

الگوهای انتشار گون در دنیای قدیم بر پایه چند بخش منتخب

دریافت: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶ / پذیرش: ۱۳۹۱/۳/۲۱

محمد محمودی✉: محقق بخش گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران (mahmoodi@rifr-ac.ir)

علی اصغر معصومی: استاد پژوهش بخش گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

عادل جلیلی: استاد پژوهش بخش گیاه‌شناسی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

چکیده

پراکنش جغرافیایی گون با استفاده از داده‌های بانک اطلاعاتی گون (باگ) که شامل ۱۲۳۷۷ مشاهده می‌باشد، مورد تحلیل قرار گرفت. در دنیای قدیم حدود ۲۹۰۰ گونه یوپلوئید متعلق به ۱۶۶ بخش (section) مجزا وجود دارد. در این مطالعه در سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) نقشه پراکنش تعدادی از مهم‌ترین بخش‌های گون در دنیای قدیم و نقشه غنای گونه‌ای به صورت شبکه‌ای از مربع‌های ۵۰ × ۵۰ کیلومتر برای کل منطقه مورد مطالعه ارائه شده است. جنوب غربی آسیا با داشتن بیش از نیمی از کل گونه‌ها و حدود ۱۰۰۰ گونه اندمیک مهم‌ترین منطقه می‌باشد. مناطق و کشورهای مختلف حوزه انتشار گون از نظر غنای گونه‌ای و اندمیسم مقایسه و دو مرکز اصلی تنوع و اندمیسم معرفی شده‌اند. مرکز اول، شمال غربی ایران و نواحی اطراف آن و مرکز دوم، جنوب و غرب ارتفاعات پامیر-آلای در مرز افغانستان و تاجیکستان می‌باشد. بررسی‌ها هشت الگوی انتشار را برای گون در دنیای قدیم نشان داد. با مقایسه هم‌زمان غنای گونه‌ای و وسعت پراکنش، بخش‌های کوچک گسترده و بخش‌های بزرگ محدود تفکیک و معرفی شده‌اند. مطالعه تغییرات غنای گونه‌ای به موازات تغییر ارتفاع نشان داد که گون در ارتفاع حدود ۲۲۵۰-۱۵۰۰ متری به بهینه اکولوژیک خود می‌رسد. در پایان، براساس مختصات جغرافیایی مشاهدات موجود و با استفاده از نه متغیر زیست اقلیمی، مدل‌سازی‌های اکولوژیک انجام و با به کارگیری مدل BIOCLIM نقشه پیش‌بینی پتانسیل انتشار گون برای کل دنیای قدیم ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: اندمیسم، دنیای قدیم، سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS)، غنای گونه‌ای، مدل‌سازی‌اشیان اکولوژیک، مرکز تنوع

Distribution patterns of *Astragalus* in the old world based on some selected sections

Received: 05.02.2012 / Accepted: 10.06.2012

M. Mahmoodi✉: Researcher, Department of Botany, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran

(mahmoodi@rifr-ac.ir)

A.A. Maassoumi: Prof., Department of Botany, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran

A. Jalili: Prof., Department of Botany, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, Iran

Summary

The geographic distribution of *Astragalus* L. (*Fabaceae*) was analyzed using a database of 12377 geo-referenced observations. In the old world (including Asia, Africa and Europe) there are ca. 2900 euploid species classified in 166 distinct sections. In this study using geographic information system (GIS) by means of DIVA-GIS (ver. 4) distribution map of some more important sections in the old world was illustrated. A grid of 50 × 50 km cells were used to map the biodiversity and species richness. These maps showed west Asia with over half of all species and ca. 1000 endemics is most significant region. Our studies demonstrated biodiversity centers of *Astragalus* chiefly located in Iran and Afghanistan. Complementarily analysis for determining conservation management priorities according to mathematical models (Rebello Algorithm) has been done and locations were illustrated on map. Rare species were specified based on extent of distribution area, number of observations and maximum distance between observations of each species. Also, variations of species richness along with increasing of altitude indicated that ecological optimum for *Astragalus* is ca. 2000 m. In conclusion based on our present-only data and "Ecological Niche Modeling", predictive distribution map for the entire old world using BIOCLIM model has been provided.

Keywords: Biodiversity, ecological niche modeling, elevational distribution, endemics, GIS (geographic information system), old world

مقدمه

مقالات منتشر شده، مورد تحلیل قرار گیرد و مراکز تنوع و تکامل این جنس براساس داده‌های مذکور مورد ارزیابی مجدد قرار گیرد.

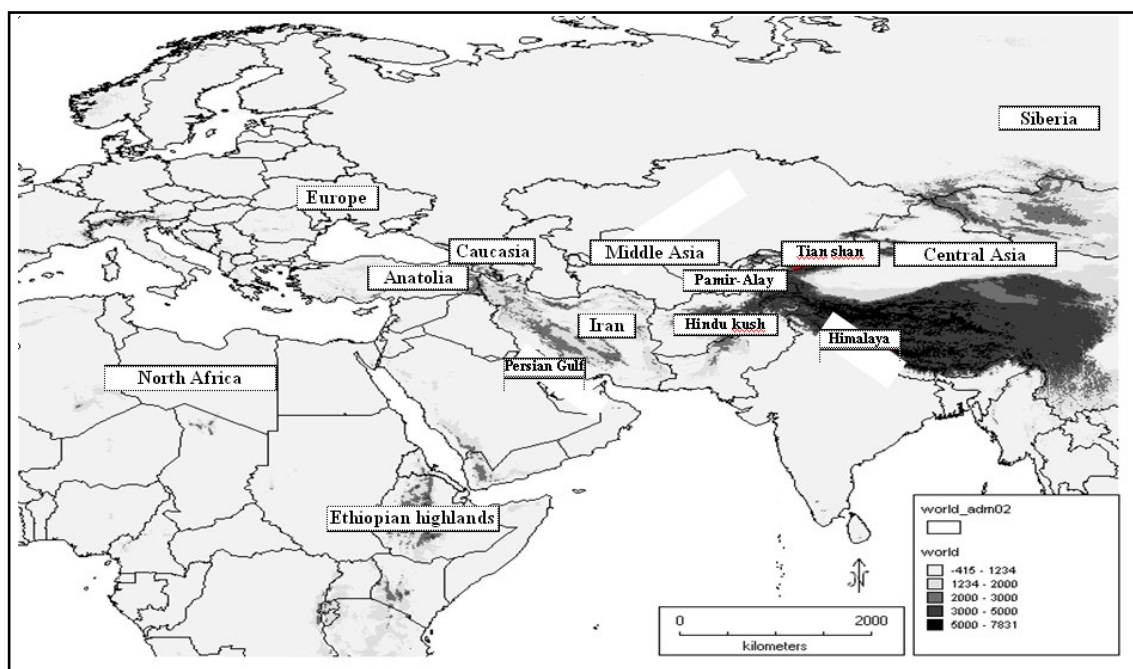
روش بررسی

در بخش گیاه‌شناسی مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، بانک اطلاعاتی گون (باگ) به وسیله معصومی برای ذخیره و بازیابی اطلاعات مربوط به گون‌های دنیای قدیم فراهم شده است. این امر بعد از ۳۰ سال مطالعات مستمر تاکسونومیک و تحقیقات موردی آناتومیک، مورفولوژیک، سیتولوژیک، سیستماتیک مولکولی و هم‌چنین، مطالعات صحرایی روی گون‌ها امکان‌پذیر گردیده است. گرچه محور اصلی این مطالعات روی ایران تمرکز دارد، اما از همان ابتدا سعی شده است داده‌های تاکسونومیک و پراکنش مربوط به سایر مناطق دنیای قدیم نیز به بانک اطلاعاتی افزوده شود. نسخه اولیه باگ در محیط FoxPro طراحی شد و از سال ۱۳۸۶ به منظور کاربری وسیع‌تر و امکان تحلیل بیشتر الگوهای پراکنش، به محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی (GIS) منتقل گردید.

باگ دارای دو بخش مجزا شامل یک بانک اطلاعاتی تاکسونومیک برای کلیه نام‌های معتبر و هم‌نام و دیگری بانک اطلاعاتی مشتمل بر ۱۲۰۰۰ رکورد از مختصات جغرافیایی دقیق محل جمع‌آوری تعدادی از مهمترین بخش‌های گون است. این دو بانک اطلاعاتی به موازات هم امکان مناسبی برای ذخیره و بازیابی اطلاعات پراکنش جغرافیایی گون بویژه در دنیای قدیم را فراهم کرده است. اطلاعات مورد نیاز برای تکمیل باگ از فلورهای استاندارد منطقه‌ای، مونوگرافها و مقالات تامین شده است (Mahmoodi et al. 2009). این بانک اطلاعاتی شامل ۵۳۵۰ نام آرایه می‌باشد که ۱۹۵۰ عدد از آن‌ها اسامی مترادف و یا جدا شده از جنس بوده و ۳۴۰۰ عدد اسامی پذیرفته شده‌اند. از این تعداد، حدود ۳۰۰۰ نام پذیرفته شده متعلق به ۱۶۶ بخش به دنیای قدیم و بقیه به قاره آمریکا تعلق دارند. تعداد ۱۸۴۳ مرجع برای اسامی گونه‌ها و ۱۷۱ مرجع برای اسامی بخش‌ها استفاده شده است. تعیین موقعیت دقیق تاکسونومیک گونه‌ها در جنس گون به دلیل تغییرات مستمر آن‌ها بسیار دشوار است. به طور مثال، نام پذیرفته شده *Astragalus verus* Olivier دارای ۲۴ نام مترادف می‌باشد. در مورد بعضی از بخش‌ها که در حال حاضر با بخش‌های دیگر ادغام شده‌اند، مفهوم قدیمی آن‌ها مد نظر قرار گرفته و به صورت مجزا مورد بررسی قرار گرفته‌اند که از آن جمله می‌توان به بخش‌های *Platonychium*، *Brachycalyx*، *Halicacabus* و *Acidodes* اشاره کرد.

جنس گون (*Astragalus* L.) با حدود ۳۵۰۰ گونه و ۲۵۰ بخش، بزرگترین جنس گیاهان آوندی است. حدود ۵۰۰ گونه متعلق به ۹۳ بخش در قاره آمریکا (دنیای جدید) حضور دارند که عمدتاً آنیوپلویید هستند (Wojciechowski et al. 1999). طبق منابع معتبر، ۲۹۰۰ گونه یوپلویید طبقه‌بندی شده در ۱۶۶ بخش در دنیای قدیم پراکنده‌اند (Maassoumi et al. 1998). این جنس به طور عمده در مناطق گرم و خشک، سرد و خشک و کوهستان‌های نیمه‌خشک نیم‌کره شمالی و آمریکای جنوبی گسترده است (Polhill 1981). پراکنش این جنس مثال خوبی از اشتقاق سازشی (adaptive radiation) در مقیاس جهانی است. گون علاوه بر گسترش اشتقاقی اولیه به همراه سایر لگوم‌های چندساله علفی، متحمل یک اشتقاق ثانویه به مناطق خشک و نیمه‌خشک معتدله گردیده و با شرایط آدافیکی و خردزیستگاه‌های افراطی که برای بسیاری از نهندانگان دیگر غیرقابل سکونت بوده، سازش یافته است (Polhill 1981). مرکز تنوع و احتمالاً منشاء این اشتقاق گون و خویشاوندان نزدیک آن اوراسیا بویژه در کوه‌های مرکز و جنوب آسیا و فلات سینو-هیمالیا بوده است (Sanderson & Liston 1995). جنس گون در دنیای قدیم به طور ویژه در جنوب غربی آسیا و فلات سینو-هیمالیا تنوع یافته است.

گون در سالهای گذشته موضوع مطالعات تاکسونومیک متعددی بوده است. نخستین کار جامع روی گون در دنیای قدیم تک‌نگاره بونگه (Bunge 1868) بود. از آن زمان تاکنون، بویژه در ۴۰ سال اخیر دانش ما درباره این گروه بزرگ از گیاهان به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. پیرامون این جنس، مقالات و چک‌لیست‌های متعددی چاپ شده است (Lock & Simpson 1991, Yakovlev et al. 1996, Maassoumi 1998, Ghahremaninejad 2004, Podlech 1986, 2008) و درک ما در مورد تاکسونومی و پراکنش این جنس در دنیای قدیم بسیار افزایش پیدا کرده است. گون‌های دنیای جدید نیز با انتشار اطلس گون‌های آمریکای شمالی (Barneby 1964) به خوبی معرفی شده‌اند. درباره جغرافیای گیاهی این جنس اطلاعات اندکی وجود دارد (Podlech 1986, Maassoumi 1993 & 2003, Mahmoodi et al. 2009) و در زمینه اکولوژی آن نیز اطلاعات جامعی منتشر نشده است. در این مقاله، سعی شده است پراکنش جغرافیایی گون در محدوده دنیای قدیم (شکل ۱) با استفاده از داده‌های مکانی موجود در فلورهای استاندارد منطقه‌ای بویژه فلور ایرانیکا (Podlech 1999, Podlech et al., 2001, Zarre et al. 2008, Podlech et al. 2010)، مونوگرافها و



شکل ۱- موقعیت مهمترین مناطق اشاره شده در متن.

Fig. 1. Position of the areas mentioned in the text.

نتیجه و بحث

- غنای گونه‌های بخش‌ها

بخش‌های مختلف گون از نظر تعداد گونه به شش گروه قابل تفکیک است (جدول ۱). اغلب بخش‌ها دارای گونه‌های کمی بوده و فقط ۳۲ بخش وجود دارد که هر یک بیش از ۲۰ گونه دارند (شکل ۲). به این ترتیب حدود ۲۰ درصد از بخش‌ها، بیش از ۷۶ درصد از کل گونه‌ها را در خود جای داده‌اند.

بخش‌های بسیار بزرگ شامل *Dissitiflora*, *Caprini*، *Malacothrix* و *Inceni* به ترتیب با ۳۲۲، ۱۶۶، ۱۶۱ و ۱۳۶ گونه و بخش‌های بزرگ شامل موارد زیر است (اعداد داخل پرانتز تعداد گونه‌ها را نشان می‌دهد):

Onobrychoidei (93), *Rhacophorus* (93), *Ammodendron* (76), *Trachycercis* (73), *Aegacantha* (71), *Alopecuroidei* (57), *Hymenostegis* (68).

بخش‌های متوسط نیز شامل موارد زیر می‌باشند:

Astragalus (49), *Erioceras* (49), *Adiaspastus* (45), *Hypoglottidei* (47), *Cenanthrum* (43), *Chlorostachys* (43), *Brachycarpus* (40), *Laguropsis* (40), *Hemiphaca* (37), *Anthylloidei* (35), *Platonychium* (32), *Hololeuce* (29), *Pterophorus* (29), *Ornithopodium* (27), *Polycladus* (27), *Sesamei* (26), *Hemiphragmium* (23), *Stereothrix* (23), *Annulares* (22), *Chaetodon* (22).

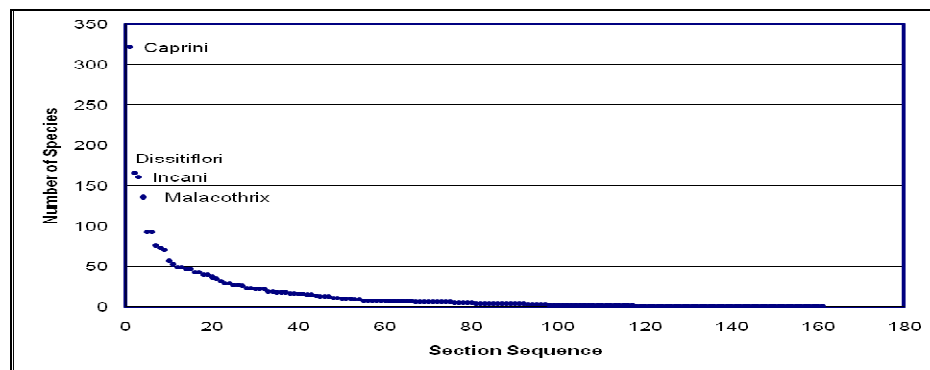
بخش‌های باقیمانده (۱۲۹ بخش) شامل بخش‌های کوچک، بی‌تیبیک و مونوتیبیک می‌باشند که در مجموع حدود ۸۰ درصد از بخش‌ها را شامل می‌شوند.

به منظور یافتن الگوهای پراکنش، جدولی تهیه شد که حضور یا غیاب هر بخش در تمام کشورهای منطقه مورد مطالعه در آن به صورت صفر و یک مشخص شده بود. با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۹ ابتدا ماتریس شباهت بین بخش‌ها تشکیل و سپس رسته‌بندی (clustering) با روش Hierarchical Cluster Analysis انجام شد. برای ترسیم نقشه پراکنش و غنای گونه‌های بخش‌ها از برنامه DIVA-GIS نسخه ۵ (Hijmans 2005a) استفاده شده است. به منظور یافتن مرکز تنوع و تکامل گون با روش Turnover، آنالیز جداگانگی براساس شاخص β Diversity (Whittaker 1960) انجام شد که نسبت به کمیت خام غنای گونه‌ای معیار مناسب‌تری است.

در قسمت مدل‌سازی آشیان اکولوژیک تحلیل‌ها براساس دو فاکتور اصلی دما و بارش از طریق لایه‌گذاری داده‌های اقلیمی با داده‌های پراکنش جغرافیایی در محیط GIS با استفاده از نرم‌افزار DIVA-GIS انجام شد. در بعضی از تحلیل‌های آماری از نرم‌افزار MINITAB نسخه ۱۴ استفاده شد. داده‌های اقلیمی مورد استفاده شامل نه متغیر زیست اقلیمی می‌باشد که از سه متغیر اصلی بارش سالانه، میانگین حداقل و حداکثر دمای سالانه استخراج شده است (Hijmans et al. 2005b). بانک اطلاعاتی این داده‌ها (worldclim) عمدتاً مربوط به دوره ۵۰ ساله (۱۹۵۰-۲۰۰۰) بوده و در پایگاه اینترنتی <http://www.worldclim.org> قابل دسترسی می‌باشد. این بانک اطلاعاتی از منابع معتبر هواشناسی و از پردازش داده‌های اقلیمی ایستگاه‌های بسیار گسترده در سطح جهانی فراهم شده است.

جدول ۱- گروه‌بندی بخش‌ها براساس تعداد گونه

تعداد گونه	درصد	تعداد	گروه
۴۴	۲۷,۳	۴۴	بخش‌های مونوتیپیک (دارای فقط یک گونه)
۴۰	۱۲,۴	۲۰	بخش‌های بی‌تیپیک (دو گونه)
۵۴۳	۴۰,۴	۶۵	بخش‌های کوچک (۳ تا ۲۰ گونه)
۷۱۲	۱۳,۰	۲۱	بخش‌های متوسط (۲۱ تا ۵۰ گونه)
۵۱۶	۴,۳	۷	بخش‌های بزرگ (۵۱ تا ۱۰۰ گونه)
۷۸۵	۲,۵	۴	بخش‌های بسیار بزرگ (بیش از ۱۰۰ گونه)



شکل ۲- تعداد گونه‌های بخش‌های گون براساس ترتیب بخش‌ها.

Fig. 2. Number of species of *Astragalus* by sections sequence.

غناي گونه‌ای و اندمیسیم مناطق جغرافیایی گون در دنیای قدیم تقریباً به طور کامل محدود به نیمکره شمالی است. اغلب بخش‌ها کم و بیش به صورت محلی (Local) در قسمت‌های مختلف قاره کهن دیده می‌شوند و تعداد اندکی از بخش‌ها پراکنش وسیعی دارند. حدود ۲۴۰۰ گونه متعلق به قاره آسیا است که بیشترین تمرکز آن با ۱۵۱۰ گونه (۱۰۱۳ گونه اندمیک) مربوط به جنوب‌غربی آسیا است. در بین کشورهای این منطقه ایران با حدود ۸۶۰ گونه، غنی‌ترین و با ۶۸ درصد اندمیسیم مهمترین کشور محسوب می‌شود و قطعاً یکی از مراکز اصلی تنوع و اندمیسیم جنس گون می‌باشد. ترکیه (۴۲۱ گونه) و افغانستان (۲۹۱ گونه) به ترتیب با ۵۶ و ۴۹ درصد اندمیسیم در رتبه‌های بعدی قرار دارند (جدول ۲). عراق با وجود غنای نسبی (۱۲۹ گونه) ناشی از وابستگی‌های فلورستیک با ایران و ترکیه، دارای درصد اندمیسیم پایینی است (حدود ۵ درصد). منطقه آسیای میانه بعد از جنوب‌غربی آسیا با بیش از ۶۰۰ گونه، که حدود یک سوم آن‌ها اندمیک هستند، در جایگاه بعدی قرار دارد. در بین کشورهای این ناحیه گرچه قزاقستان با داشتن ۳۰۴ گونه غنی‌ترین کشور به نظر می‌رسد اما باید توجه داشت که مساحت آن به تنهایی حدود دو برابر مجموع چهار کشور دیگر منطقه است. بنابراین، با در نظر گرفتن

مساحت کشورها تاجیکستان (۲۲۹ گونه) از ازبکستان (۲۴۰ گونه) نیز پیشی گرفته و غنی‌ترین کشور منطقه از نظر حضور گون محسوب می‌شود. این کشور از نظر اندمیسیم (۲۸ درصد) نیز در جایگاه نخست قرار دارد. به نظر می‌رسد اهمیت ویژه تاجیکستان در آسیای میانه ناشی از نزدیکی به ارتفاعات پامیر-آلای، می‌باشد. قرقیزستان از نظر غنای گونه‌ای، اندمیسیم و نسبت تعداد گونه به مساحت، فقیرترین کشور منطقه محسوب می‌شود. آسیای مرکزی که شامل مغولستان، ترکستان چین و قسمت‌هایی از قزاقستان، قرقیزستان و تاجیکستان می‌باشد، با حدود ۴۲۳ گونه (۱۸۳ اندمیک) از اهمیت قابل ملاحظه‌ای برخوردار است (گونه‌های پراکنده در سیبری نیز به منطقه افزوده شده است). در مورد کشور مغولستان و منطقه سیبری در شمال آن نکته حایز اهمیت این است که با وجود غنای گونه‌ای کم (به ترتیب ۹۷ و ۲۹ گونه)، درصد اندمیسیم در این مناطق بسیار بالا است (۹۰ درصد) که نشان می‌دهد احتمالاً بعضی از گونه‌های گون بعد از استقرار در این مناطق تحت شرایط ویژه اکولوژیک و جغرافیایی آن منفک شده و مسیر تکاملی خاص خود را ادامه داده‌اند. جایگاه بعدی مربوط به آسیای شرقی (بقیه نواحی چین از جمله تبت) با حدود ۳۸۰ گونه (حدود ۲۰۰ اندمیک) می‌باشد. آسیای جنوبی در محدوده جنوبی رشته

الگوهای پراکنش

- کورولوژی

از نظر جغرافیای گیاهی جنس *Astragalus* اساسا یک عنصر ایرانی-تورانی است که در تمام این منطقه به طور وسیع گسترده است و تعدادی از گونه‌های آن کم و بیش به مناطق اطراف مثل اروپا-سیبری، مدیترانه‌ای، صحرا-عربستان و آسیای شرقی نفوذ کرده‌اند. با توجه به گستردگی جنس گون و وجود مشکلاتی در جانمایی گونه‌ها در درون بخش‌ها و تک‌نیایی نبودن بسیاری از بخش‌ها، ترسیم وضعیت دقیق پراکنش جغرافیایی این جنس در حال حاضر بسیار دشوار و چه بسا غیرممکن به نظر می‌رسد. با این وجود، براساس اطلاعات موجود بعضی از الگوهای پراکنش در این جنس به صورت مقدماتی قابل ارایه است. بخش‌های گون در دنیای قدیم را می‌توان در زیرگروه‌های زیر طبقه‌بندی کرد:

- بخش‌های اندمیک محدود (Narrow and Local Endemic)

تعدادی از بخش‌ها که عمدتا مونوتیپیک بوده و یا دارای گونه‌های کمی هستند، اندمیک یا نیمه‌اندمیک مناطق محدود و کوچکی می‌باشند و در جدول ۳ نشان داده شده‌اند. بعضی از این بخش‌ها نیمه‌اندمیک بوده و مرکز تنوع آن‌ها در منطقه محدودی واقع شده و کم و بیش به مناطق اطراف نفوذ کرده‌اند. بعضی از نیمه‌اندمیک‌ها در خارج از مرکز تنوع خود در گستره‌ای وسیع اما با تعداد کمی از گونه‌های خود حضور دارند. به عنوان مثال می‌توان به *Anthylloidei* (شکل ۳) اشاره کرد که با ۳۱ گونه (۸۹٪ از کل گونه‌ها) نیمه‌اندمیک ایران محسوب می‌شود. این در حالی است که چهار گونه در ترکیه دارد و *A. coluteoides* در لبنان و سوریه، غربی‌ترین مرز رویشی آن است و در شرق نیز با چهار گونه در افغانستان و حتی در آسیای میانه با گونه‌های *A. raddei* و *A. fuhsii* نمایندگی می‌شود. *Brachycalyx*، *Malacothrix* و *Hymenostegis* نیز الگوی پراکنش مشابهی با یکدیگر دارند اما جهت و وسعت نفوذ آن‌ها به مناطق اطراف کمی متفاوت است (شکل ۳). مورد آخر با تمام گونه‌های خود (به جز *A. sonamerensis* که اندمیک ترکیه است) به شدت در ایران متمرکز و به مقدار بسیار کم به قفقاز و ترکیه متمایل است.

کوه‌های هیمالیا (نیپال، بوتان و بخش‌هایی از هند و پاکستان) نیز ۱۶۳ گونه (۳۵ اندمیک) را در خود جای داده است. منطقه قفقاز بویژه ماورای قفقاز (۲۲۵ گونه و ۳۳ اندمیک) نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. به طوری که در کشور آذربایجان حدود ۱۴۰ گونه متعلق به ۴۲ بخش و در ارمنستان حدود ۱۰۰ گونه و ۳۳ بخش حضور دارند. جایگاه ویژه این منطقه زمانی آشکار می‌شود که مساحت کم آن را در کنار غنای گونه‌ای، تنوع بخش‌ها و درصد اندمیسم مدنظر قرار دهیم. در بخش اروپایی روسیه نیز ۸۴ گونه (۱۲ اندمیک) گون حضور دارد. دامنه پراکنش گون در شرقی‌ترین قسمت قاره کهن به شرق دور (شبه جزیره کره، ناحیه شرق دور روسیه و ژاپن) نیز می‌رسد که دارای ۲۲ گونه (۹ اندمیک) می‌باشد. اغلب گونه‌های این مناطق بسیار نادر و متعلق به مناطق کوهستانی بوده و گاهی مانند *A. sinicus* در شالیزارها به عنوان کود سبز کاشته می‌شوند. در اروپا و شمال آفریقا نیز به ترتیب با ۱۴۳ گونه (۶۶ اندمیک) و ۷۴ گونه (۳۷ اندمیک) شاهد حضور گون هستیم که نشان دهنده نفوذ این گیاهان به سمت غرب و سازش با این مناطق است. در قاره آفریقا مهمترین ناحیه ارتفاعات اطلس در شمال مراکش، الجزیره و تونس می‌باشد. این سه کشور به ترتیب با ۴۲، ۳۸ و ۱۹ گونه، بیشترین سهم از گونه‌های گون آفریقا را به خود اختصاص می‌دهند و همراه با لیبی و مصر تمامی گونه‌های آفریقایی (۷۴ گونه) را در خود جای داده است. در مناطق گرمسیری آفریقا شش گونه حضور دارند که فقط گونه *A. atropilosulus* ساکن کوه‌های کم و بیش مرطوب شرق آفریقا، توانسته است از طریق این کوه‌ها از استوا عبور کرده و خود را تا پروتاریای آفریقایی جنوبی برساند. پنج گونه دیگر، ساکن مناطق خشک و بیابانی صحرای مرکزی و اتیوپی در شرق بوده و از عرض جغرافیایی ۱۴ درجه شمالی پایین‌تر نرفته‌اند. به نظر می‌رسد عامل طول روز علت جلوگیری از گسترش به جنوب بوده است (Gillett 1964). بیش از ۹۰ درصد از گونه‌های آفریقایی و تقریبا تمام گونه‌های اندمیک آن به جز *A. armatus*، علفی و عمدتا یک‌ساله (۵۰ درصد) هستند. جالب این که بیشتر گونه‌های اندمیک (۷۵ درصد) مربوط به ارتفاعات اطلس می‌باشند که نشان می‌دهد این منطقه به طور قطع مرکز تنوع و اندمیسم جنس گون در آفریقا است. آفریقا بیشترین اشتراک تاکسونومیک را با اروپا (۲۹ گونه مشترک) دارد و ۱۳ گونه مشترک با آسیا دارد.

جدول ۲- تعداد گونه‌ها، بخش‌ها، گونه‌های انحصاری و بخش‌های انحصاری گون در مناطق و کشورهای مختلف دنیای قدیم

Table 2. Number of species, sections, endemic species and endemic sections of *Astragalus* in different regions and countries of the old world

Region	Country	No. of section	No. of species	Endemic section	Endemic species	End. sp./species %	Area (km ²)	Species /area *100000	Section /area *100000	End. sp./area *100000
Africa	Morocco	15	42	0	10	23.8	458,730	9.16	3.27	2.18
	Algeria	15	38	0	4	10.5	2,381,741	1.60	0.63	0.17
	Libya	16	33	0	3	9.1	1,757,000	1.88	0.91	0.17
	Egypt	16	18	0	1	5.5	997,690	3.31	1.60	0.1
	Tunisia	10	19	0	0	-	164,150	11.57	6.09	-
	Sudan	5	7	0	0	-	2,503,890	0.28	0.20	-
	Ethiopia	5	7	0	1	14.2	1,133,882	0.62	0.44	0.09
	Congo(Zaire)	1	2	0	0	-	2,344,872	0.09	0.04	-
Central Asia	Zambia	1	1	0	0	-	752,614	0.13	0.13	-
	Mongolia	35	98	2	17	17.35	1,564,116	6.27	2.24	1.09
Caucasus	Siberia region	25	87	0	12	13.79	9,653 ,000	0.90	0.26	0.12
	Northern Caucasus	46	174	2	17	9.77	440,000	39.55	10.45	3.86
East Asia	Azerbaijan	42	139	0	8	5.76	86,600	160.51	48.50	9.24
	Armenia	33	100	0	3	3	29,743	336.21	110.95	10.09
Far East	China	60	456	2-3	228	50	9,572,900	4.76	0.63	2.38
	Tibet (Xizang)	22	56	0	0	0	1,221,600	4.58	1.80	0
Middle Asia	Japan	7	8	0	3	37.50	377,835	2.12	1.85	0.79
	Korean Peninsula	1	2	0	0	-	222,223	0.90	0.45	-
	Kazakhstan	58	304	0	69	22.70	2,724,900	11.16	2.13	2.53
	Uzbekistan	56	240	0	28	11.67	447,400	53.64	12.52	6.26
South Asia	Tajikistan	63	229	2	65	28.38	143,100	160.03	44.03	45.42
	Turkmenistan	43	146	1	25	17.12	488,100	29.91	8.81	5.12
	Kyrgyzstan	45	145	0	16	11.03	199,900	72.54	22.51	8
	Pakistan	47	145	0	22	15.17	796,095	18.21	5.90	2.76
	India	34	88	0	13	14.77	3,166,414	2.78	1.07	0.41
	Nepal	7	14	0	0	0	147,181	9.51	4.76	0
West Asia	Bhutan	4	11	0	0	0	38,394	28.65	10.42	0
	Iran	70	858	8	582	67.83	1,629,918	52.64	4.29	35.71
	Turkey	65	421	8	231	54.90	779,452	54.01	8.34	29.64
	Afghanistan	51	291	3	143	49.14	652,225	44.61	7.82	21.92
	Iraq	39	129	0	7	5.43	435,052	29.65	8.96	1.61
	Syria	22	57	0	12	21.05	185,180	30.78	11.88	6.48
	Palestine	23	48	0	5	10.42	20,425	235.01	112.61	24.48
	Jordan	16	33	0	3	9.09	89,342	36.94	17.91	3.36
	Saudi Arabia	13	20	0	2	10	2,480,000	0.81	0.52	0.08
	Kuwait	7	10	0	0	0	17,818	56.12	39.29	0
	Sinai Peninsula	6	7	0	2	28.57	61,000	11.48	9.84	3.28
Europe	Oman	3	5	0	0	0	309,500	1.62	0.97	0
	Yemen	2	2	0	0	0	555,000	0.36	0.36	0
		135	47	4	60	44.44	10,180,000	1.3	0.45	0.58

جدول ۳- بخش‌های اندمیک و نیمه‌اندیمیک محدود در بعضی از کشورها یا مناطق

Table 3. Endemic and sub-endemic sections which are limited to some countries or regions

کشور / منطقه (Country/Region)	بخش (Section)
ایران (Iran)	<i>Brachylobium, Campylanthus, Eriostoma, Lamprocarpa, Leucocercis, Microphysa, Plagiophaca, Semnanense</i> نیمه‌اندیمیک‌ها (شکل ۳)، <i>Anthylloidei, Brachycalyx, Malacothrix, Hymenostegis, Polystegis</i>
افغانستان (Afghanistan)	<i>Saxifractor, Thaumasiophaca</i>
ترکیه (Turkey)	<i>Argaeus, Christianophysa, Diacmae, Hymenocoleus, Stereocalyx, Vulneraria, Eustales, Sisyrphorus</i>
چین (China)	<i>Parvistipulus</i> (نیمه‌اندیمیک)، <i>Lotidium</i> (نیمه‌اندیمیک)، <i>Chrysopteri, Ebracteolati</i>
مغولستان (Mongolia)	<i>Alexandri, Pseudoerioceras</i>
ترکمنستان (Turkmenistan)	<i>Eremophysopsis</i>
تاجیکستان (Tajikistan)	<i>Albertoregelia, Bungeastrum</i>
قفقاز (Caucasus)	<i>Acmothrix, Holophyllum</i>
اروپا (Europe)	<i>Pogonotropis, Baldaccia, Aberantes, Vesicaria, Pedina</i> (اروپا و قفقاز)

- بخش‌های تورانی

Phyllobium با ۱۱ گونه (نه همه گونه‌ها) مورد بررسی قرار گرفته است.

- بخش‌های ایران-آناتولی و ایران-قفقاز-آناتولی

این گروه نیز شامل بخش‌های مشترک بین ایران، شرق ترکیه، قفقاز و گاهی شمال عراق می‌باشد. این الگوی انتشار به خوبی با الگوی ارمنستان-کردستان معرفی شده به وسیله هج و وندلیو مطابقت دارد (Noroozi et al. 2008) از این گروه بخش‌های زیر قابل ذکر هستند: *Rhabdotus* (ترکیه و عراق)، *Hystrix* (ایران و ترکیه)، *Stereothrix* (ایران و ترکیه)، *Tricholobus*، *Hololeuce*، *Synochreati*، *Macrosemium* (ایران و قفقاز)، *Diphtherophorus* (ترکیه، عراق و سوریه). بخش *Hymenostegis* را که در گروه اول قرار داده شده است، می‌توان در این گروه نیز جای داد. بخش *Macrophyllum* بدون در نظر گرفتن گونه *A. glabrifolius* که موجب گسستگی در دامنه پراکنش این بخش شده است، در این گروه قرار می‌گیرد (شکل ۳).

این گروه شامل بخش‌هایی هستند که تقریباً در تمام آسیای میانه پراکنش دارند. از این جمله می‌توان به بخش‌های زیر اشاره کرد:

Campanella، *Bucharica*، *Asteniobium*، *Alopecoides*، *Popovianthe*، *Tamias*، *Macropodium*، *Leptophysa*، *Macrocystodes*، *Pseudoammotrophus* (با یک گونه در ایران)، *Picrophaca*، *Macrocystis*

- بخش‌های چین-هیمالیایی

بخش‌های متعلق به این گروه که به صورت مشترک در محدوده رشته کوه‌های هیمالیا و قسمت‌های مرکزی و جنوب چین حضور دارند، عبارتند از: *Brachycephalae*، *Hookeriana*، *Phyllobium* (شکل ۳)، *Skythropos* (شکل ۳)، *Polycladus*، *Pseudoitapinodes* (با یک گونه در افغانستان). لازم به ذکر است که *Phyllobium* اخیراً براساس مطالعات مولکولی روی تعدادی از گونه‌ها، به عنوان یک جنس مستقل معرفی شده (Zhang et al. 2009) اما به دلیل این که بقیه گونه‌ها مورد آنالیز مولکولی قرار نگرفته‌اند، در این مطالعه بخش

اروپا تا شبه جزیره کره و هم‌چنین، *Glycyphyllos* که در عرض‌های شمالی از اروپا تا ژاپن انتشار دارند نیز در این گروه قرار می‌گیرند.

بخش‌هایی نیز وجود دارند که مرکز تنوع آن‌ها ایران یا ترکیه و یا هر دوی آن‌ها بوده اما کم و بیش به نواحی اطراف گسترش یافته‌اند از این دست می‌توان به *Hypoglottidei*, *Pterophorus*, *Erioceras*, *Poterion* به *Rhacophorus* اشاره کرد (شکل ۳). بخش *Incani* نیز که مرکز تنوعش در ایران است با نفوذ به ترکیه، قفقاز و عراق الگویی مشابه گروه چهارم نشان می‌دهد اما به دلیل نفوذ جزئی به شرق در گروه بخش‌های گسترده قرار می‌گیرد (شکل ۳).

سایر بخش‌های نسبتاً گسترده عبارتند از:

(شکل ۳) *Aegacantha*, *Acidodes*, *Adiaspastus*, *Ammodendron*, *Ankylotus*, *Brachycarpus*, *Cenanthrum*, *Corethrum*, *Chaetodon*, *Chlorosphaerus*, *Chlorostachys*, *Craccina*, *Chomutoviana*, *Cyamodes*, *Cysticalyx*, *Cystium*, *Cystodes*, *Stipitella*, *Dissitiflori*, *Sphaerocystis*, *Grammocalyx*, *Tapinodes*, *Ophiocarpus*, *Theiochrus*, *Hypsophilus*, *Laxiflori*, *Oroboidei*, *Melanocercis*, *Poliiothrix*, *Pseudosesbanella*, *Paracystium*, *Lithophilus*, *Cystodes*, *Dasyphyllium*, *Halicacabus*, *Hispiduli*, *Uliginosi*, *Oxyglottis*, *Helmia*, *Cytisodes*, *Eremophysa*, *Ornithopodium*, *Komaroviella*.

(احتمالاً مدیترانه‌ای)،

(احتمالاً اروپا-سیبری)،

(ایران، آسیای میانه و افغانستان)،

(هندوکش-همالیای پامیر)،

(با مرکزیت آسیای مرکزی)،

(با مرکزیت چین)،

(با مرکزیت آسیای مرکزی و میانه)،

(با مرکزیت آسیای مرکزی).

تعدادی از گونه‌های بخش‌های *Onobrychoidei*,

Uliginosi, *Hypoglottidei* و تعدادی از بخش‌های یک‌ساله بین دنیای قدیم و جدید مشترک هستند. تعدادی از بخش‌ها نیز به زندگی در شرایط اکولوژیک خاص سازش یافته‌اند. از جمله آن‌ها می‌توان به *Eremophysa*, *Ammodendron*, *Hispiduli* و *Chronopus* اشاره کرد که در خاک‌های شور و دمای بالا زندگی می‌کنند. بخش‌های *Stereothrix* و *Hololeuce* نیز مربوط به مناطق آلپاین هستند. *Glycyphyllos* و *Hypoglottidei* را هم می‌توان بخش‌های مناطق مرطوب معرفی کرد.

- بخش‌های پامیر-آلای-هندوکش

این گروه شامل بخش‌هایی مانند *Scheremeteviana*, *Tropidolobus* و *Rechingeriana* است که بیشتر در قسمت غربی ارتفاعات پامیر تاجیکستان و هندوکش افغانستان حضور دارند. بخش‌هایی مثل *Onobrychiopsis* و *Mesocarpon* نیز به طور کلی بین آسیای میانه و افغانستان مشترکند. از این گروه، بخش *Pelta* از طریق کوه‌های خراسان-کپه داغ به ایران و بخش‌های *Leucophysa* و *Thlaspidium* از طریق ارتفاعات تیان-شان تا کوه‌های آلتای در مرز مغولستان، چین و قزاقستان هم نفوذ کرده‌اند.

- بخش‌های آسیای شرقی

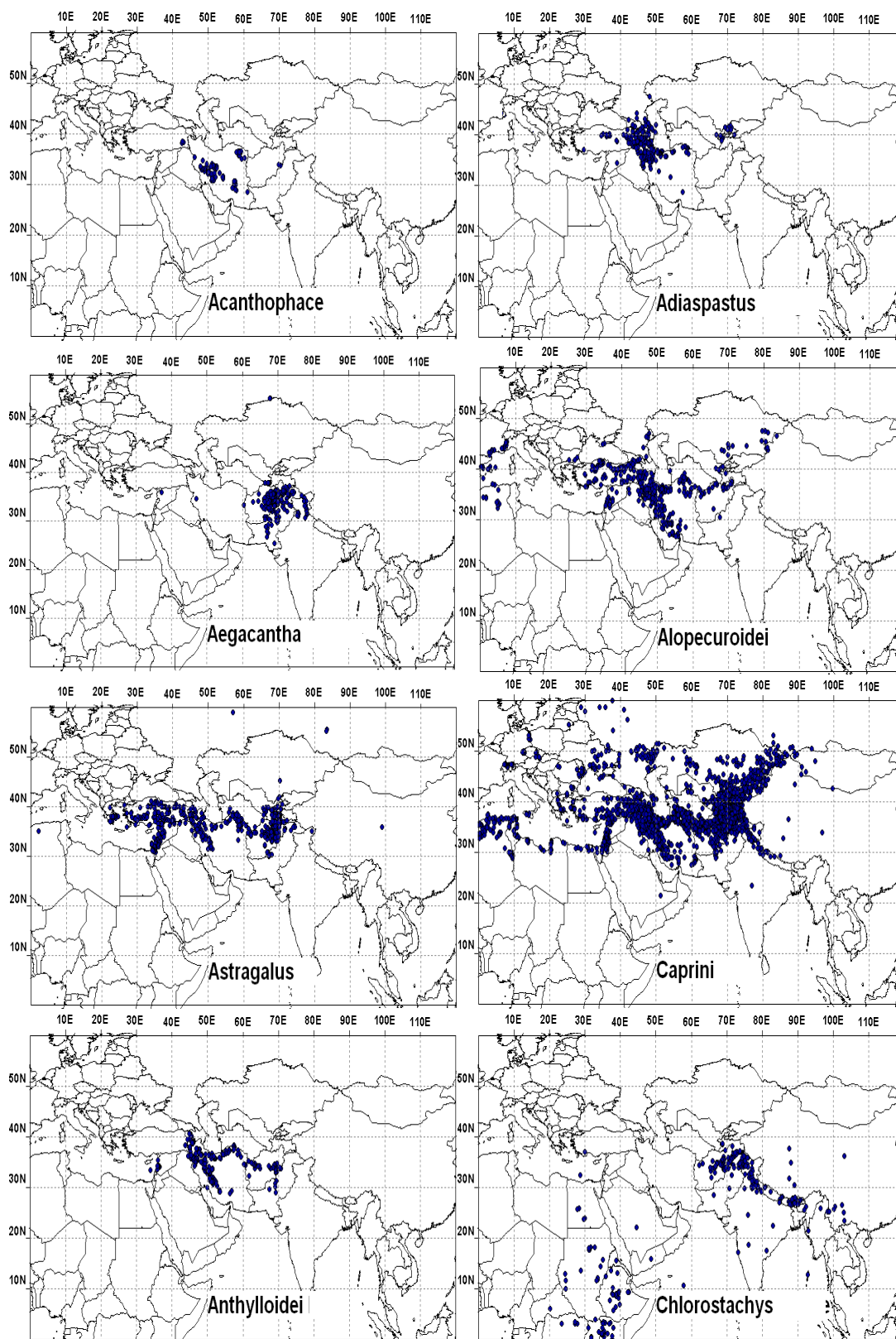
این گروه شامل بخش‌های هستند که در قسمت شرقی چین وجود دارند و در سمت شمال به مغولستان و گاهی سیبری نفوذ کرده‌اند. بخش‌های *Macrotrichoides* و *Melilotopsis* از این جمله‌اند. بخش مونوتیپیک *Polares* نیز که اندمیک شرق دور (شامل ژاپن، کره و ناحیه شرق دور روسیه) می‌باشد، در این گروه قرار می‌گیرد.

- بخش‌های آفریقا-جنوب غربی آسیا و آفریقا-اروپایی

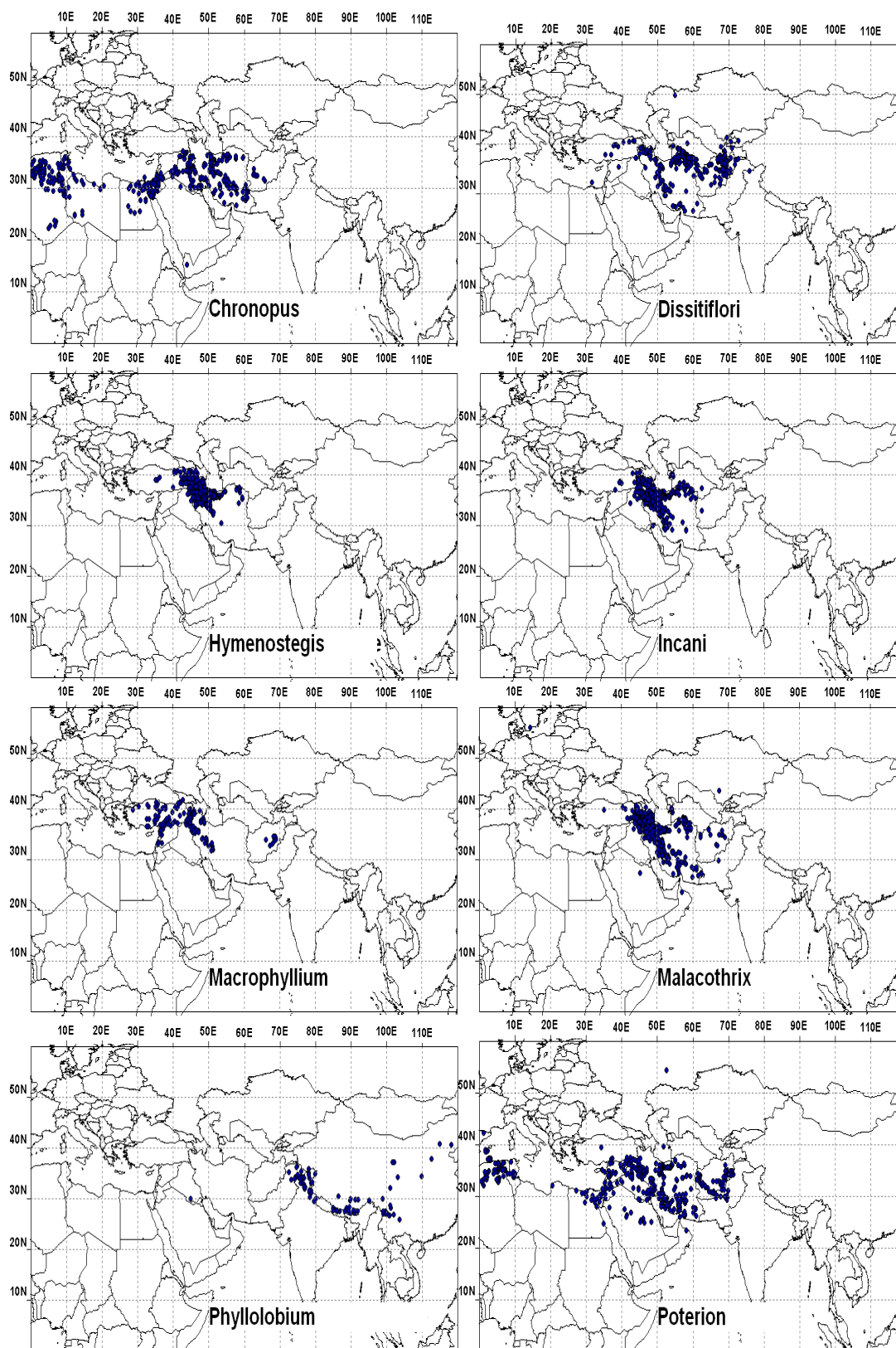
در آفریقا بخش اندمیک وحشی نیمه‌اندمیک وجود ندارد اما بخش‌هایی وجود دارند که پراکنش بسیار خوبی در آفریقا نشان می‌دهند و اغلب در مرزهای شرقی پراکنش خود به جنوب غربی آسیا می‌رسند و گاهی اشتراکاتی با اروپا نشان می‌دهند. از این گروه می‌توان به بخش‌هایی مثل *Epiglottis*, *Biserrula* و *Chronopus* (شکل ۳) اشاره کرد. مورد آخر، با ۱۱ گونه (۶۹٪ از کل گونه‌ها) در آفریقا حضور دارد که پنج گونه از آن‌ها اندمیک آفریقا بوده و شش گونه با جنوب غربی آسیا مشترک است. گونه‌های باقیمانده اندمیک ایران هستند. بخش *Herpocaulos* نیز به طور کامل الگوی پراکنش صحرا-عربستانی نشان می‌دهد. بخش *Platyglottis* نیز به این گروه تعلق دارد و فقط یک گونه آن به آسیای میانه نفوذ کرده است. بخش *Sesamei* نیز گرچه بسیار گسترده به نظر می‌رسد اما به این گروه تعلق دارد.

- بخش‌های گسترده (Widespread)

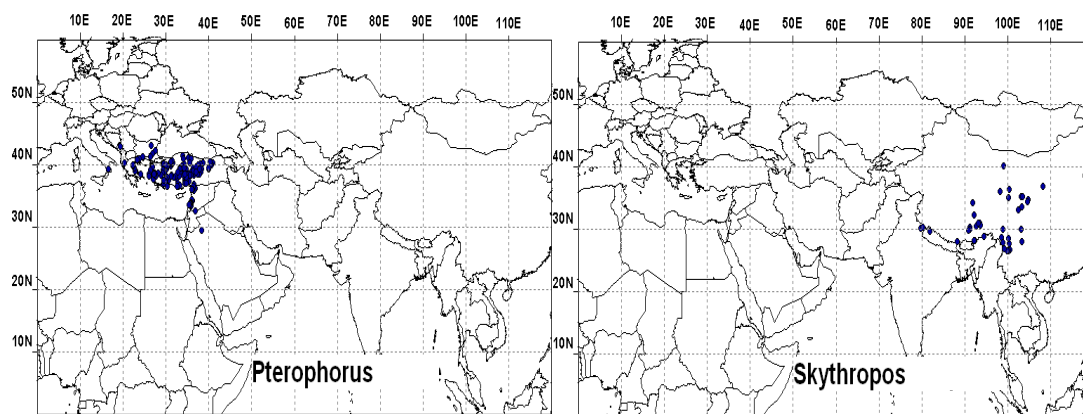
تعداد نسبتاً کمی از بخش‌ها (حدود ۱۵ درصد) به صورت بسیار وسیع در نیمکره شمالی دنیای قدیم پراکنش دارند که به عنوان بخش‌های بسیار گسترده شناخته می‌شوند. بسیاری از گونه‌های متعلق به این گروه علفی می‌باشند. از این گروه به *Bucerates*, *Alopecuroidei*, *Caprini*, *Annulares* و *Astragalus* می‌توان اشاره کرد (شکل ۳). *Heterodontus* که از



(شکل ۳- شرح و ادامه در صفحه بعد)



(شکل ۳- شرح و ادامه در صفحه بعد)



شکل ۳- نقشه پراکنش تعدادی از بخش‌های گون در دنیای قدیم. نام هر بخش روی نقشه مربوط به آن درج شده است.
 Fig. 3. Distribution maps of some *Astragalus* sections in the Old World. Sections name are inserted on the map.

- مراکز تنوع

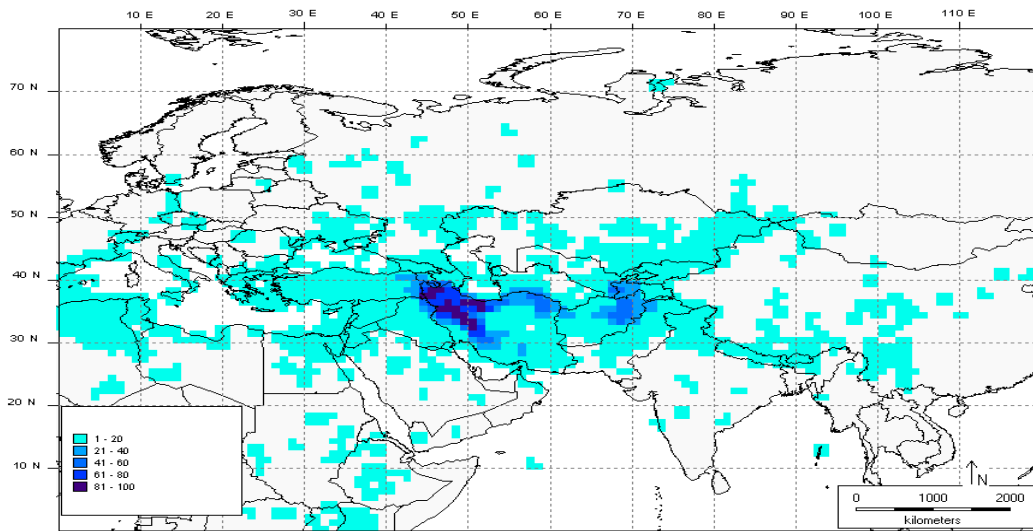
استفاده شد که دو مرکز تنوع عمده را نشان داد. مرکز اول در شمال غربی ایران و نواحی اطراف آن و مرکز دوم در جنوب و غرب ارتفاعات پامیر-آلای در مرز افغانستان و تاجیکستان و کوه‌های هندوکش واقع شده است (شکل ۴). به نظر می‌رسد که این جنس از شمال شرقی افغانستان به نواحی شرقی‌تر و شمالی نفوذ کرده و از ایران نیز به سمت قفقاز، ترکیه و در نواحی غربی‌تر به اروپا و در امتداد شمال آفریقا تا اسپانیا گسترش یافته‌اند. احتمالاً این مهاجرت پیش از دوره پلیستوسن رخ داده است (Zohary 1981).

به منظور تشخیص مراکز تنوع، اندمیسم، پیدایش و تکامل جنس گون داده‌ها و نقشه پراکنش ۱۸ بخش مهم (جدول ۴) استفاده شد که شامل ۸۴۶۶ مشاهده مربوط به ۱۲۶۵ گونه می‌باشد که حدود ۴۴ درصد از گونه‌های دنیای قدیم را در بر می‌گیرد. در این قسمت نقشه غنای گونه‌ای جنس گون به صورت شبکه‌ای با مربع‌هایی به ابعاد یک درجه جغرافیایی نشان داده شده است (شکل ۴). برای مکان‌یابی دقیق‌تر مرکز تنوع و تکامل این جنس از روش Turnover

جدول ۴- فهرست بخش‌های مورد استفاده در ترسیم نقشه غنای گونه‌ای

Table 4. List of sections used in mapping the species richness

Section	No. of species	No. of specimens	Section	No. of species	No. of specimens
<i>Acanthophaea</i>	11	87	<i>Dissitiflora</i>	171	340
<i>Adiaspastus</i>	45	272	<i>Hymenostegis</i>	53	580
<i>Aegacantha</i>	70	257	<i>Incana</i>	163	564
<i>Alopecuroidei</i>	65	508	<i>Macrophyllum</i>	9	128
<i>Anthylloidei</i>	34	251	<i>Malacothrix</i>	136	639
<i>Astragalus</i>	50	535	<i>Phyllobium</i> (new genera)	22	48
<i>Caprini</i>	323	3000	<i>Poterion</i>	17	461
<i>Chlorostachys</i>	38	256	<i>Pterophorus</i>	29	134
<i>Chronopus</i>	17	371	<i>Skythropus</i>	11	38



شکل ۴- نقشه غنای گونه‌ای گون در دنیای قدیم. مقدار غنای هر مربع براساس رنگ نشان داده شده است. مربع‌های پررنگ‌تر غنای بیشتری دارند (۱۲۶۵ گونه متعلق به ۱۸ بخش مورد استفاده قرار گرفته است).

Fig. 4. Species Richness map of *Astragalus* in the Old World. The richness of each square is shown by color. Dark squares have more richness (1265 species belonging to 18 section are used).

مقایسه غنای گونه‌ای و وسعت پراکنش نشان داد که در اغلب موارد بخش‌هایی که گونه‌های بیشتری دارند، به شکل وسیعی در دنیای قدیم انتشار دارند. اما تعدادی از آن‌ها با وجود این که گونه‌های اندکی دارند اما گستره وسیعی از دنیای قدیم را اشغال کرده‌اند از این دست به عنوان نمونه می‌توان به بخش‌های تک‌نیا مانند *Ophiocarpus*، *Cyamodes*، *Dipelta*، *Galegiforme*، *Epiglottis*، *Ammodytes* و بخش‌های کوچکی مانند *Biserrula*، *Ankylotus*، *Heterodontus* و *Bucerates* به طور وسیعی در دنیای قدیم پراکنده‌اند. در مقابل بخش‌هایی وجود دارند که با وجود غنای گونه به نسبت زیاد در محدوده کوچکی حضور دارند از جمله این گروه مثال‌های زیر قابل ذکر می‌باشند: *Brachylobium*، *Campylanthus*، *Microphysa*، *Acanthopace*، *Lotidium*، *Macrocystis*، *Pterophorus*، *Hymenostegis* و *Stereothrix*

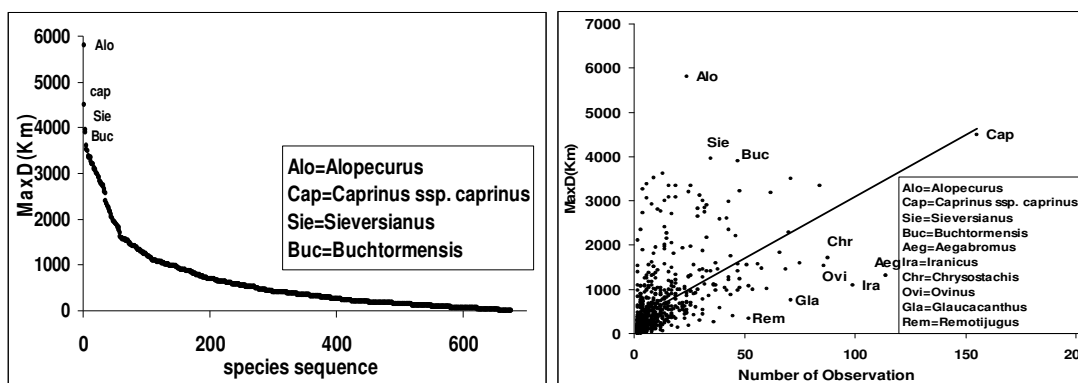
- توزیع ارتفاعی

جنس *Astragalus* به طور کلی، یک عنصر کوهستانی و نیمه‌کوهستانی می‌باشد و در ارتفاع ۱۵۰۰-۲۲۵۰ به بهینه اکولوژیک خود می‌رسد، به طوری که ۴۳ درصد از مشاهدات مورد استفاده در این مطالعه در این محدوده ارتفاعی قرار دارند. مشاهدات بیش از ۳۰۰۰ و کمتر از ۵۰۰ متر به ترتیب ۷/۴ و ۵/۴ درصد می‌باشند. گونه‌های علفی با میانگین ارتفاعی ۱۳۵۲ متر، در مقایسه با سایر گونه‌ها در مناطق پست‌تر حضور دارند (شکل ۶). در بین چندساله‌ها از نظر ارتفاعی تفاوت اندکی وجود دارد و کرک‌ساده‌های علفی کمی ارتفاع‌پسند به نظر می‌رسند.

- وسعت انتشار

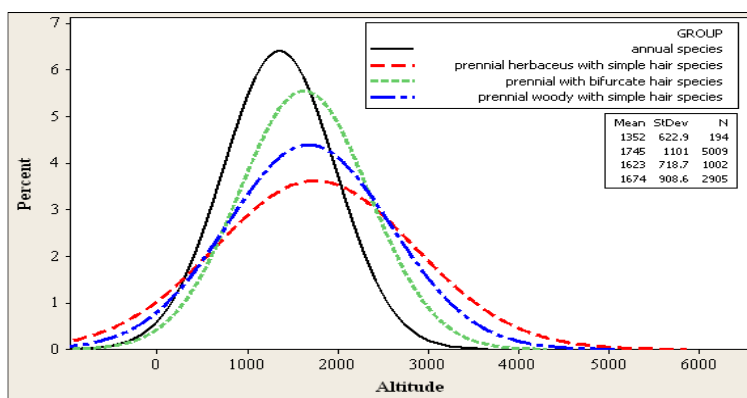
برای نشان دادن وسعت انتشار گون در دنیای قدیم، به عنوان یکی از جنبه‌های مهم الگوی پراکنش آن، از دو معیار (حداکثر فاصله بین یک زوج از مشاهدات مربوط به یک گونه) و تعداد مشاهدات مربوط به هر گونه استفاده شده است. بررسی ۶۸۱ گونه متعلق به بخش‌های مورد مطالعه نشان داد که اکثر گونه‌ها پراکنش محدودی دارند، به طوری که فقط در ۲۰ درصد از گونه‌ها MaxD بیش از ۱۰۰۰ کیلومتر می‌باشد و در ۶۰ درصد موارد کمتر از ۵۰۰ کیلومتر است (شکل ۵). کمتر از پنج درصد از گونه‌ها پراکنش وسیع داشته و حداکثر فاصله بین یک زوج از مشاهدات مربوط به هر یک بیش از ۲۵۰۰ کیلومتر است.

بررسی همزمان MaxD و تعداد مشاهدات (شکل ۵) گونه‌ها نشان داد که این دو معیار رابطه خطی داشته و MaxD به طور واضحی با افزایش تعداد مشاهدات، افزایش می‌یابد (شکل ۵). با این وجود گونه‌هایی مثل *A. sieversianus*، *A. alopecurus* و *A. buchtormensis* با این که تعداد مشاهدات کمی دارند اما به طور وسیعی پراکنش نشان می‌دهند. نکته جالب این که، هر سه گونه مذکور در دامنه انتشار خود گسستگی نشان می‌دهند. در مقابل گونه‌هایی دیده می‌شوند که با وجود تعداد مشاهدات فراوان به یک منطقه کم و بیش کوچک محدود شده‌اند. به عنوان مثال می‌توان از *A. ovinus*، *A. chrysostachys*، *A. iranicus*، *A. aegabromus* و *A. glaucacanthus* نام برد که همگی تقریباً در ایران محدود هستند (شکل ۵).



شکل ۵- حداکثر فاصله بین یک زوج از مشاهدات مربوط به یک گونه (MaxD) براساس ترتیب گونه‌ها (راست) و مقایسه همزمان MaxD و تعداد مشاهدات (چپ).

Fig. 5. Maximum distance between two observations of each species (MaxD) (right) and comparison between MaxD and number of observations (left).



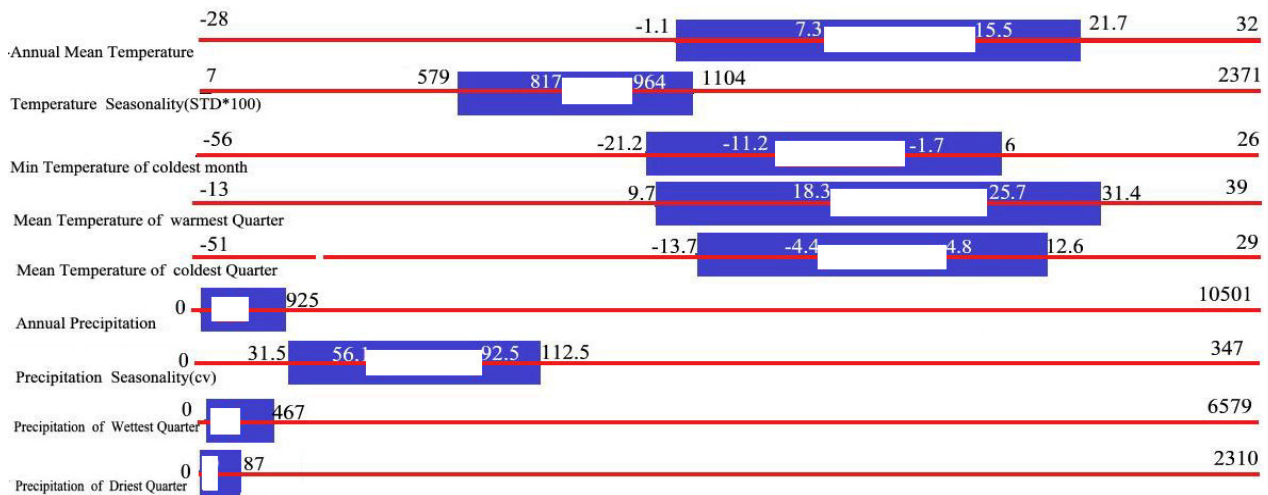
شکل ۶- توزیع ارتفاعی گروه‌های گونه‌ای مختلف گون.

Fig. 6. *Astragalus* species group richness by altitude.

میانگین ارتفاعی حدود ۲۵۰۰ متر در کوه‌های هندوکش و مناطق اطراف آن حضور دارند.

مدل‌سازی آشیان اکولوژیک (Ecological Niche Modeling) (Bioclimatic) به منظور یافتن شرایط زیست اقلیمی موثر بر پراکنش گون در دنیای قدیم و ارزیابی شرایط بهینه اکولوژیک برای رویش گون، مدل‌سازی آشیان اکولوژیک صورت گرفت. ارتباط جنس گون با ۹ متغیر زیست‌اقلیمی در شکل ۷ نشان داده شده است.

مقایسه بخش‌های مختلف تفاوت‌های بیشتری را آشکار می‌کند. بعضی از آنها را می‌توان به طور مشخص متعلق به مناطق کم‌ارتفاع و پست معرفی کرد. *Chronopus Bucerates*، میانگین ارتفاعی آنها کمتر از ۱۱۰۰ متر است. در مقابل تعدادی از بخش‌ها ارتفاع‌پسند هستند. به عنوان نمونه *Phyllolobium* و *Skythropos* با میانگین ارتفاعی بیش از ۳۰۰۰ متر به طبقه آlpین همالیا تعلق دارند و *Aegacantha* با



شکل ۷- ارتباط جنس گون با متغیرهای زیست اقلیمی. ابتدا و انتهای هر یک از خطوط دامنه نوسان جهانی متغیر مربوطه را نشان می‌دهد. محدوده مورد پسند این جنس (شامل ۹۵ درصد از مشاهدات) و اقلیم بهینه آن (شامل ۵۰ درصد از مشاهدات) به ترتیب با مستطیل سیاه و سفید مشخص شده است.

Fig. 7. Relationship between *Astragalus* and bioclimatic variables. Beginning and end of each line indicates the global range of variables. Preferential climate of genus (including 95% of observations) and optimal climate for it (including 50% of observations) indicated respectively by black and white rectangular.

مربوط به مقایسه گروه‌های گونه‌ای به صورت میانگین نشان داده شده است و در مورد تمام بخش‌های یک گروه به طور یکسان صدق نمی‌کند. به طور مثال بعضی از بخش‌های کرک دوشاخه مانند *Ammodendron* و تا حدودی *Erioceras* به شدت محدود به مناطق گرم و خشک می‌باشند. واکنش گروه‌های گونه‌ای مختلف نسبت به عامل نوسان سالانه دما چندان متفاوت نیست و تفاوت در ارتفاع نمودارها بیشتر ناشی از یکسان نبودن تعداد مشاهدات می‌باشد (شکل C۸). گرچه بعضی از بخش‌ها وضعیت خاصی را نشان می‌دهند. به طور مثال بخش *Pterophorous* مقایسه با سایر کرک ساده‌های چوبی در مناطقی با نوسان کمتر در دمای سالانه زندگی می‌کند.

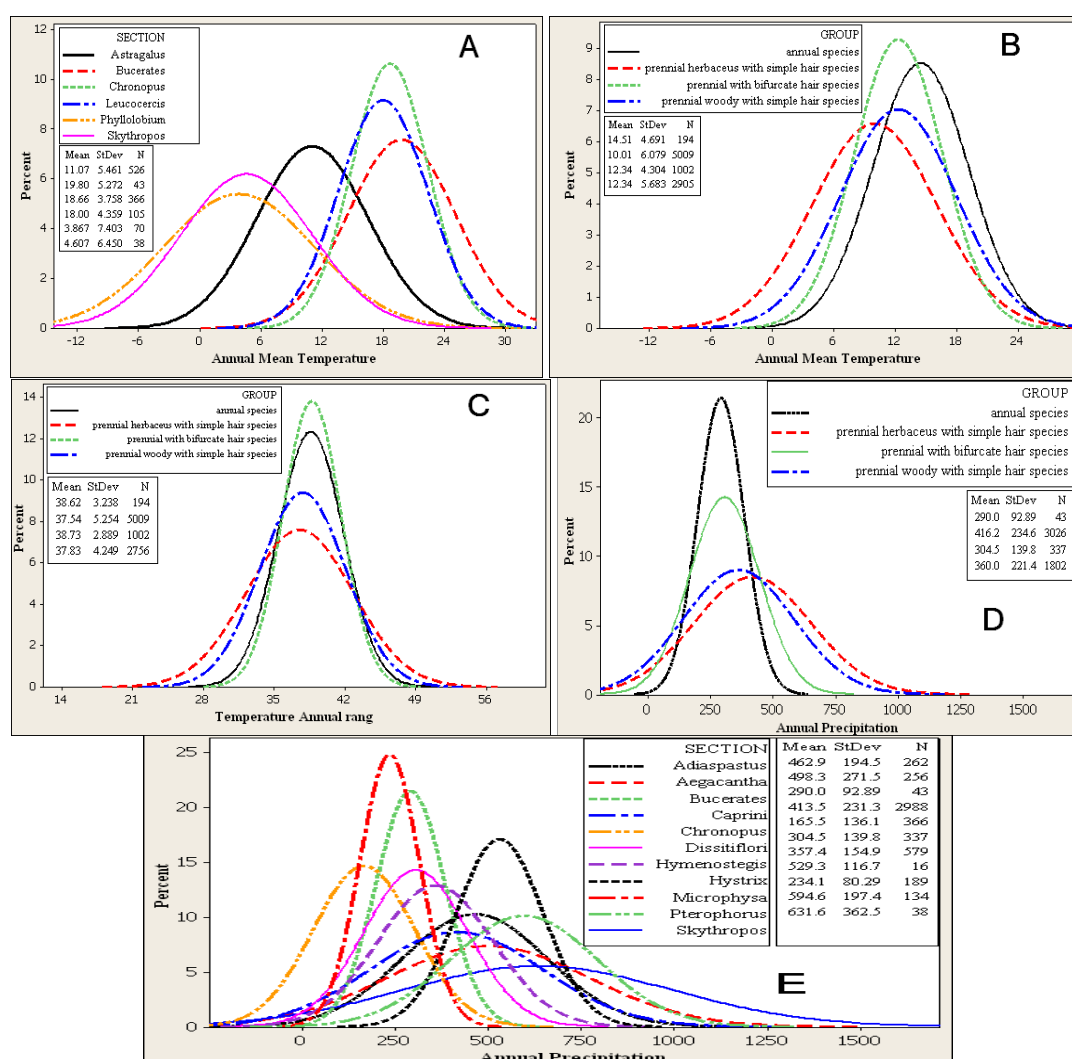
الگوی بارشی گونه‌های کرک دو شاخه تا حدودی شبیه به یکساله‌ها می‌باشد و این دو گروه در مقایسه با کرک ساده‌ها به نسبت مقاومت بیشتری در برابر خشکی نشان می‌دهند (شکل D۱۰). کرک ساده‌های علفی در مقایسه با چوبی‌ها به طور میانگین در مناطق مرطوب‌تری حضور دارند. بررسی بخش‌ها جزئیات دقیق‌تری از الگوی بارشی جنس گون را آشکار می‌کند. اغلب تشابه در الگوی پراکنش به وسیله تشابه اقلیمی نیز تایید می‌شود. این وضعیت به عنوان مثال در مورد بخش‌های *Incani* و *Hymenostegis* دیده می‌شود. اما این قاعده همیشه درست نیست. به طور مثال، با وجود این که دو بخش *Chronopus* و *Bucerates* الگوی انتشار کاملاً مشابهی دارند (شکل ۴)، اما به طور آشکاری *Chronopus* در برابر خشکی مقاومتر است (شکل E۱۰). در حالی که، *Bucerates* در شرایط اقلیمی مشابه

به منظور تعیین نحوه تاثیر پارامترهای اقلیمی استفاده شده در این مطالعه، آنالیز مولفه‌های اصلی (PCA) مورد استفاده قرار گرفت. این آنالیز نشان داد که عوامل اقلیمی موثر را می‌توان در سه گروه قرار داد. گروه اول میانگین دمای سالانه به همراه سایر متغیرهای دمایی هستند که با الگوی مشابهی تاثیر می‌گذارند. بارش سالانه و دو متغیر دیگر وابسته به بارش نیز هم‌راستا با هم اما در جهتی متفاوت با متغیرهای دمایی موثر می‌باشند. نحوه تاثیر عامل فصلی دما، که میزان غیریکنواختی دما را در طول سال نشان می‌دهد، در جهتی متفاوت با هر دو گروه قبلی می‌باشد. بنابراین، در ادامه برای مقایسه گروه‌های گونه‌ای مختلف فقط از سه متغیر میانگین دمای سالانه، بارش سالانه و نوسان سالانه دما استفاده شده است.

در حالی که اکثر بخش‌ها در ارتباط با میانگین دمای سالانه وضعیتی کم و بیش مشابه با بخش *Astragalus* را نشان می‌دهند، تعدادی از بخش‌ها وضعیت کاملاً متفاوتی دارند. به طور مثال بخش‌های *Skytropus* و *Phyllobium* مربوط به مناطق سردسیر در مقابل بخش‌هایی مانند *Bucerates*، *Chronopus*، *Leocercis* و *Poterion* مربوط به مناطق گرم می‌باشند (شکل A۸). به طور کلی، گونه‌های یک‌ساله در مقایسه با چندساله‌ها در مناطق گرم‌تری حضور دارند. در میان چندساله‌ها، کرک دوشاخه‌ای‌ها وضعیتی تقریباً مشابه با کرک ساده‌های چوبی نشان می‌دهند. این در حالی است که کرک ساده‌های علفی در مناطقی زندگی می‌کنند که به طور میانگین دو درجه سردتر است (شکل B۸). البته باید توجه داشت که آمار

زندگی می‌کنند. تمام مشاهدات مربوط به مناطق با بارش بیش از ۲۰۰۰ میلی‌متر مربوط به بخش‌های *Chlorostachys* (۱۴ مشاهده) و *Phyllobium* (۴ مشاهده) می‌باشند. قسمت عمده (حدود ۵۷ درصد) مشاهدات گون مربوط به مناطق نیمه‌خشک و خشک می‌باشد. گون در علفزارهای معتدله نیز حضور دارد و همچنین به مقدار کم در مناطق سردسیر شمالی و به مقدار کمتر در ساوان‌ها مشاهده می‌شود. مرز رویشی این جنس با نزدیک شدن به جنگل‌های خزان شونده معتدله و حاره‌ای به پایان می‌رسد. قابل ذکر است که گون در علفزارهای معتدله، مناطق سردسیر شمالی و در ساوان‌ها با تعداد بسیار کمی از گونه‌های خاصی که عمدتاً چندساله‌های علفی کرک ساده هستند، حضور دارد.

با *Microphysa* و *Campylanthus* که الگوی پراکنش کاملاً متفاوت دارند، می‌روید. در مقابل، گاهی دو آرایه با الگوی انتشار متفاوت دارای میانگین‌های اکولوژیک مشابهی هستند. به عنوان مثال بخش *Oxyglottis* که عموماً یک عنصر البرزی است از نظر نمودارهای اقلیمی شبیه *Microphysa* و *Campylanthus* می‌باشد که به طور مشابهی در زاگرس حضور دارند. بخش *Skytrops* همانند *Phyllobium* متعلق به مناطق نسبتاً مرطوب و سرد بوده و شکل منحنی آن نشان می‌دهد که در عین حال خشکی را نیز به خوبی تحمل می‌کند. *Pterophorus* نیز با حضور در حاشیه مدیترانه از رطوبت نسبتاً خوبی برخوردار است. بخش‌های *Astragalus* و *Alopecuroidei* هم از نظر میزان بارش در شرایطی تقریباً مشابه با *Caprini* و *Adiaspastus*

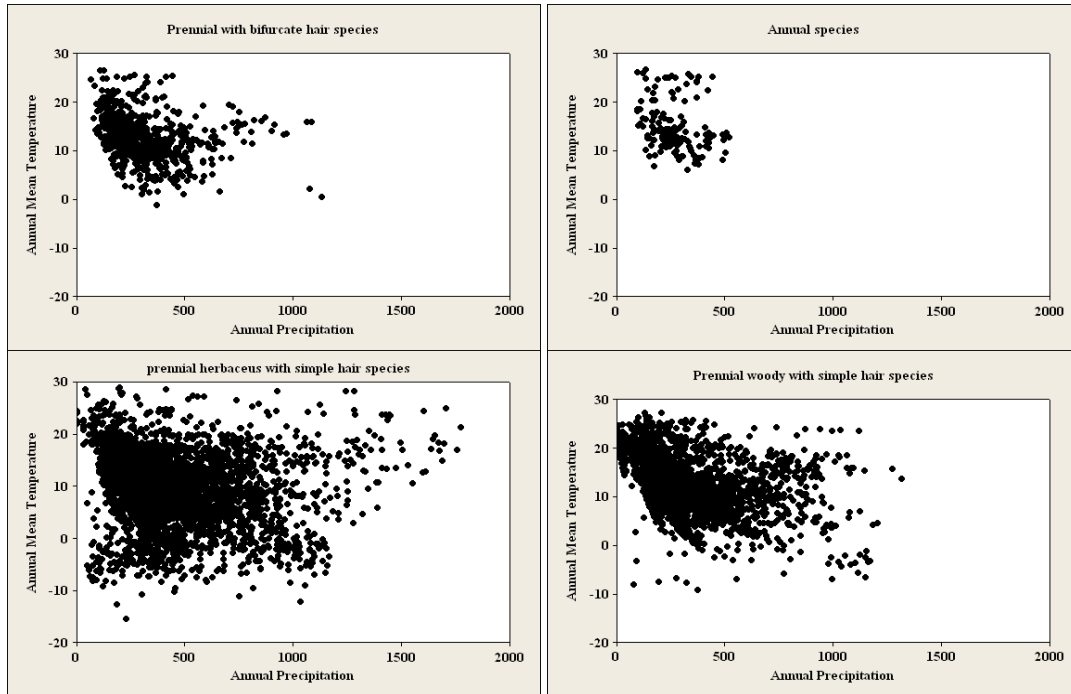


شکل ۸- توزیع مشاهدات گروه‌های گونه‌ای مختلف گون (A, B, C و D) و چند بخش (A و E) در ارتباط با میانگین دمای سالانه (A و B)، میزان بارش سالانه (D و E) و دامنه نوسان سالانه دما (C).

Fig. 8. Distribution of observations of *Astragalus* species groups (B, C and D) and some sections (A and E) in relation to annual mean temperature (A and B), annual precipitation (D and E) and the temperature annual range (C).

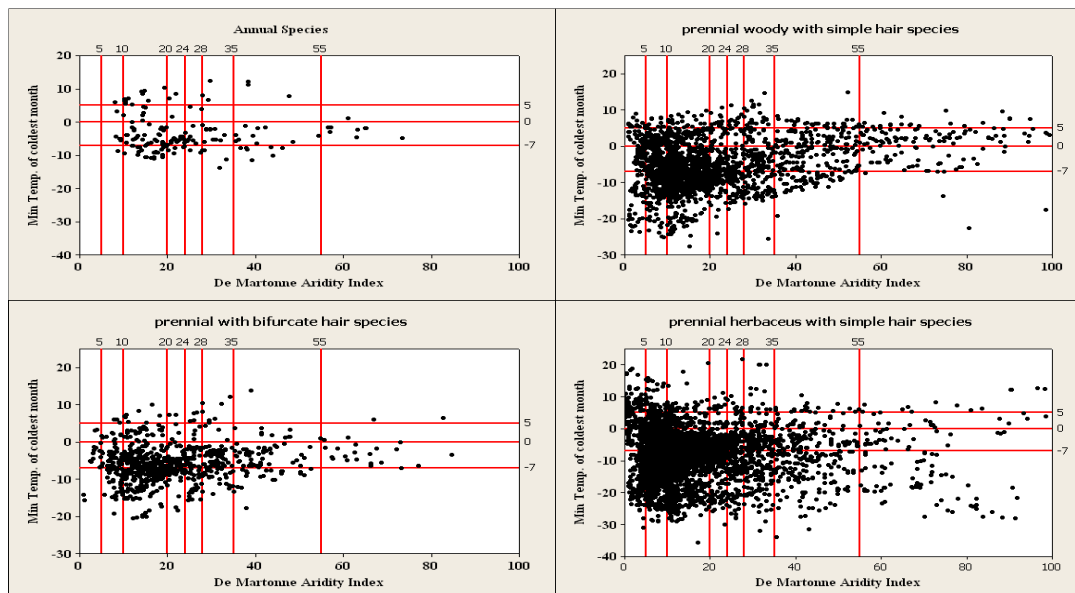
بعضی از گونه‌های خود در سایر اقلیم‌ها نیز مشاهده می‌شود. به طوری که ۶،۴، ۸،۲، ۷،۱، ۸،۴ و ۱۲،۷ درصد از مشاهدات به ترتیب در اقلیم فراهشک، مدیترانه‌ای، نیمه‌مرطوب، مرطوب و بسیار مرطوب قرار می‌گیرند.

براساس پهنه‌بندی اقلیمی حاصل از ضریب خشکی دو مارتن و حداقل دمای سردترین ماه سال قسمت عمده (حدود ۵۷ درصد) مشاهدات گون مربوط به مناطق نیمه‌خشک و خشک از هر دو نوع سرد و بسیار سرد (ارتفاعی) می‌باشد. این جنس با



شکل ۹- توزیع مشاهدات در ارتباط با میانگین دمای سالانه و میزان بارش سالانه.

Fig. 9. Distribution of *Astragalus* observations in relation to annual mean temperature and annual precipitation.



شکل ۱۰- توزیع مشاهدات در ارتباط با ضریب خشکی دو مارتن و حداقل دمای سردترین ماه سال.

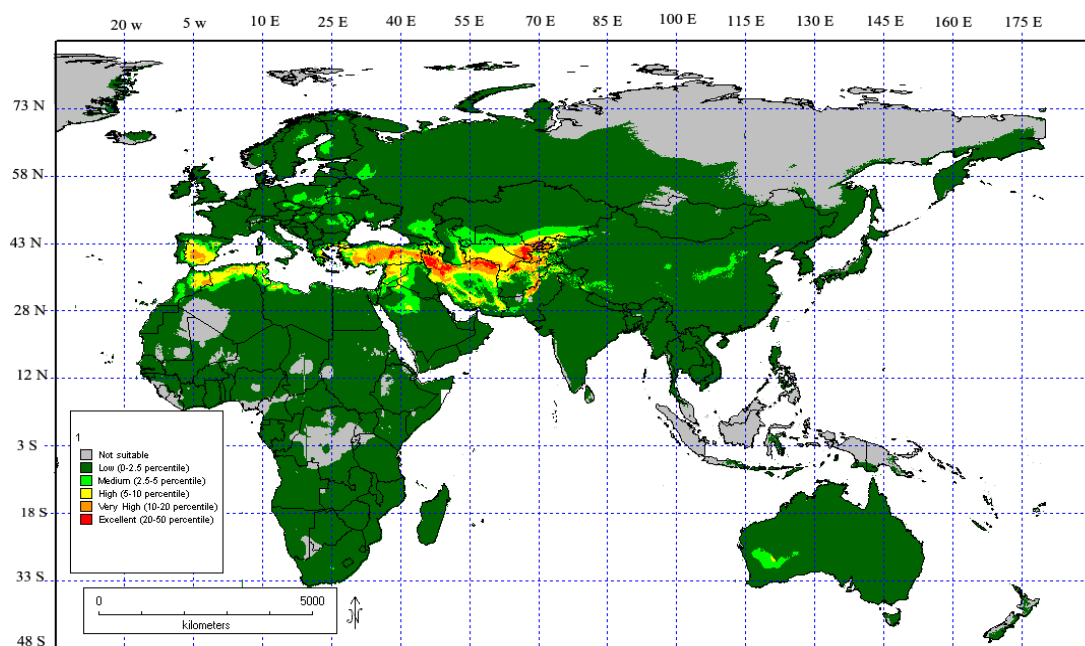
Fig. 10. Distribution of *Astragalus* observations in relation to De Martonne Aridity Index and minimum temperature of coldest month.

قسمتهایی از اروپا، گوشه شمال غربی آفریقا و اسپانیا و پرتغال در مجاورت آن و هم‌چنین، بخش کوچکی در شرق چین چنین وضعی وجود دارد، (۲) دلیل دوم مربوط به جمع‌آوری‌های اندک صورت گرفته از برخی مناطق می‌باشد که احتمالاً در شرق افغانستان چنین شرایطی حاکم است و (۳) آخرین علت هم به تاریخ تکامل برمی‌گردد و همان‌گونه که در قاره اقیانوسیه دیده می‌شود به دلیل جدایی این قاره از دنیای قدیم به طور منطقی امکان حضور گون در آنجا وجود نداشته است. عدم حضور گون در جنوب آفریقا نیز احتمالاً دلایل تکاملی دارد.

سپاسگزاری

نگارندگان بدین وسیله مراتب سپاس خود را از آقایان دکتر یونس عصری و بهنام حمزه به دلیل همفکری‌های ارزشمندشان و آقای مجید آقااحمدی برای ویراستاری و پیشنهادات علمی اعلام می‌دارند.

با توجه به این که بانک اطلاعاتی مورد استفاده در این مطالعه حاصل برداشت و جمع‌آوری سیستماتیک از طبیعت نبوده و همه گونه‌ها را شامل نمی‌شود و از طرف دیگر، چنین داده‌هایی فقط حضور یک گونه را در یک منطقه نشان می‌دهد (نه عدم حضور سایر گونه‌ها را). بنابراین، ارزیابی پتانسیل انتشار گون در دنیای قدیم بعد از انجام مدل‌سازی اکولوژیک با استفاده از متغیرهای زیست اقلیمی می‌تواند بسیار یاری‌دهنده باشد. به این منظور از روش Bioclim تعبیه شده در نرم‌افزار DIVA-GIS استفاده شد. برای حصول اطمینان بیشتر این کار با نرم‌افزارهای دیگری مانند MAXENT نیز تکرار شد و نتایج تقریباً مشابهی به دست آمد. حاصل این ارزیابی به صورت نقشه پیش‌بینی پتانسیل انتشار گون (شکل ۱۱) نشان داده شده است. در بررسی این نقشه نقاطی با پتانسیل بالا برای حضور گون دیده می‌شود که در بانک اطلاعاتی ما مشاهدات اندکی برای این نقاط وجود دارد و یا هیچ گزارشی از آنجا وجود ندارد. این امر می‌تواند ناشی از سه دلیل باشد: (۱) گاهی به علت ناقص بودن بانک اطلاعاتی است که به نظر می‌رسد در مورد



شکل ۱۱- نقشه پیش‌بینی پتانسیل انتشار گون در دنیای قدیم.

Fig. 11. Predict map of the potential distribution of *Astragalus* in the old world.

References

- Barneby, R. 1964. Atlas of North American *Astragalus*. Part I, II. Memoirs of the New York Botanical Garden, 1188 pp., New York.
- Bunge, A. 1868. Generis *Astragali* species gerontogae. Pars prior, calve diagnosticae. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de Saint Pétersbourg 11: 1-160.
- Ghahremaninejad, F. 2004. The sections of *Astragalus* with bifurcating hair in Iran. Turkish Journal of Botany 28: 101-117.

- Gillett, J.B. 1964. *Astragalus* L. (*Leguminosae*) in the Highlands of Tropical Africa (pp. 413–423). Kew Bulletin 17(3).
- Hijmans, R.J., Cameron, S.E., Parra, J.L., Jones, P.G. & Jarvis, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology* 25: 1965–1978.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Bussink, C., Mathur, P., Cruz, M., Barrantes, I. & Rojas, E. 2005b. DIVA-GIS, Version 5 A geographic information system for the analysis of biodiversity data. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI), Lima.
- Lock, J.M. & Simpson, K. 1991. Legumes of West Asia: A check-list. Royal Botanic Gardens, Kew, 619 pp., London.
- Maassoumi, A.A. 1993. Geographical study of the genus *Astragalus* in Iran. *Iranian Journal of Botany* 6(1): 1–136.
- Maassoumi, A.A. 1998. *Astragalus* in the Old World: Check list. Research Institute of Forests & Rangelands, 617 pp., Tehran.
- 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).
- Mahmoodi, M., Maassoumi, A.A. & Hamzeh'ee, B. 2009. Geographical distribution of *Astragalus* (*Fabaceae*) in Iran. *Rostaniha* 10(1): 112–132 (In Persian with English summary).
- Noroozi, J., Akhiani, H. & Breckle, S.W. 2008. Biodiversity and phytogeography of the alpine flora of Iran. *Biodiversity and Conservation* 17: 493–521.
- Podlech, D., Zarre, S. & Maassoumi, A.A. 2001. *Papilionaceae* IV: *Astragalus* II. In: K.H. Rechinger (ed.). *Flora Iranica*, No. 175, Akademische Drucks- und Verlagsanstalt, Graz.
- Podlech, D., Zarre, S. & Maassoumi, A.A. 2010. *Papilionaceae* VI: *Astragalus* IV. In: K.H. Rechinger (ed.). *Flora Iranica*, No. 178, Akademische Drucks- und Verlagsanstalt, Graz.
- Podlech, D. 1986. Taxonomic and phytogeographic problems in *Astragalus* L. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung* 18: 359–378.
- Podlech, D. 1999. *Papilionaceae* III: *Astragalus* I. In: K.H. Rechinger (ed.). *Flora Iranica*, No. 174. Akademische Drucks- und Verlagsanstalt, Graz.
- 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>.
- Whittaker, R.H. 1960. Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs* 30: 279–338.
- Wojciechowski, M.F., Sanderson, B.G. & 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. *Systematic Botany* 24: 409–437.
- Yakovlev, G.P., Sytin, A.K. & Roskov, Y.R. 1996. Legumes of Northern Eurasia: A check-list. Royal Botanic Gardens, Kew, 724 pp., London.
- Zarre, S., Maassoumi, A.A. & Podlech, D. 2008. *Papilionaceae* V: *Astragalus* III. In: K.H. Rechinger (ed.). *Flora Iranica*, No. 177, Akademische Drucks- und Verlagsanstalt, Graz.
- Zhang, M., Kang, Y., Zhou, L. & Podlech, D. 2009. Phylogenetic origin of *Phyllobium* with a further implication for diversification of *Astragalus* in China. *Journal of Integrative Plant Biology* 51(9): 889–899.
- Zohary, M. 1981. On the Flora & Vegetation of the Middle East, structure & evolution. Pp. 1–25. In: W. Frey & H.P. Uerpman (eds). *Beiträge zur Umweltgeschichte des vordern Orients*. Beihefte zum Tübinger Atlas des vordern Orients, Reihe A. No. 8. Reichert, Wiesbaden.