گونه به تنهایی ۵/۶ درصد از کل مشاهدات را به خود اختصاص داده اند. در رتبه بعدی گونه های *A. microcephalus* (۱۲۸ مشاهده)، *A. iranicus* (۱۱۷ مشاهده)، *A. caspicus* (۱۰۵مشاهده) و *A. Aegobromus* (۱۰۱مشاهده) قرار دارند که در مجموع حدود شش درصد از کل مشاهدات را به خود اختصاص داده اند. ۴۹۵ گونه (۶۱/۰۴ درصد از کل گونه ها) با کمترین تعداد مشاهده (کمتر از پنج مشاهده) به عنوان گونه های نادر معرفی

می باشند که در مقایسه با تعدادشان، حجم کمی از رکورد ها (۱۲/۰۳ درصد از مشاهدات) را شامل می شوند. دویست و پنجاه و دو گونه از گونه های نادر فقط یک بار مشاهده شده اند که تعدادی از آن ها بعد از سه بار کنترل برای مشاهده مجدد، هنوز بعد از نمونه تیپ جمع آوری نشده اند که از آن جمله می توان به گونه های *A. gaubae* Bornm. *A. monozyx* Bornm. *A. koelzii* Barneby *A. erythrolepis* Boiss. *A. parvulus* Bornm. *A. eriobasis* Bornm. *A. kendewanensis* Gilli و *A. kaswinensis* Bornm. اشاره کرد. در فاصله بین دو گروه فراوان و نادر، دو گروه دیگر با تعداد مشاهده متوسط و کم وجود دارند. گروه با مشاهده متوسط شامل ۸۸ گونه (۱۰/۸۵ درصد از کل گونه ها) است که بین ۲۰ تا ۱۰۰ رکورد از هر یک از آن ها وجود دارد (۴۷/۳۸ درصد از مشاهدات). گروه با مشاهده کم نیز شامل ۲۲۲ گونه (۲۷/۳۷ درصد از کل گونه ها) است که ۵ تا ۲۰ رکورد از هر یک از آن ها مشاهده شده است (۲۹/۰۸ درصد از مشاهدات).



شکل ۲- تعداد مشاهدات گون براساس ترتیب گونه ها.

Fig. 2. Number of observations of *Astragalus* by species.

جدول ۲- گروه بندی گون براساس تعداد مشاهدات

Table 2. Grouping of *Astragalus* according to the number of observations

Group of Observation	***No. of Species***	***No. of Observation***	***% age***
Rare (<5)	495	915	61.04
5_10	139	991	17.14
11_20	83	1221	10.23
21_30	30	705	3.70
31_40	19	668	2.34
41_50	16	712	1.97
51_100	23	1519	2.84
101_150	4	451	0.49
>150	2	424	0.25
Total	811	7606	100

مساحت تحت اشغال گون ها

حدود ۳۰ درصد (۲۵۲ گونه) از گون ها فقط یک بار در بانک اطلاعاتی ما مشاهده شده اند که حدود نیمی از آن ها در هشت استان خراسان رضوی، آذربایجان شرقی و غربی، فارس، لرستان، اصفهان، کردستان و تهران قرار گرفته اند. فقط ۲۷ گونه وجود دارد که هر کدام مساحتی بیش از پنج درصد از مساحت کشور را اشغال کرده اند.

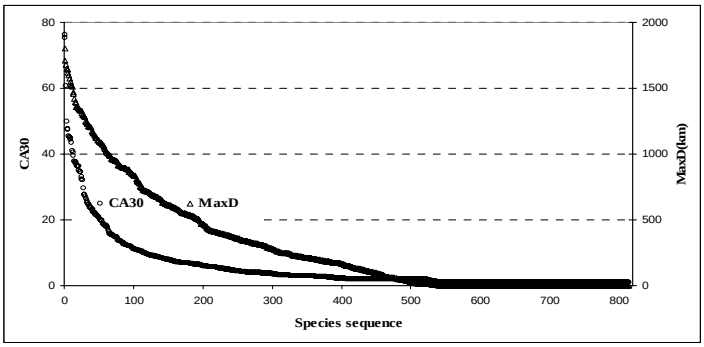
میانگین حداکثر فاصله بین دو مشاهده یک گونه (MaxD) ۳۰۰ کیلومتر می باشد. برای ۳۶ گونه MaxD کمتر از ۱۰۰ کیلومتر و برای ۴۵۱ گونه (۵۵/۴ درصد از کل گونه ها) این مقدار کمتر از ۲۰۰ کیلومتر می باشد (شکل ۳). این در حالیست که برای ۱۲ گونه، MaxD بیش از ۱۸۰۰ کیلومتر می باشد. بیشترین MaxD مربوط به *A. oxyglottis* بود.

میانگین CA_{30} برای کل گونه ها ۵/۶ می باشد. ۲۹۴ گونه دارای CA_{30} کمتر از ۲ بوده (۳۶/۱ درصد) و ۵۷۷ گونه (بیش از ۷۰ درصد) دارای CA_{30} کمتر از ۵ می باشند (شکل ۳)، در حالی که فقط ۱۳ گونه (۱/۶ درصد گونه ها) دارای CA_{30} بیش از ۴۰ هستند. بیشترین CA_{30} مربوط به *A. verus* حدود ۱۳/۱ درصد از مساحت ایران را اشغال کرده است. *A. compactus* نیز در وسعت تقریبا مشابهی حضور دارد (۱۲/۹۴ درصد از مساحت ایران).

جدول ۳- بیست رتبه اول براساس تعداد مشاهدات (Obs)، حداکثر فاصله بین دو مشاهده از یک گونه (MaxD) و مساحت تحت اشغال هر گونه (CA30) به همراه مقادیر مربوطه

Table 3. The first twenty ranks according to number of observation (obs), maximum distance between two observations of one species (MaxD) and surface estimated (CA_{30})

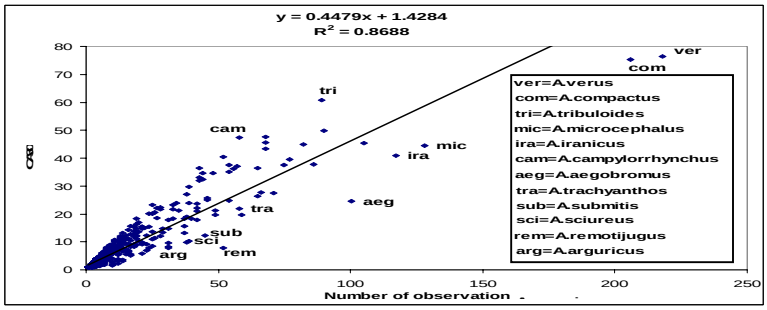
تعداد مشاهدات		حداکثر فاصله بین دو مشاهده		مساحت تحت اشغال	
Species	**Obs**	**Species**	**MaxD (km)**	**Species**	**CA_{30}**
A. verus	218	*A. oxyglottis*	1801	*A. verus*	76.4
A. compactus	206	*A. aureus*	1701	*A. compactus*	75.3
A. microcephalus	128	*A. macropelmatus*	1681	*A. tribuloides*	60.7
A. iranicus	117	*A. tribuloides*	1648	*A. curvirostris*	49.8
A. caspicus	105	*A. longistylus*	1640	*A. effuses*	47.7
A. aegobromus	101	*A. compactus*	1615	*A. campylorrhynchus*	47.5
A. curvirostris	90	*A. crenatus*	1601	*A. rhodosemius*	45.5
A. tribuloides	89	*A. hamosus*	1577	*A. caspicus*	45.3
A. chrysostachys	86	*A. commixtus*	1549	*A. ovinus*	44.9
A. ovinus	82	*A. macrocephalus*	1523	*A. microcephalus*	44.5
A. brachyodontus	77	*A. rhodosemius*	1521	*A. gossypinus*	43.4
A. myriacanthus	75	*A. campylorrhynchus*	1513	*A. iranicus*	40.9
A. glaucacanthus	71	*A. dactylocarpus*	1467	*A. siliquosus*	40.5
A. effusus	68	*A. arpilobus*	1456	*A. brachyodontus*	39.5
A. rhodosemius	68	*A. ophiocarpus*	1422	*A. chrysostachys*	37.9
A. gossypinus	68	*A. myriacanthus*	1393	*A. macropelmatus*	37.6
A. aureus	66	*A. effuses*	1386	*A. myriacanthus*	37.5
A. podolobus	65	*A. bakaliensis*	1356	*A. caragana*	37.1
A. pinetorum	65	*A. camptoceras*	1351	*A. podolobus*	36.4
A. teheranicus	59	*A. siliquosus*	1344	*A. crenatus*	36.4



شکل ۳- حداکثر فاصله بین دو مشاهده از یک گونه (MaxD) و مساحت تحت اشغال هر گونه (CA_{30}) از گون. برای هر مشاهده یک منطقه دایره ای به شعاع ۳۰ کیلومتر اختصاص داده شد. در مناطقی که دایره ها هم پوشانی داشتند ناحیه مشترک فقط یک بار محاسبه شد. هر واحد CA_{30} برابر مساحت یک دایره به شعاع ۳۰ کیلومتر می باشد. توالی گونه ای لزوما برای MaxD و CA_{30} یکسان نیست.

Fig. 3. Maximum distance between two observations of each species (MaxD) and circular area (CA_{30}). A circular area with a 30 km radius was assigned to each observation. Areas where circles of a species overlap were only counted once. The area is expressed relative to the area of one circle. Species sequence is not necessarily the same for MaxD and CA_{30}.

MaxD و CA_{30} هر دو به طور واضحی همراه با افزایش تعداد مشاهدات، افزایش می یابند. به طور میانگین CA_{30} یک گونه ۰/۴۵ برابر تعداد مشاهدات آن می باشد (شکل ۴).



شکل ۴- وسعت پراکنش (CA_{30}) در مقایسه با تعداد مشاهدات گون ها. هر نقطه مربوط به یک گونه است. برای هر مشاهده یک منطقه دایره ای به شعاع ۳۰ کیلومتر اختصاص داده شد. در مناطقی که دایره ها هم پوشانی داشتند ناحیه مشترک فقط یک بار محاسبه شد. هر واحد CA_{30} برابر مساحت یک دایره به شعاع ۳۰ کیلومتر می باشد.

Fig. 4. Circular area (CA_{30}) vs. number of observations of *Astragalus* species. Each dot refers to one species. A circular area with a 30 km radius was assigned to each observation. Areas where circles of a species overlap were only counted once. The area is expressed relative to the area of one circle.

تعدادی از گونه ها نیز با وجود اینکه مشاهدات قابل توجهی دارند، در منطقه بسیار کوچکی به فراوانی دیده می شوند. از این دست به گونه هایی مثل *A. remotijugus*، *A. arguricus*، *A. submitis* و *A. sciureus* می توان اشاره کرد که همگی در منطقه البرز مرکزی مشاهده می شوند.

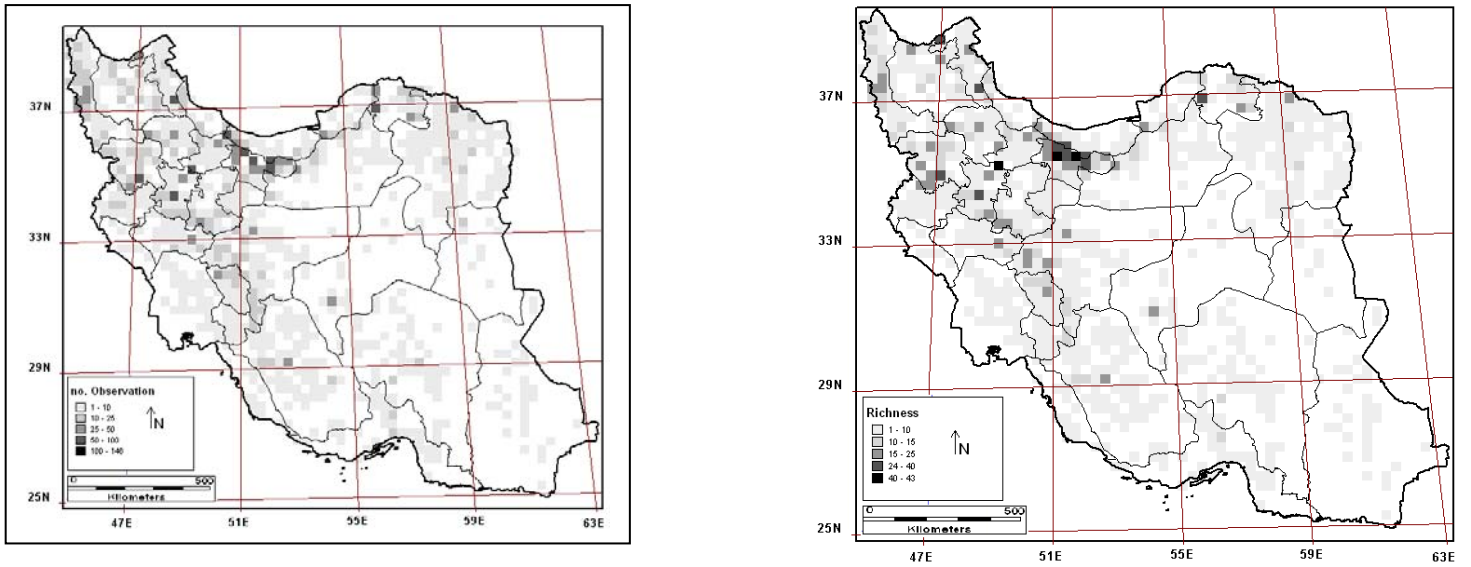
پراکنش شبکه ای (Grid-Based Distribution)

نقشه های شبکه ای (Grid-Based) که تعداد مشاهدات و غنای گونه‌ای را نشان می دهد (شکل ۵)، تصویر بسیار بهتری از آنچه که در پراکنش استانی (جدول ۱) آمده است، ارایه می دهند. غنای گونه‌ای در ایران به طور واضحی ناهمگن است.

مناطقی که تعداد مشاهدات بالایی دارند معمولا از نظر غنای گونه ای نیز وضعیت مناسبی دارند، اما خلاف این موضوع همیشه صادق نیست. به طور مثال، گردنه آوج در مرز استان قزوین و همدان (۴۳ گونه) و ارتفاعات غرب سنندج (۳۷ گونه) از مناطق غنی محسوب می شوند، در حالی که به نسبت غنای گونه ای از مشاهدات بالایی برخوردار نیستند (به ترتیب با ۷۸ و ۶۹ مشاهده).

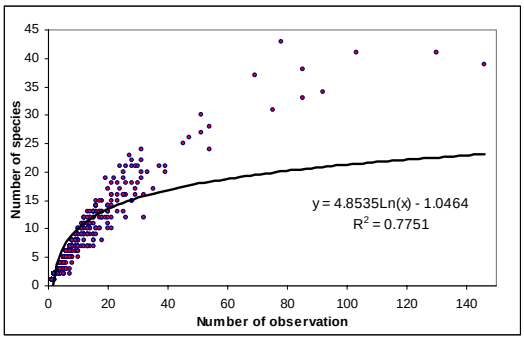
غنای گونه ای منحصرا در نیمه شمالی بویژه در یک چهارم شمال غربی ایران به طور چشمگیری بالا است، به طوری‌که بیش از ۸۰ درصد از مربع های با تعداد گونه بیش از ۱۵ در یک چهارم شمال غربی وجود دارند (شکل ۵). به طور کلی، مناطق اصلی دارای غنای گونه ای بالا عبارتند از: ۱- ارتفاعات البرز مرکزی در شمال ۲- ارتفاعات شمال زاگرس در غرب کشور ۳- ارتفاعات گوشه شمال غربی ایران ۴- ارتفاعات خراسان-کپه داغ در شمال شرقی. اگرچه در خارج از این چهار منطقه نیز به ندرت مناطقی با غنای گونه ای قابل توجه مشاهده می شود. به طور مثال مربعی در کوه های جنوب غربی یزد (شیر کوه) با ۲۰ گونه از این دست می باشد.

مساحت ایران را می توان به ۱۸۱۸ مربع ۳۰×۳۰ کیلومتری تقسیم کرد که در ۷۹۴ عدد از آن ها (۴۳/۷ درصد)، گون مشاهده می‌شود. تعداد مربع هایی که گونه های زیادی دارند، بسیار کم است (شکل ۷). مربع هایی با بیش از ۳۰ گونه فقط در استان های قزوین، تهران، مازندران (در استپ های کوهستانی و مناطق آلپی قسمت های هم مرز با تهران)، کردستان و خراسان شمالی دیده می شود (جدول ۴). در کل ایران فقط ۶/۴ درصد از مربع ها دارای بیش از ۱۵ گونه می باشند، در حالی که ۷۲/۳ درصد از مربع ها فقط یک گونه دارند (شکل ۷).



شکل ۵- غنای گونه ای (راست) و تعداد مشاهدات (چپ) .*Astragalus* spp در هر مربع ۳۰ × ۳۰ کیلومتر. برای محاسبه تعداد مشاهدات هر مربع یک دایره با شعاع ۳۰ کیلومتر و مرکز مطبق با مرکز همان مربع مورد استفاده قرار گرفته است.

Fig. 5. Richness (right) and number of species (left) of *Astragalus* spp. per 30 × 30 km grid cell. A circular neighborhood with a radius of 30 km was used to assign observations to a grid cell.



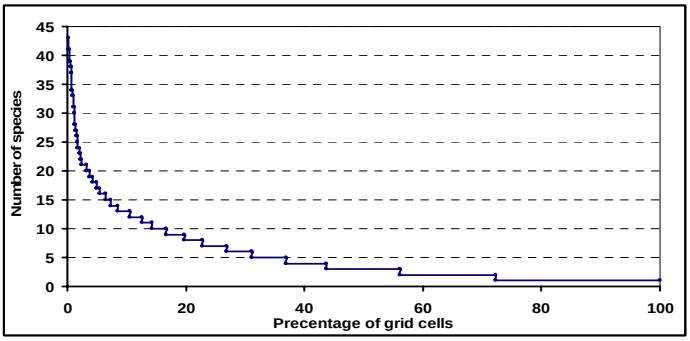
شکل ۶- نسبت غنای گونه ای *Astragalus* به تعداد مشاهدات برای هر یک از مربع ها. ضریب همبستگی= ۰/۹۲، خط رگرسیون :y = 4.8535Ln (x) - 1.0464 و $R^2 = 0.7751$

Fig. 6. Ratio of the number of *Astragalus* species to number of observations for each grid cell. Correlation coefficient = 0.92. Regression line: y = 4.8535Ln (x) - 1.0464, $R^2 = 0.7751$.

جدول ۴- آمار غنای گونه ای استان ها براساس پراکنش شبکه ای

Table 4. Grid-Based species richness statistics according to the provinces

Province	***No. of grid cells with one or more obs.***	***Mean No. of spp. per grid cell***	***Mean No. of obs. per grid cell***	***Highest No. of spp. in one cell***	***Total No. of spp. in one cell with highest No. of spp. (%)***
Ardebil	20	6	8.05	28	29.47
Bushehr	13	2.1	2.53	5	27.78
Chahar Mahall va Bakhtiari	16	6.9	8.7	19	25.00
East Azarbaijan	34	7.2	9.4	26	18.84
Esfahan	57	5.8	7.2	20	12.99
Fars	64	3.7	4.3	24	18.90
Gilan	10	7.1	9.9	14	28.57
Golestan	14	5.4	7.4	22	39.29
Hamadan	21	7.7	10.7	30	31.25
Hormozgan	31	2.8	3.6	12	31.58
Ilam	6	1	1	1	14.29
Kerman	49	2.9	3.4	13	16.67
Kermanshah	23	4.3	5.7	16	22.22
Khuzestan	29	1.9	2	5	18.52
Kohgiluyeh va Buyer Ahmad	11	3.9	4.1	12	23.53
Kordestan	26	9.2	12.3	37	29.60
Lorestan	23	4.5	5.2	21	28.38
Markazi	23	7.3	8.9	22	22.22
Mazandaran	18	10.3	23	39	40.63
North Khorasan	*15*	*9.1*	*15.1*	*33*	*48.53*
Qazvin	15	9.1	13.1	43	40.57
Qom	11	5.1	5.3	13	36.11
Razavi Khorasan	91	3.5	4.1	18	12.95
Semnan	39	3.9	4.6	14	14.00
Sistan va Baluchestan	31	1.8	2.1	7	20.00
South Khorasan	10	2.4	4.1	7	36.84
Tehran	18	19.4	40	41	31.78
West Azarbaijan	39	7.8	11.4	25	16.78
Yazd	20	2.4	3.4	20	40.00
Zanjan	17	7.7	10.5	21	24.14



شکل ۷- توزیع فراوانی تعداد گونه های *Astragalus* spp. در هر مربع ۳۰ × ۳۰ کیلومتر. برای محاسبه تعداد مشاهدات هر مربع یک دایره با شعاع ۳۰ کیلومتر و مرکز مطبق با مرکز همان مربع مورد استفاده قرار گرفته است.

Fig. 7. Frequency distribution of the number of *Astragalus* species per 30 × 30 km grid cell. A circular neighborhood with a radius of 30 km was used to assign observations to a grid cell.

بالاترین تعداد گونه در یک مربع ۴۳ می‌باشد که در منطقه آوج در مرز بین استان های قزوین و همدان قرار دارد. دو مربع نیز با ۴۱ گونه وجود دارد که در ارتفاعات شمال غربی و شمال شرقی تهران قرار دارند. اطراف این دو مربع را مربع های دیگری با غنای گونه ای بالا (۲۷-۳۹ گونه) احاطه کرده اند. مربع دیگری در کوه های جنوب سنندج با ۳۷ گونه وجود دارد. منطقه غنی دیگری (با ۳۳ گونه) در جنوب پارک ملی گلستان (خارج از محدوده پارک) وجود دارد که از نظر غنای گونه ای از مناطق اطراف خود بسیار بالاتر است و حدود ۴۹ درصد از کل گونه های استان خراسان شمالی را در خود جای داده است. منطقه غنی بعدی کوه الوند در همدان با ۳۰ گونه می باشد. در اطراف کوه آق داغ در حد فاصل بین خلخال و ماسوله در استان اردبیل نیز مربعی با غنای گونه ای بالا (۲۸ گونه) مشاهده می‌شود. منطقه ای نیز در شمال اهر واقع در مرز ایران و آذربایجان وجود دارد که غنای گونه‌ای قابل توجهی دارد (۲۶ گونه). در غرب شهر ارومیه در مرز ایران و ترکیه نیز مربعی با ۲۵ گونه گونه دیده می‌شود. و بالاخره در جنوب شهر شیراز نیز مربعی با ۲۴ گونه وجود دارد.

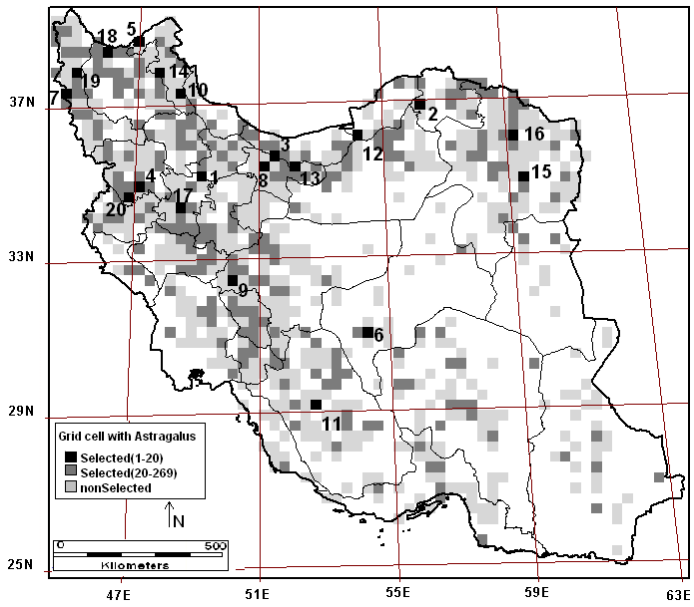
نکته قابل توجه اینکه، استان اصفهان با وجود اینکه در بین استان های کشور با ۱۵۴ گونه رتبه اول را دارد، اما فقط چهار مربع نسبتا غنی با تعداد گونه ۱۶ تا ۲۰ در آن دیده می‌شود. در مقایسه به طور مثال استان تهران با ۱۲۹ گونه در رتبه پنجم قرار دارد اما نزدیک به نیمی از مساحت آن با مربع های بسیار غنی (۲۷-۳۹ گونه) پوشیده شده است. غنی ترین مربع استان اصفهان فقط ۱۳ درصد از کل گونه های این استان را در خود جای داده است، که

این می تواند نشانگر وجود گونه های اندمیک بیشتر در این استان باشد. در مقابل غنی ترین مربع استان تهران شامل حدود ۳۲ درصد از کل گونه های این استان است (جدول ۴).

آنالیز مکملی (Complementarity Site Selection)

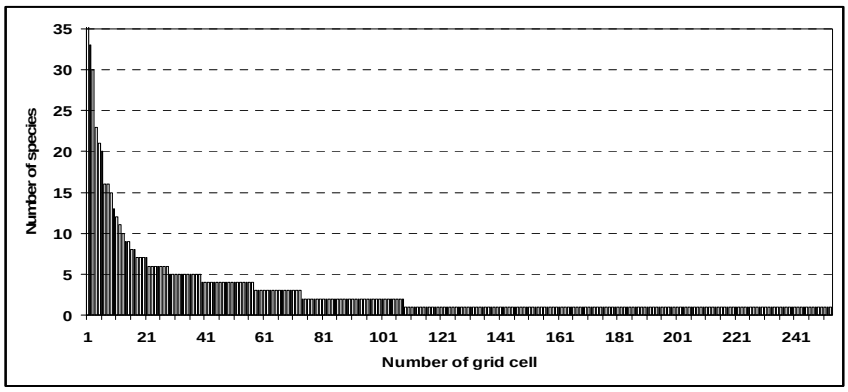
اگرچه ۳۳ مربع برای در بر گرفتن حدود ۵۰ درصد از کل گونه های گون ایران کافی است، اما حداقل تعداد مربع لازم برای اینکه حداقل یک بار همه گونه ها را در بر گیرند، ۲۶۹ مربع (از بین ۷۹۴ مربع) می باشد (شکل های ۸ و ۹). ۱۴۵ مربع از ۲۶۹ مربع هر کدام فقط با یک گونه اضافی مشارکت می کنند (شکل ۹). این به این معنی است که ۱۰۸ مربع برای در بر گرفتن حدود ۸۱ درصد از کل گونه ها کافی است. موقعیت بیست مربع اول که از طریق الگوریتم *ربلو* (Rebelo 1994, Rebelo & Siegfried 1992) به دست آمده است و حدود ۴۱ درصد از کل گونه ها را شامل می شود، از الگویی پیروی می کند که فقط تا حدودی می توان آن را از شکل ۶ (نقشه غنای گونه ای) استنباط کرد. وضعیت اخیر بعضی از مربع ها بسیار جالب توجه است. به طور مثال ۳۵ مربع از ۲۶۹ مربع مورد اشاره دارای گونه های منحصر به فردی هستند که در هیچ یک از ۲۶۹ مربع دیگر تکرار نشده اند. اگرچه ۲۵ مورد از آن ها هر کدام فقط یک گونه دارند. از جمله مهمترین آن ها مربع واقع شده در جنوب پارک ملی گلستان (۳۳ گونه) و جنوب غربی یزد (۲۰ گونه) می باشند که تمام گونه های موجود در آن ها منحصر به فرد هستند. از طرف دیگر، بسیاری از مربع های بسیار غنی در نقشه غنای گونه ای جزو مربع های انتخاب شده در شکل ۸ قرار نگرفته اند که نشان می دهد این مناطق اغلب دارای گونه های تکراری هستند. به عنوان مثال مربعی که در شمال شرقی شهر تهران با ۴۱ گونه از نظر غنای گونه ای در رتبه دوم قرار داشت، فقط چهار گونه غیر تکراری دارد، در صورتی که در مقایسه با آن تمام ۳۳ گونه مربع جنوب پارک ملی گلستان غیر تکراری هستند.

گاهی چندین مربع از مربع های انتخاب شده (۲۰ مربع اول) در نزدیکی هم دیده می‌شوند. این موضوع نشان دهنده این واقعیت است که در این مناطق در مقیاسی بزرگتر برآیند غنای گونه ای، عدد بزرگتری را نشان خواهد داد. از این دست می توان به مناطق شمالی استان تهران و جنوب استان کردستان اشاره کرد.



شکل ۸- موقعیت ۲۶۹ مربع انتخاب شده به وسیله الگوریتم ربلو، برای در بر گرفتن همه گونه ها. بیست مربع اول با شماره مشخص شده اند.

Fig. 8. The location of the first 20 grid cells selected and locations of the other 269 grid cells needed to include each *Astragalus* species at least once.

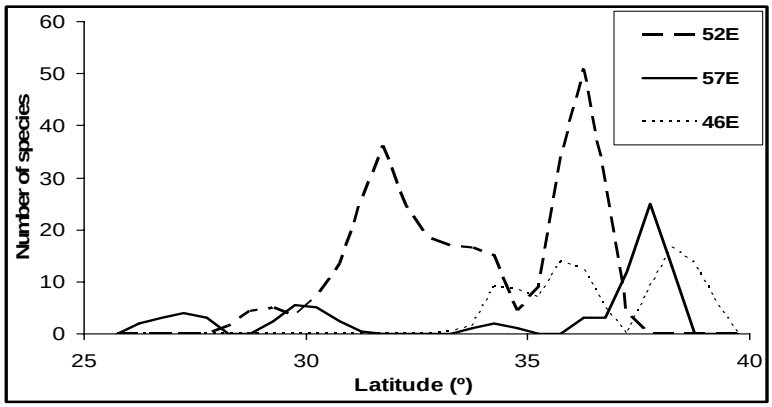


شکل ۹- تعداد گونه های اضافی هر مربع در هنگام انتخاب مربع ها برای در بر گرفتن همه گونه ها در حداقل مربع های ممکن. بیست جایگاه اول متناظر با مربع های شماره گذاری شده در شکل ۸ نشان داده شده است.

Fig. 9. Number of additional species included per grid cell, when selecting grid cells with the objective to select all species in as few grid cells as possible. The first 20 sites correspond to the numbered grid cells in figure 7.

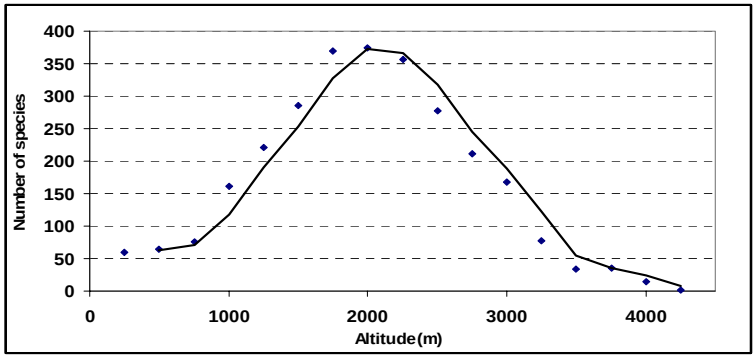
توزیع براساس عرض جغرافیایی و ارتفاع

برای ارزیابی توزیع گون براساس عرض جغرافیایی، تعداد گونه ها برای مربع هایی با ابعاد ۳۰ دقیقه محاسبه شد. بیشترین تعداد گونه ها برای هر نیم درجه عرض جغرافیایی (بیش از ۴۰ گونه)، در بین عرض های ۳۲ تا ۳۶ درجه شمالی حضور دارند. بررسی هم زمان تغییرات غنای گونه ای در امتداد نصف النهار های ۴۶، ۵۱ و ۵۷ درجه طول شرقی (شکل ۱۰) نشان می دهد که به طور میانگین غنی ترین مناطق بین عرض های جغرافیایی ۳۰ و ۳۸ درجه شمالی واقع شده اند.



شکل ۱۰- توزیع غنای گونه ای گون براساس عرض جغرافیایی. هر یک از خطوط تغییرات غنای گونه ای را در امتداد یکی از نصف النهار های ۴۶، ۵۱ و ۵۷ درجه شرقی نشان می دهد.

Fig. 10. *Astragalus* species richness by latitude. Lines represent the changes of species richness along 46E, 51E, 57E meridians.



شکل ۱۱- توزیع ارتفاعی گون ها. هر نقطه نشان دهنده تعداد گونه های مشاهده شده در یک محدوده ارتفاعی ۲۵۰ متری می باشد.

Fig. 11. *Astragalus* species richness by altitude. Each dot represents the number of species observed in an area covering 250 m of difference in altitude.

گون به طور وسیعی در مناطق کوهستانی (مقایسه شکل های ۵ و ۱۰)، بویژه در ارتفاع ۱۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متری حضور دارد (شکل ۱۱)، به طوری که ۸۷ درصد از مشاهدات در این محدوده ارتفاعی قرار دارند. مشاهدات بیش از ۳۰۰۰ و کمتر از ۱۰۰۰ متر به ترتیب ۳/۵ و ۹/۶ درصد می باشند.

بحث

جنس *Astragalus* در تمام استان های کشور از فراوانی یکسانی برخوردار نیست. نسبت بین تعداد مشاهدات و تعداد گونه ها در استان های مختلف بسیار متفاوت است. این نسبت در استان تهران نسبت به سایر استان ها بسیار بیشتر است که نشان می دهد جمع آوری ها در این استان نسبت به غنای گونه ای بسیار بیشتر از سایر استان ها بوده است. این مطلب در مورد استان های خراسان شمالی و مازندران نیز صادق است. این دو استان بر خلاف تهران دارای غنای گونه ای متوسط هستند. نکته جالب این است که این نسبت در استان هایی مثل هرمزگان، خوزستان و سیستان و بلوچستان، که از نظر غنای گونه ای فقیر هستند، به نسبت بالا است. این مطلب نشانگر آن است که این استان ها به لحاظ خصوصیات اکولوژیک برای گون چندان مناسب نیستند و انتظار نمی رود که با جمع آوری های بیشتر تغییر قابل ملاحظه ای در تعداد گونه های آن ها به وجود آید. نسبت مذکور در بسیاری از استان های کشور پایین است. بعضی از این استان ها (مانند ایلام و قم) از غنای گونه ای پایینی برخوردارند، در حالی که تعدادی از آن ها (مانند سمنان، آذربایجان شرقی و قزوین) از استان های غنی به شمار می آیند. با توجه به اینکه به طور کلی با افزایش جمع آوری ها در هر منطقه جغرافیایی، تعداد گونه های آن منطقه نیز رو به افزایش می گذارد، در استان هایی که نسبت تعداد مشاهده به تعداد گونه پایین است، احتمال زیادی وجود دارد که با جمع آوری های بیشتر، گونه های بیشتری پیدا شوند.

از نتایج به دست آمده دراین مطالعه و مقایسه آن با کار های مشابه (Akhani 1998) می توان برای طبقه‌بندی گون ها از نظر میزان تهدید استفاده کرد. اما به نظر می‌رسد روش مورد استفاده در این کار برای تهیه بانک اطلاعاتی، در حال حاضر کفایت لازم برای این نوع تحلیل را ندارد. با این حال گونه های با بیش از ۱۰۰ و کمتر از پنج مشاهده را به یقین می توان به ترتیب به عنوان گونه های فراون و نادر معرفی کرد. اگرچه تعدادی از گونه ها بعد از سه بار کنترل برای مشاهده مجدد، هنوز بعد از نمونه تیپ جمع آوری نشده اند با این وجود نمی توان آن ها را گونه های منقرض شده معرفی کرد. پیشنهاد می شود جمع آوری آینده برای جنس گون در ایران روی مناطقی متمرکز شود که از گونه های نادر بیشتری برخوردار است.

اغلب گونه ها در منطقه بسیار محدودی پراکنش دارند که بسیاری از آن ها اندمیک محلی (local endemic) می باشند. تعداد گونه هایی که پراکندگی وسیعی در کشور دارند بسیار محدود است. بررسی هم زمان چند متغیر مربوط به پراکنش گونه ها بسیار مفید است. به طور مثال گونه *A. microcephalus* از نظر تعداد مشاهده (Obs) رتبه سوم (جدول ۳)، از نظر مساحت تحت اشغال (CA_{30}) رتبه دهم و از نظر حداکثر فاصله بین دو مشاهده (MaxD) رتبه شصتم را به خود اختصاص داده است. بررسی این اطلاعات نشان می دهد این گونه سطح نسبتا محدودی را به طور وسیعی اشغال کرده است. در عمل نیز این گونه فقط در شمال غربی ایران حضور دارد اما به طور وسیع و متراکمی در همه جای این منطقه حضور دارد. البته باید در نظر داشت که این گونه به سمت ترکیه و از آن طریق تا اروپا نیز گسترش دارد. در این مورد اگر فقط از معیار تعداد مشاهده استفاده کنیم تصور نادرستی از پراکنش این گونه ایجاد می کند. این وضعیت در مورد *A. caspicus* و چند گونه دیگر نیز صادق است. گونه *A. aegobromus* که براساس MaxD تقریبا پراکنش مشابهی با *A. microcephalus* دارد، از نظر CA_{30} در رتبه ۳۶ قرار دارد. این موضوع نشان می دهد که اکثرمشاهدات آن مربوط به منطقه کوچکی بوده و چند نقطه محدود در فاصله نسبتا دورتر نیز دارد. گرچه به نظر می رسد بالا بودن MaxD برای *A. oxyglottis* ناشی از پتانسیل رویشی وسیع این گونه در محدوده ارتفاعی گسترده می باشد، اما اظهار نظر دقیق درباره الگوی پراکنش این گونه و سایر گونه ها و دلایل اقلیمی و زمین شناسی آن نیازمند مدل سازی کنام اکولوژیک آن ها است.

گرچه MaxD و CA_{30} هر دو به طور واضحی همراه با افزایش تعداد مشاهدات، افزایش می یابند، اما از این نظر تفاوت هایی بین گونه ها وجود دارد. به طور مثال *A. compactus* و *A. tribuloides* با وجود اینکه از نظر وسعت پراکنش (CA_{30}) تقریبا مشابه اند اما *A. compactus* در حدود ۲/۳ برابر بیشتر مشاهده شده است. این مسئله نشان می‌دهد که *A. compactus* در مقایسه بسیار فراوان تر است. *A. tribuloides* از نظر وسعت پراکنش در رتبه سوم و از نظر تعداد مشاهده در جایگاه هشتم قرار دارد، در حالی که *A. compactus* از هر دو نظر در رتبه دوم است که نشان دهنده فراوانی کمتر *A.tribuloides* در منطقه پراکندگی خود می باشد. مثال دیگر اینکه *A. trachyanthos* و *A. campylorrhynchus*، با تعداد مشاهدات یکسان، از نظر CA_{30} بسیار متفاوت اند. وسعت پراکنش گونه دوم بیش از دو برابر گونه اول می باشد.

نگاهی اجمالی به پراکنش گون در حد بخش نشان می‌دهد که بعضی از بخش ها مانند Trachycercis، Stereothrix و Grammocalyx وابستگی نسبتا زیادی به مناطق مرتفع دارند، در حالی که بخش هایی مانند Annulares، Bucerates و Leucocercis در ارتفاع پایین تری می رویند. در خاک های شور بیشتر گون های یکساله حضور دارند. از گون های علفی

چند ساله بخش Eremophysa و تعدادی از گونه های بخش Ammodendron و نیز تعدادی از گونه های بخش Leucocercis حضور نسبتا خوبی را از خود نشان می دهند. بعضی از بخش ها مانند Acanthophace و Brachylobium اندمیک ایران هستند، در حالی که بخش هایی مانند Hymenostegis با پراکنش وسیع در ایران به سمت غرب گسترش یافته اند. تحلیل کامل پراکنش گون در حد بخش نیازمند یک مطالعه مستقل می باشد.

تعداد گونه ها و تعداد مشاهدات دارای الگوی مشابهی است. از طرف دیگر تعداد گونه ها و تعداد مشاهدات دارای همبستگی مثبت بالایی در نقشه شبکه ای می باشند (شکل ۶). به طور میانگین در هر یک از مربع ها ۱/۲ مشاهده به ازای هر گونه وجود دارد. انحرافات مهم از این میانگین مربوط به بخش هایی از البرز مرکزی در حوالی تهران می باشد. همان طوری که قبلا اشاره شد، جمع آوری های انجام شده در این مناطق، به دلیل نزدیکی به پایتخت کشور، در مقایسه با تعداد گونه های آن بسیار زیاد بوده است. این منطقه غنای گونه ای نسبتا بالایی هم دارد. یک منطقه نیز در خراسان جنوبی وجود دارد که از میانگین فوق انحراف زیادی دارد، اما برخلاف مناطق اطراف تهران از نظر غنای گونه ای بسیار فقیر است (۷ مشاهده و ۲ گونه). به طور کلی، مناطق اصلی دارای غنای گونه ای بالا در مناطق مرتفع بویژه در محدوده نیمه آلپی قرار دارند. ارتفاع بهینه برای رویش گون ها، ارتفاع ۱۲۵۰ تا ۲۵۰۰ متری است که حدود ۶۸ درصد از مشاهدات در این محدوده ارتفاعی قرار دارند. گونه های کم ارتفاع مربوط به استان های ساحلی بویژه استان خوزستان می باشد که بیشتر شامل گونه های علفی هستند.

آنالیز مکملی مورد استفاده در این مطالعه روش بسیار مناسبی برای برنامه های حفاظتی است و با استفاده از آن بیست منطقه دارای اولویت حفاظتی مشخص گردید، اما این روش در مقیاس کوچک تر از کارایی بهتری دارد. بررسی جامع درباره رابطه مناطق مذکور با نقشه پراکنش مناطق چهارگانه تحت حفاظت در آینده بسیار مفید خواهد بود.

در ارزیابی توزیع گون براساس عرض جغرافیایی، شیب تغییرات غنای گونه ای براساس عرض جغرافیایی در قسمت های مختلف کشور از الگوی مشترک و ثابتی پیروی نمی کند و به نظر می رسد در محدوده مرزهای ایران این تغییرات بیشتر تابع تغییرات ارتفاع است تا تغییرات عرض جغرافیایی. برای ترسیم تصویر دقیقی در این ارتباط به داده های مربوط به پراکنش گون در کشور های همسایه نیازمندیم.

منابع

جهت ملاحظه منابع به متن انگلیسی مراجعه شود.

نشانی نگارندگان: محمد محمودی، دکتر علی اصغر معصومی و بهنام حمزه ای، بخش گیاه شناسی، موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع، تهران، ایران.

GEOGRAPHIC DISTRIBUTION OF *ASTRAGALUS* (FABACEAE) IN IRAN

M. MAHMOODI, A.A. MAASSOUMI* and B. HAMZEH'EE
Research Institute of Forests & Rangelands

Received: 04.11.2008 Accepted: 22.06.2009

The geographic distribution of *Astragalus* (Fabaceae) in Iran was analyzed using a database of 7606 georeferenced observations. *Astragalus* occurs in all provinces of Iran, but 88% of the observations are in five provinces including Tehran, West-Azerbaijan, Esfahan, Kordestan, and Khorasan-e Razavi. Most species are rare and narrowly endemic: The largest distance between two observations of the same species for 451 species is <200 km. The highest number of species (154 species) was known from Esfahan Province, followed by East-Azerbaijan with 149 species. A grid of 30 × 30 km cells were used to map the species richness. There are 794 cells with observation on grid map. To include all species of *Astragalus*, 269 selected cells are enough. High species richness occurs only in northern half of country especially in north-west of the Iran. Regions with high richness include Central-Alborz Mountain in north, North-Zagros Mountain in west, Mountain of north-west corner of Iran, and Khorasan-Kopet Dagh Mountain in North-East. The highest number of species in a grid cell (43 species) occurs in Avaj between Qazvin and Hamedan. *Astragalus* species occur between 30° N and 38° N. *Astragalus* species widely distributed in mountainous regions especially between 1000 and 3000 m altitude.

---

* Corresponding author (E-mail: maassoumi@rifr-ac.ir)

Key words: Fabaceae, Geographic Information Systems (GIS), Species richness, Grid distribution map, Ecology, Iran

Figures and tables are given in the Persian text.

References

AKHANI, H. 1998. Plant biodiversity of Golestan National Park, Iran. Stapfia. 53: 1-411.

BARNEBY, R. 1964. Atlas of North American *Astragalus* part I, II. Memoirs of the New York Botanical Garden, 1188 pp., New York.

BONHAM-CARTER, G. 1994. Geographic information systems for geoscientists. modeling with GIS. Computer Methods in the Geosciences vol.13. Pergamon-Elsevier, 398 pp., London.

BUNGE, A. 1868. Generis Astragali species gerontogeae. Pars prior calve diagnosticae. Mém. Acad. Imp. Sci. Saint Petersbourg. 11: 1-160.

CRESSIE, N.A.C. 1991. Statistics for spatial data. John Wiley & Sons, 920 pp., New York.

CSUTI, B., POLASKY, S., WILLIAMS, P.H., PRESSEY, R.L., CAMM, J.D., KERSHAW, M., KIESTER, A.R., DOWNS, B., HAMILTON, R., HURST, M. and SHAHR, K. 1997. A comparison of reserve selection algorithms using data on terrestrial vertebrates in Oregon. Biol. Conserv. 80: 83-83.

DAVIS, A.M. 1982. Nitrogen production by selected *Astragalus* species. Agron. J. 74: 454-456.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE. 1999. ArcView-GIS 3.1. Environmental Systems Research Institute, Redlands, California.

GASTON, K.J. 1996. Species richness: measure and measurement. pp. 77-113. *In*: K.J. Gaston (ed.). Biodiversity, a biology of numbers and difference, Blackwell Science. London.

GASTON, K.J. and WILLIAMS, P.H. 1996. Spatial patterns in taxonomic diversity. pp. 202–229. *In*: K.J. Gaston (ed.). Biodiversity, a biology of numbers and difference, Blackwell Science. London.

HIJMANS, R.J., GUARINO, L., BUSSINK, C., MATHUR, P., CRUZ, M., BARRANTES, I. and ROJAS, E. 2005. DIVA-GIS, Version 5. A geographic information system for the analysis of biodiversity data. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Lima.

HIJMANS, R.J. and SPOONER, D.M. 2001. Geographic distribution of wild potato species. Amer. J. Bot. 88: 2101-2112.

HIJMANS, R.J., GARRETT, K.A., HUAMAN, Z., ZHANG, D.P., SCHREUDER, M. and BONIERBALE, M. 2000. Assessing the geographic representativeness of genebank collections: the case of Bolivian wild potatoes. Conserv. Biol. 14: 1755-1755.

HIJMANS, R.J., SCHREUDER, M.De, La CRUZ, J. and GUARINO, L. 1999. Using GIS to check co-ordinates of germplasm accessions. Genet. Resour. Crop. Evol. 46: 291-291.

LOCK, J.M. and SIMPSON, K. 1991. Legumes of West Asia: A check-list. Royal Botanic Gardens, Kew 619 pp., London.

MAASSOUMI, A.A. 1986. *Astragalus* L. Vol. 1. Annuals. Research Institute of Forests and Rangelands, 106 pp., Tehran (in persian).

MAASSOUMI, A.A. 1989. The genus *Astragalus* in Iran Vol. 2. Perennials. Research Institute of Forests & Rangelands, 386 pp., Tehran (in Persian with English summary).

MAASSOUMI, A.A. 1993. Geographical study of the genus *Astragalus* in Iran. Iran. Journ. Bot. 6(1): 1-136.

MAASSOUMI, A.A. 1995. The genus *Astragalus* in Iran Vol. 3. Perennials. Research Institute of Forests & Rangelands, 502 pp., Tehran (in Persian with English summary).

MAASSOUMI, A.A. 1998. *Astragalus* in the Old World: Check list. Research Institute of Forests & Rangelands, 617 pp., Tehran.

MAASSOUMI, A.A. 2000. The genus *Astragalus* in Iran Vol. 4. Perennials. Research Institute of Forests & Rangelands, 440 pp., Tehran (in Persian with English summary).

MAASSOUMI, A.A. 2003 *Astragalus* I. *In*: M. Assadi, A.A. Maassoumi, Z. Jamzad, P. Babakhanlou & B. Zehzad (eds). Flora of Iran, No. 43. Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran (in Persian).

MAASSOUMI, A.A. 2005. The genus *Astragalus* in Iran Vol. 5. Perennials. Research Institute of Forests & Rangelands, 804 pp., Tehran (in Persian with English summary).

MICRISOFT CORPORATION. 1997. Micrisoft Encarta 97 World Atlas. CD-ROM

PODLECH D., ZARRE, Sh. and MAASSOUMI, A.A. 2001. Papilionaceae IV: *Astragalus* II. *In*: K.H. Rechinger (ed.). Flora Iranica, No. 175, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz.

PODLECH, D. 1986. Taxonomic and phytogeographic problems in *Astragalus* L. Mitt. Bot. Staatsamml. 18: 359-378.

PODLECH, D. 2008. Thesaurus Astragalorum. Index of all taxa described within the genus *Astragalus*. Available at: http://www.botanik.biologie.uni-muenchen.de/botsyst/podlech/thesaurus.pdf.

PODLECH, D. 1999. Papilionaceae III: *Astragalus* I. *In*: K.H. Rechinger (ed.). Flora Iranica, No. 174. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Graz.

RABINOWITZ, D. 1981. Seven forms of rarity. pp. 205-217. *In*: H. Syne (ed.). The biological aspects of rare plant conservation, John Wiley & Sons. New York.

REBELO, A.G. 1994. Iterative selection procedures: centers of endemism and optimal placement of reserves. Strelitzia 1: 231-231.

REBELO, A.G. and SIEGFRIED, W.R. 1992. Where should nature reserves be located in the Cape Floristic Region, South Africa? Models for the spatial configuration of a reserve network aimed at maximizing the protection of diversity. Conserv. Biol. 6: 243-243.

RICH, T.C.G. and WOODRUFF, E.R. 1992. Recording bias in botanical surveys. Watsonia 19: 73-73.

SPELLENBERG, R. 1976. Chromosome numbers and their cytotaxonomic significance for North-American *Astragalus* (Fabaceae). Taxon 25: 463-476.

SPOONER, D.M. and HIJMANS, R.J. 2001. Potato systematics and germplasm collecting, 1989–2000. Am. J. Potato. Res. 78: 237-268.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. 1998. Database available at: http://edcwww.cr.usgs.gov //landdaac/gtopo30/gtopo30.html.

WOJCIECHOWSKI, M.F., SANDERSON, B.G. and HU, J.M. 1999. Evidence on the monophyly of *Astragalus* (Fabaceae) and its major subgroups based on nuclear ribosomal DNA ITS and chloroplast DNA trnL intron data. Syst. Bot. 24: 409-437.

YAKOVLEV, G.P., SYTIN, A.K. and ROSKOV, Y.R. 1996. Legumes of Northern Eurasia: A check-list. Royal Botanic Gardens, Kew 724 pp., London.

ZARRE, Sh., MAASSOUMI, A.A. and PODLECH, D. 2008. Papilionaceae V: *Astragalus* III. *In*: K.H. Rechinger (ed.). Flora Iranica, No. 177, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt. Graz.

Addresses of the authors: M. MAHMOODI, Dr. A.A. MAASSOUMI and B. HAMZEHEE, Research Institute of Forests & Rangelands, Tehran, Iran.