

فیلوژنی بخش *Hololeuce Bunge* از جنس گون (*Astragalus L.*) و گونه‌های مرتبط با آن بر اساس صفات ریخت‌شناسی در ایران

مجید قربانی نهوجی^۱، علی اصغر معصومی^۲، عباس سعیدی^۳، شاهرخ کاظم‌پور اوصالو^۴ و رضا شیخ اکبری مهر^۵
^۱ دانشکده علوم زیستی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۲ گروه پژوهشی کشت و توسعه، پژوهشکده گیاهان دارویی جهاد دانشگاهی، کرج، ایران
^۳ بخش گیاه‌شناسی، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران
^۴ دانشکده مهندسی انرژی و فناوری‌های نوین، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
^۵ گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم زیستی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
^۶ گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه قم، قم، ایران

چکیده

جنس گون (*Astragalus L.*) بزرگترین جنس گیاهان گل‌دار در کشور است که دارای پیچیدگی‌های تاکسونومیک بسیاری است. بخش *Hololeuce Bunge* متعلق به گروه گون‌های *گرک* دوشاخه‌ای ایران است که قرابت زیادی را با بخش مجاور آن *Onobrychoidei DC.* نشان می‌دهد. مجموعه گونه‌های این دو بخش یک گروه پیچیده تاکسونومیک را تشکیل داده‌اند. به طوری که تعیین حدود اعضای مختلف این دو بخش چالش برانگیز بوده و جایگاه دقیق تاکسونومیک آنها مورد بحث است. در این مطالعه با استفاده از ۳۸ صفت ریخت‌شناسی تحلیل فیلوژنتیک گونه‌های این بخش (۹ گونه) به همراه ۱۰ گونه از بخش مجاور انجام گردید. نتایج حاصل در رویکرد ریخت‌شناسی تعدادی از صفات جدید را برای سهولت تفکیک بخش‌ها ارائه نموده است و در رویکرد فیلوژنتیک نشان‌دهنده تک نیا بودن مجموعه این دو بخش است. در حالی که برخی تصحیحات تاکسونومیک نیز پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، بخش *Hololeuce Bunge*، ریخت‌شناسی، گون، فیلوژنی

(Podlech, 1986؛ Lock and Simpson, 1991

.Maassoumi, 1998)

این جنس به طایفه Galegeae از خانواده Fabaceae (زیر خانواده Papilionoideae) تعلق دارد و مرکز

مقدمه

جنس گون (*Astragalus L.*) که تعداد گونه‌های

آن به ۲۵۰۰-۳۰۰۰ گونه می‌رسد اغلب به عنوان بزرگترین جنس نهاندانگان در نظر گرفته می‌شود

Bunge و *Onobrychoidei* DC. هستند که نظرات مختلفی در مورد حدود این بخش‌ها و گونه‌های متعلق به آنها ارائه شده است. گونه‌های بخش *Hololeuce* از مناطق مرکزی آناتولی شروع شده و به سمت مناطق غربی کشیده شده‌اند. نواحی مدیترانه و حاشیه دریای سیاه در ترکیه، ایران، ارمنستان، آذربایجان، گرجستان، عراق، افغانستان، لبنان، تاجیکستان و ترکمنستان از نواحی پراکنش گونه‌های این بخش هستند. ۷ تا ۱۰ گونه از این بخش در ایران گزارش شده است در حالی که ۲ تا ۴ گونه از این میان انحصاری ایران هستند. همچنین بخش *Onobrychoidei* یکی از بخش‌های بزرگ و پیچیده در گروه گون‌های کُرک دو شاخه است که دارای ۸۰ گونه در دنیا بوده ۲۵ تا ۳۰ گونه از آن در ایران گزارش شده‌اند و حدود ۷ تا ۱۱ گونه انحصاری ایران هستند (Maassoumi, 1998, Podlech et al., 2010, 2005).

شبهات‌های بسیاری بین گونه‌های این دو بخش گزارش شده است. تا جایی که جایگاه تاکسونومیک این دو بخش و گونه‌های مربوط به آن از نظر رده‌بندی موضوعی بحث برانگیز بوده و مورد تردید واقع شده است و در برخی موارد گونه‌هایی از این دو بخش به بخش مجاور منتقل شده‌اند. تعیین حدود بخش‌های مذکور و گونه‌های متعلق به آنها یکی از مسأله‌سازترین مباحثات بوده و توسط دانشمندان مختلفی نیز مطرح شده است (Chamberline and Matthews, 1970; Ghahremani-Nejad, Podlech and Sytin, 2002; Maassoumi, 1998, Ekici and Ekim, 2004, 2004, 2005).

اصلی پراکنش آن نواحی خشک و نیمه خشک کوهستانی نیمکره شمالی است. بیشترین تنوع آن در ناحیه ایرانی-تورانی در جنوب غرب آسیا با حدود ۱۵۰۰ گونه (Maassoumi, 1998)، فلات چین-همیالیا در جنوب آسیای مرکزی با حدود ۵۰۰ گونه (Barneby, 1964)، مرکز آسیا و فلات کلرادو در جنوب غرب آمریکای شمالی است (Polhill, 1981). جنس گون با داشتن بیش از ۸۰۰ گونه که در ۷۰ بخش جای گرفته‌اند، بزرگترین جنس فلور ایران محسوب می‌گردد. به طوری که ۱۰ درصد کل گونه‌های گیاهی ایران را به خود اختصاص داده است (Maassoumi, 1998, 2003, Podlech, 1998). از سوی دیگر وجود ۵۲۷ گونه انحصاری (بیش از ۶۵ درصد) از این میان نشانگر اهمیت فوق‌العاده ایران از نظر تنوع زیستی در این جنس است (Maassoumi, 2005). به همین دلیل این جنس در خانواده Fabaceae دارای بیشترین مشکلات تاکسونومیک در سطوح مختلف رده‌بندی است (Maassoumi, 2005; Podlech et al., 2010).

گون‌های کُرک دو شاخه در زیر جنس *Cercidotrix* Bunge طبقه‌بندی شده‌اند که مشتمل بر ۴۳ بخش و ۶۷۷ گونه هستند. این بخش‌ها به طور عمده در مناطق شوروی سابق، خاورمیانه و غرب آسیا پراکنده‌اند (Maassoumi, 1998; Ghahremani-Nejad, 2004). همانند گروه گون‌های کُرک ساده، گون‌های کُرک دو شاخه نیز در بخش‌های مختلفی جای گرفته‌اند که بسیاری از این بخش‌ها شامل تعداد زیادی گونه بوده و گروه‌های پیچیده تاکسونومیک را تشکیل داده‌اند. از جمله این گروه‌ها بخش‌های *Hololeuce*

مجزا با همین نام قرار داده و آن را از بخش‌های *Onobrychoidei* و *Hololeuce* مجزا کرد. اما بعدها نشان داده شد که تورم کاسه گل صفت ثابت و بدون تغییری نبوده همپوشانی زیادی از نظر این صفت بین این گونه و جمعیت‌های مختلف گونه‌های بخش‌های مجاور وجود دارد. لذا این تقسیم‌بندی تغییر کرد و این بخش با بخش *Onobrychoidei* مترادف (سینونیم) گردید (Chamberline and Matthews, 1970). این اختلاف نظرها حتی در سطح زیر جنس نیز ادامه داشته است. چرا که Podlech (۱۹۸۲ و ۱۹۹۴) این گونه را در زیر جنس *Cercidotrix* قرار داده است اما Maassoumi (۱۹۹۸) به قرارگیری این گونه در زیر جنس *Calycosystis* Maassoumi اشاره کرده است.

Kazempour Osaloo و همکاران (۲۰۰۳، ۲۰۰۵) بر اساس داده‌های مولکولی ITS nrDNA روابط فیلوژنی و موقعیت بخش *Hololeuce* و خویشاوندان آن را در چارچوب فیلوژنی کل جنس گون مطالعه کردند. بر اساس نتایج تحقیقات آن‌ها هر چند تعداد معدودی از گونه‌های این دو بخش استفاده شد، اما به نظر می‌رسد که این دو بخش یک گروه تک تبار را تشکیل می‌دهند و روابط بین این گروه‌ها با قرار گرفتن در یک تبار پلی‌تومیک به صورت حل نشده باقی مانده است. از طرف دیگر نتایج تحقیقات دیگری نیز نشان داده است که صفات ریخت‌شناسی برای مطالعه فیلوژنی جنس گون در سطح بخش و پایین‌تر از آن مناسب است (Sanderson and Liston, 1995). بنابراین، هدف از این تحقیق بازسازی فیلوژنی بخش *Hololeuce* و تعدادی از گونه‌های بحث برانگیز این بخش با بخش‌های مجاور آن است که با استفاده از صفات ریخت‌شناسی انجام می‌گردد.

تاکنون بهترین صفت مشخصه‌ای که در جدایی گونه‌های این دو بخش تا حدودی مفید و مؤثر واقع شده است حضور ساقه‌های کوتاه و طوقه‌ای بخش *Hololeuce* است در حالی که گونه‌های بخش *Onobrychoidei* ساقه‌هایی کاملاً وسیع و گسترده دارند. اما در عمل شکل‌های بینابینی زیادی برای برخی گونه‌ها وجود داشته و گزارش شده است (Maassoumi, 2005). به همین دلیل در مورد جایگاه قرارگیری گونه‌های مختلف نیز اختلاف نظرهای زیادی وجود دارد. برای مثال گونه‌های *A. psoraloides* Lam. و *A. xerophilus* Ledeb. در فلور شوروی در بخش *Hololeuce* قرار گرفته‌اند (Gontcharov et al., 1946). در حالی که در فلور ترکیه این گونه‌ها به بخش *Onobrychoidei* تعلق دارند (Chamberline and Matthews, 1970; Ekici et al., 2011). همچنین فلورا ایرانیکا و جلد پنجم گون‌های ایران این گونه‌ها به ترتیب در بخش‌های مجزای *Hololeuce* و *Onobrychoidei* قرار گرفته‌اند (Maassoumi, 2005; Podlech et al., 2010). به طور مشابه، گونه‌های *A. lilacinus* Boiss. و *A. oligoflorus* Bunge و *A. asciacalyx* Bunge نیز در محدوده بینابینی مرز دو بخش قرار گرفته‌اند و صرفاً بر اساس اندازه کاسه و اندازه درفش در بخش *Onobrychoidei* قرار گرفته‌اند اما این تفکیک خیلی دقیق نبوده و لذا در برخی موارد در شناسایی این گونه‌ها مشکلاتی بروز می‌کند (Maassoumi, 2005; Podlech et al., 2010). گونه *A. asciacalyx* در تحقیقات مختلف بسیار مورد بحث و اختلاف نظر بوده است. Bunge (۱۸۶۸) با توجه به متورم بودن کاسه گل این گونه را در یک بخش

مواد و روش‌ها

با بررسی و استفاده از نمونه‌های هرباریومی موجود در مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) تعداد ۹ گونه از بخش *Hololeuce* به همراه ۱۰ گونه از بخش *Onobrychoidei* که شامل گونه‌های مورد بحث نیز است (تقسیم‌بندی‌ها با توجه به تقسیم‌بندی فلورا ایرانیکا و گون‌های ایران - جلد پنجم) بررسی شدند. بخش‌های *Caraganella* Bunge و *Incani* DC. از لحاظ ریخت‌شناختی (جویی بودن) از سایر بخش‌های زیر جنس *Cercidothrix* هم‌چنین نتایج مطالعات فیلوژنی جنس گون بر اساس داده‌های nrDNA ITS نیز جدایی قابل توجه این دو بخش را از سایر بخش‌های این زیر جنس نشان داده است (Kazempour Osaloo et al., 2003, 2005). لذا، برای تعیین قطیبت حالات صفات به ترتیب از گونه‌های *A. stocksii* Benth. Ex Bunge و *A. supervises* Sheld. (متعلق به بخش‌های نام‌برده) به عنوان برون‌گروه استفاده شد (جدول ۱).

در این تحقیق، با بررسی منابع مروری مختلف تعداد ۳۸ صفت ریخت‌شناسی (۲۴ صفت مربوط به اندام زایشی و ۱۴ صفت مربوط به اندام رویشی) انتخاب شده و حالات مختلف آن صفات ارزیابی گردید (Ekici and Ekim, 2004; Maassoumi, 2005; Ranjbar et al., 2007; Podlech et al., 2010; Ekici et al., 2011). حالت‌هایی که برای صفات کمی تعریف شدند به صورت مجزا و مشخص (disceret) بودند به طوری که محدوده حالات تعریف شده صفات با

یکدیگر همپوشانی نداشته باشند. برای صفات کیفی دو حالتی و چندحالتی نیز کدگذاری‌های متناسب آنها انجام گردید. در مورد گونه‌هایی که یک صفت مورد نظر برای آن گونه مشخص نیست علامت ؟ در نظر گرفته شد و بدین ترتیب، ماتریس داده‌ها تشکیل گردید (جدول ۲).

تحلیل کلادیستیک ماتریس داده‌ها با استفاده از الگوریتم‌های پارسیمونی در نرم‌افزار PAUP نسخه 4b10 (Swofford, 2002) و با استفاده از روش بیشینه صرفه‌جویی (Maximum Parsimony) انجام شد. برای انجام این روش جستجوی ابتکاری (Heuristic search) تحت معیار نامرتب (Unordered) و با استفاده از تکنیک دو نیمه‌سازی و اتصال مجدد درخت (TBR, Tree Bisection and Reconnection) و روش بهینه‌سازی حالات صفات ACCTRAN استفاده شد. ابتدا همه صفات به صورت هم‌وزن (Equal weighting) وارد تحلیل شدند. کلیه صفات وارد شده از نظر پارسیمونی حاوی اطلاعات بودند. به منظور کاهش اثر هم‌پلازی در میان صفات ریخت‌شناختی جنس گون، روش وزن‌دهی مجدد (Reweighting) با استفاده از شاخص RC (Rescaled Consistency Index) به کار برده شد و این کار تا زمانی که ارزش وزن‌دهی درخت، توپولوژی درخت و طول درخت بعد از دو تکرار در دو تحلیل مجزا تغییر نیابد، ادامه یافت (Farris, 1969, 1989). در نهایت، برای تعیین حدود اطمینان تبارنماها از روش بوت‌استرپ با ۱۰/۰۰۰ تکرار و انتخاب جستجوی full heuristic استفاده شد (Felsenstein, 1985).

جدول ۱- صفات ریختی استفاده شده و کدگذاری حالت‌های مربوط به صفات

صفت	حالات صفات
۱ ارتفاع گیاه (سانتی‌متر)	کمتر از ۱۰ = ۰، بین ۱۰ تا ۵۰ = ۱، بیشتر از ۵۰ = ۲
۲ حالت ساقه	فقط ایستاده = ۰، فقط خوابیده = ۱، ایستاده یا خوابیده = ۲، ایستاده شیاردار
۳ حالت کُرک ساقه	خوابیده = ۰، ایستاده یا نیمه ایستاده = ۱
۴ کُرک سیاه روی ساقه	عدم حضور = ۰، حضور = ۱
۵ طول کُرک ساقه (میلی‌متر)	کمتر از ۱ = ۰، بیشتر از ۱ = ۲
۶ طول گوشوارک (میلی‌متر)	کمتر از ۲ = ۰، بین ۲ تا ۵ = ۱، بیشتر از ۵ = ۲
۷ رنگ کُرک گوشوارک	فقط سفید = ۰، سفید آمیخته با سیاه = ۱
۸ رنگ گوشوارک	متماایل به سبز = ۰، سفید و غشایی = ۱، قهوه‌ای و متماایل به تیره = ۲
۹ طول برگ (سانتی‌متر)	کمتر از ۲ = ۰، بین ۲ و ۷ = ۱، بیشتر از ۷ = ۲
۱۰ تعداد جفت برگچه	کمتر از ۳ = ۰، بین ۳ و ۱۰ = ۱، بیشتر از ۱۰ = ۲
۱۱ نسبت ابعاد برگچه	کمتر از ۱/۵ = ۰، بین ۱/۵ و ۱۵ = ۱، بیشتر از ۱۵ = ۲
۱۲ شکل برگچه	خطی = ۰، بیضوی باریک و کشیده = ۱، بیضوی = ۲، تخم‌مرغی = ۳
۱۳ حالت و تراکم کُرک دو طرف برگچه	برابر = ۰، نابرابر و پراکنده = ۱، نابرابر و متراکم = ۲
۱۴ کُرک سیاه دمگل	عدم حضور = ۰، حضور = ۱
۱۵ گل آذین	خوشه تنک = ۰، خوشه متراکم = ۱، تخم‌مرغی یا بیضوی = ۲، کروی = ۳، استوانه‌ای = ۴
۱۶ طول براکنه (میلی‌متر)	کمتر از ۰/۵ = ۰، بین ۰/۵ تا ۳ = ۱، بیشتر از ۳ = ۲
۱۷ نوع کاسه	لوله‌ای = ۰، استکانی = ۱، قوزدار = ۲
۱۸ حالت کُرک کاسه	خوابیده = ۰، ایستاده = ۱
۱۹ تقارن کُرک کاسه	مقارن = ۰، نامقارن = ۱
۲۰ طول کاسه (میلی‌متر)	کمتر از ۵/۵ = ۰، بین ۵/۵ تا ۱۵ = ۱، بیشتر از ۱۵ = ۲
۲۱ حالت دندانه‌های کاسه	برابر = ۰، نابرابر = ۱
۲۲ اندازه دندانه‌های کاسه (میلی‌متر)	کمتر از ۰/۵ = ۰، بین ۰/۵ تا ۳ = ۱، بیشتر از ۳ = ۲
۲۳ کُرک سطح داخلی دندانه‌های کاسه	بدون کُرک = ۰، کُرک دار متراکم = ۱، کُرک دار پراکنده = ۲
۲۴ رنگ گلبرگ	زرد = ۰، صورتی = ۱، بنفش = ۲، آبی = ۳، سفید = ۴
۲۵ نسبت ابعاد درفش	کمتر از ۲/۵ = ۰، بیشتر از ۲/۵ = ۱
۲۶ شکل درفش	بیضوی = ۰، تخم‌مرغی = ۱، بیضوی کشیده و باریک = ۲، لوزی شکل = ۳
۲۷ نوک درفش	نوک کند = ۰، نوک تیز = ۱، نوک چاک‌دار = ۲، نوک بریده = ۳
۲۸ نسبت ابعاد بال	کمتر از ۳/۵ = ۰، بیشتر از ۳/۵ = ۱
۲۹ نسبت ابعاد ناو	کمتر از ۲ = ۰، بیشتر از ۲ = ۱
۳۰ تخمدان پایه‌دار	عدم حضور = ۰، حضور = ۱
۳۱ خامه کُرک دار	عدم حضور = ۰، حضور = ۱
۳۲ شکل میوه	بیضوی یا بیضوی باریک و کشیده = ۰، تخم‌مرغی = ۱
۳۳ مقطع عرضی میوه	در یک وجه محدب = ۰، چهار گوش = ۱
۳۴ نسبت ابعاد میوه	کمتر از ۳ = ۰، بین ۳ تا ۱۵ = ۱، بیشتر از ۱۵ = ۲
۳۵ کُرک روی میوه	عدم حضور = ۰، حضور = ۱
۳۶ حالت کُرک روی میوه	خوابیده = ۰، ایستاده یا نیمه ایستاده = ۱
۳۷ تراکم کُرک روی میوه	پراکنده = ۰، متراکم = ۱
۳۸ کُرک سیاه روی میوه	عدم حضور = ۰، حضور = ۱

جدول ۲- گونه‌های مطالعه شده مشخصات هرباریومی و ماتریس داده‌های تحلیل

نام گونه	بخش	مشخصات و شماره هرباریومی	1111111112222222223333333333 12345678901234567890123456789012345678
<i>A. supervisus</i>	<i>Incani</i>	TARI – 10844	1100?10 22003011120010?10012111000111?0
<i>A. stocksii</i>	<i>Caraganella</i>	TARI – 10802	20010022000301000? 00100001010103000???
<i>A. onobrychis</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 84011	12000111121111321111111213001010011010
<i>A. ascicalyx</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 84173	13100200221101321101011311211000011111
<i>A. brevidens</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 80638	12010112111101211?11011313011000011010
<i>A. cancellatus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 84074	12010110122101320111021313101000001110
<i>A. effusus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 69398	12010111011201311110011213200000001010
<i>A. lilacinus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 58962	120101101111101211?11011203200010001110
<i>A. oligoflorus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 84036	02000101001200110? 1101120120000? 0?????
<i>A. tehranicus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 15069	11000101011100311010011203100000011000
<i>A. vegetus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 80138	100101111111213110?1011103201000011010
<i>A. xerophilus</i>	<i>Onobrychoidei</i>	TARI – 1667	02010110121121311010011203200000010111
<i>A. alyssiformis</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 84119	10001201111101421?10012403201011111111
<i>A. alyssoides</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 80175	12001101111101311?11012301201011101011
<i>A. bicolor</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 29927	12100201221101321?11022303001111101110
<i>A. dzhebrailicus</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 84141	12101211121101311111012213301011111100
<i>A. hajjafanensis</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 80321	02000201111101321?11020303201111101111
<i>A. incertus</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 84170	110002011211013211? 10123102010111?????
<i>A. neochaldoranicus</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 84054	0200120111110131011102240100101? 1?????
<i>A. psoraloides</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 47407	12000111121101321111022303201111101010
<i>A. repentinus</i>	<i>Hololeuce</i>	TARI – 29692	1200021122111032111101220320000? 1?????

نتایج

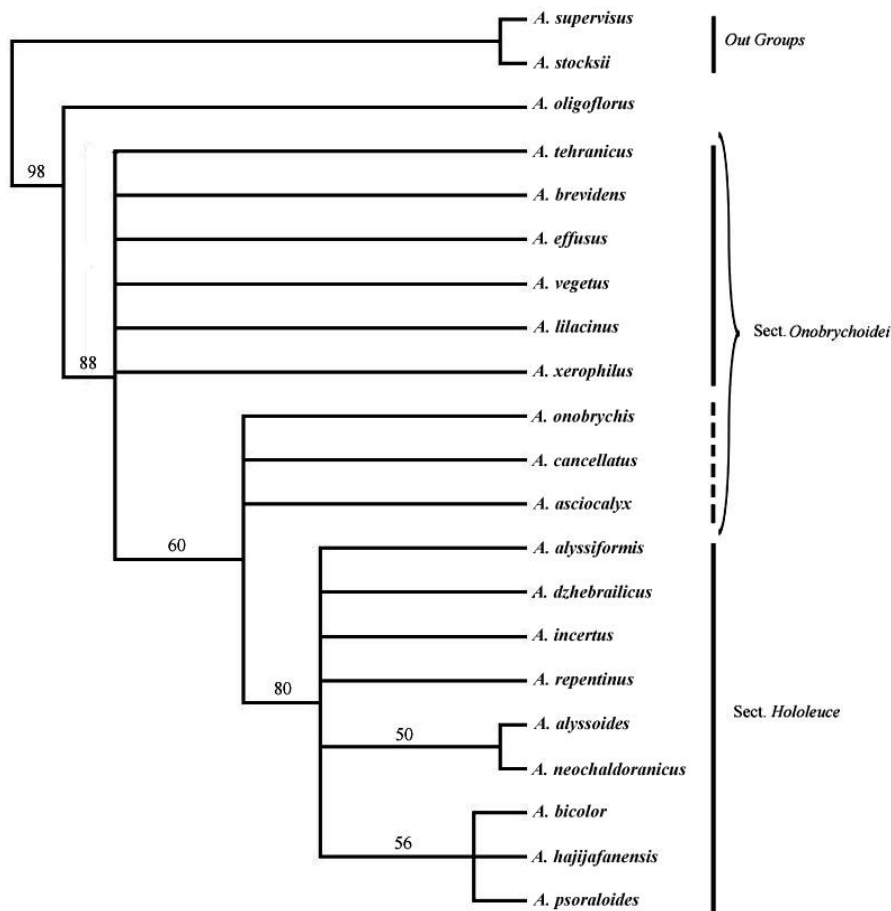
به طول ۲۸/۸ گرام و شاخص‌های آماری، Ci برابر با ۰/۵۷۷، Ri برابر با ۰/۷۵۷ و RC برابر با ۰/۴۳۷ تشکیل گردید. درخت توافقی فشرده ۱۰ کوتاه‌ترین درخت در شکل ۱ ارائه گردیده است.

همان طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود در قسمت بالایی درخت فیلوژنتیک، برون گروه‌ها قرار گرفته‌اند که با حمایت شاخه بالایی (ارزش بوت‌استرپ برابر با ۹۸ درصد) از درون گروه‌ها مجزا شده‌اند. در بالاترین قسمت درون گروه‌های مطالعه شده، گونه *A. oligoflorus* قرار گرفت که با ایجاد یک شاخه

از نتیجه تحلیل ۳۸ صفت ریخت‌شناسی با وزن یکسان برای ۲۱ گونه، ۳۶ کوتاه‌ترین درخت به طول ۱۴۵ گرام به دست آمد. روابط فیلوژنی در میان گونه‌های مطالعه شده در درخت توافقی فشرده ۳۶ درخت مذکور (consensus tree) به وضوح تفکیک نشده است و شاخه‌ها به صورت زنجیره‌ای و به هم پیچیده (chaining) دیده شدند (شکل نشان داده نشده است). پس از تحلیل اولیه، پس از ۳ بار وزن‌دهی مجدد با شاخص RC، طول درخت تغییر نیافته و بنابراین، ۱۰ عدد کوتاه‌ترین درخت

شاخه‌ای چندان قوی را نشان نمی‌دهد (ارزش بوت‌استرپ برابر با ۶۰ درصد). در نهایت، مشاهده می‌کنیم که گونه‌های بخش *Hololeuce* با میزان حمایت شاخه‌ای نسبتاً بالا (ارزش بوت‌استرپ برابر با ۸۰ درصد) از سه گونه دیگر جدا شده، یک زیر گروه مونوفیلیتیک واحد را تشکیل داده‌اند که در قاعده درخت فیلوژنتیکی قرار گرفته است. با در نظر نگرفتن میزان حمایت ناچیز برخی شاخه‌های کوچک درون این گروه که میزان ارزش بوت‌استرپ برابر با ۵۰ و ۵۶ درصد را نشان می‌دهند، می‌توان گفت که با ایجاد یک گروه پلی‌تومیک در این قسمت روابط بین گونه‌های این بخش به صورت حل نشده باقی مانده است.

متوالی (grade) که میزان حمایت شاخه بالایی نیز دارد (ارزش بوت‌استرپ برابر با ۸۸ درصد) از سایر گونه‌های مورد بررسی جدا شده است. سایر گونه‌ها که متشکل از گونه‌های هر دو بخش است تبار مونوفیلیتیک واحدی را تشکیل داده‌اند. در سطح بعد، ملاحظه می‌کنیم که بیشتر گونه‌های مطالعه شده از بخش *Onobrychoidei* با روابطی حل نشده یک گروه پلی‌تومیک را تشکیل داده‌اند. اما در مجاورت (درون) این گروه بزرگ، گونه‌های *A. cancellatus*، *A. ascicalyx* و *A. onobrychis* L. (گونه تیب بخش *Onobrychoidei*) به همراه تمامی گونه‌های بخش *Hololeuce*، زیر گروهی کوچکتر را تشکیل داده‌اند که میزان حمایت



شکل ۱- درخت توافقی فشرده ۱۰ کوتاه‌ترین درخت به دست آمده پس از وزن‌دهی پی در پی با شاخص RC، ارزش بوت‌استرپ بیشتر از ۵۰ درصد روی شاخه‌ها نشان داده شده است.

بحث

در مطالعات تاکسونومیک متعدد اشاره شده است که اعضای بخش‌های *Hololeuce* و *Onobrychoidei* بر اساس اندازه ساقه و میان‌گره‌های ساقه از یکدیگر متمایز بوده و وجود حالت‌های بینابینی مختلف در این گیاهان باعث اختلاف نظرهای متعددی در ارتباط با رده‌بندی و جایگاه تاکسونومیک بخش‌ها و گونه‌های متعلق به آنها بوده است (Maassoumi, 1998, 2005; Ekici and Ekim, Podlech and Sytin, 2002; 2004). با مطالعه نتایج حاضر و بررسی روند تغییرات صفات در گروه‌های مختلف نشان داده شد که صفات مربوط به اندازه ساقه در تفکیک بخش‌های مذکور کارآیی چندانی ندارند. در حالی که برای این منظور صفات دیگری شایستگی بیشتری را نشان داده‌اند. برای مثال، طول گوشوارک در گیاهان بخش *Hololeuce* بین ۲ تا ۵ میلی‌متر است و در بخش *Onobrychoidei* کمتر از ۲ میلی‌متر طول دارد. همچنین، کُرک‌های سطح داخلی کاسه در بخش *Hololeuce* کم و پراکنده هستند در حالی که در بخش *Onobrychoidei* زیاد و متراکم هستند. به همین ترتیب، شکل و مقطع عرضی میوه در بخش *Hololeuce* تخم‌مرغی شکل و حدوداً چهار گوش است، اما در بخش متقابل میوه‌ها بیضوی تا بیضوی کشیده بوده و در مقطع عرضی از یک سمت تحدب دارند. لذا، با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود که برای رده‌بندی و شناسایی بخش‌های مورد مطالعه و تهیه کلیدهای گیاه‌شناسی از صفات مذکور نیز استفاده گردد.

در این مطالعه، در رویکرد فیلوژنتیک می‌توان چنین گفت که علی‌رغم اینکه در ارتباط با گونه *A. oligoflorus* اختلاف نظرهایی در ارتباط با تعلق این

گونه به یکی از بخش‌های مورد مطالعه وجود دارد (Maassoumi, 2005) اما جدایی قابل ملاحظه گونه مذکور با سایر گونه‌های مطالعه شده نشان می‌دهد که احتمالاً این گونه به هیچ کدام از بخش‌های مورد مطالعه تعلق ندارد. انجام مطالعات بیشتر و استفاده از شواهد دقیق‌تر برای مشخص شدن جایگاه تاکسونومیک دقیق این گونه لازم به نظر می‌رسد.

به همین صورت، برای گونه‌های *A. lilacinus* و *A. asciocalyx* که در برخی منابع (Maassoumi, 2005) در مرز بینابینی دو بخش قرار گرفته‌اند و شناسایی آنها دچار اشکالات عمده شده است نیز نشان داده شد که احتمالاً این دو گونه به بخش *Onobrychoidei* تعلق داشته، مرز گونه‌های مذکور با بخش *Hololeuce* شفاف‌تر شده است.

در این مطالعه، گونه‌های *A. psoraloides* و *A. xerophilus* در دو شاخه مجزا قرار گرفته‌اند و این امر نشان‌دهنده تعلق این دو گونه به ترتیب به بخش‌های مجزای *Hololeuce* و *Onobrychoidei* است و تأییدی بر تقسیم‌بندی‌های ارائه شده توسط Podlech و همکاران (۲۰۱۰) و Maassoumi (۲۰۰۵) است.

در زیر گروه کوچکتر بخش *Onobrychoidei* که با خطوط نقطه‌چین در تصویر نمایش داده شده‌اند، گونه *A. asciocalyx* در مجاورت گونه تیپ این بخش (*A. onobrychis*) قرار گرفته است. لذا، این نتیجه‌گیری که *A. asciocalyx* در بخشی مجزا از این بخش تقسیم‌بندی گردد منطقی به نظر نمی‌رسد و این نتیجه با نتایج مطرح شده توسط Chamberline و Matthews (۱۹۷۰) منطبق است. به همین صورت، نتایج نشان داد که تقسیم‌بندی این گونه در زیر جنس *Cercidotrix* که سایر گونه‌های مطالعه شده نیز به آن

نشده است. از طرف دیگر، گونه‌های بخش *Onobrychoidei* دو گروه عمده را تشکیل داده‌اند که با توجه به ضعیف بودن میزان حمایت شاخه‌ای در گروه دوم (خطوط نقطه‌چین) دو گروه نام‌برده را می‌توان به عنوان یک گروه عمده تلقی کرد. در حالی که روابط بین گونه‌های این گونه‌ها نیز به صورت حل نشده نمایش داده شده است. نکته قابل توجه، قرار گرفتن بخش *Hololeuce* به عنوان یک زیرگروه در درون بخش *Onobrychoidei* است که می‌تواند به تغییر جایگاه تاکسونومیک بخش کوچکتر به عنوان یک زیر بخش از بخش بزرگتر اشاره کند. در هر حال، اطلاعات بیشتر و دقیق‌تری در این ارتباط لازم است و باید در آینده مورد بررسی وسیع قرار بگیرد.

تعلق دارند صحیح بوده و مؤید نتایج Podlech (۱۹۸۲)، (۱۹۹۴) است.

همچنین، نتایج نشان می‌دهد که مجموعه گونه‌های متعلق به بخش *Hololeuce* به همراه سایر گونه‌های مطالعه شده از بخش *Onobrychoidei* تک نیا هستند. این نتایج با یافته‌های Kazempour Osaloo و همکاران (۲۰۰۳، ۲۰۰۵) که بر اساس داده‌های مولکولی (nrDNA ITS) انجام شده بود مطابقت دارد. همان‌طور که در درخت فیلوژنتیک نیز دیده می‌شود گونه‌های بخش *Hololeuce* با حدود اطمینان زیادی از حمایت شاخه‌ها گروهی تک تبار را تشکیل داده‌اند که در درون توده عمومی گونه‌های بخش *Onobrychoidei* قرار گرفته است اما روابط بین گونه‌های آنها نشان داده

منابع

- Barneby, R. (1964) Atlas of North American *Astragalus*. Memoirs of the New York Botanical Garden 13: 1-1188.
- Bunge, A. (1868) Generis Astragali species gerontogaeae. Pars prior, daves diagnosticae. Memoirs of Academic Imperial Scientists 11/16: 1-140
- Chamberline, D. F. and Matthews, V. A. (1970) *Astragalus* L. In: Flora of Turkey and the East Aegean Islands (ed. Davis, P. H.) 3: 49-254. Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Ekici, M. and Ekim, T. (2004) Revision of Section *Hololeuce* Bunge of the genus *Astragalus* L. (leguminosae) in Turkey. Turkish Journal of Botany 28: 307-347.
- Ekici, M., Akan, H. and Aytac, Z. (2011) Taxonomic revision of *Astragalus* L. section *Onobrychoidei* DC. (Fabaceae) in Turkey. Turkish Journal of Botany 35:1-73.
- Farris, J. S. (1969) A successive approximation approach to character weighting. Systematic Zoology 18: 374-385.
- Farris, J. S. (1989) The retention index and the rescaled consistency index. Cladistics 5: 417-419.
- Felsenstein, J. (1985) Confidence limits on phylogenies: An approach using the bootstrap. Evolution 39: 783-791.
- Ghahremani-Nejad, F. (2004) The sections of *Astragalus* L. with bifurcating hairs in Iran. Turkish Journal of Botany 28: 101-117.
- Gontcharov, N. T., Borissova, A. G., Gorshkova, S. G., Popov, M. G. and Vasilchenko, I. T. (1946) *Astragalus*. In: Flora of USSR (eds. Komarov, V. L. and Shishkin, B. K.) 12: 357-389. Izdatel'stvo Akademii Nauk SSSR, Moscow.

- Kazempour Osaloo, Sh., Maassoumi, A. A. and Murakami, N. (2003) Molecular systematics of the genus *Astragalus* L. (Fabaceae): phylogenetic analysis of nuclear ribosomal DNA internal transcribed spacers and chloroplast gene *ndhF* sequences. *Plant Systematics and Evolution* 242: 1-32.
- Kazempour Osaloo, Sh., Maassoumi, A. A. and Murakami, N. (2005) Molecular systematics of the Old World *Astragalus* (Fabaceae) as inferred from nrDNA ITS sequence data. *Brittonia*. 57: 367-381.
- Lock, J. M. and Simpson, K. (1991) Legumes of west Asia, a check list. Royal Botanical Gardens Kew.
- Maassoumi, A. A. (1998) *Astragalus* in the Old World, check-list. Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran.
- Maassoumi, A. A. (2003) Papilionaceae I (*Astragalus*). In: Flora of Iran, the genus *Astragalus* in Iran (eds. Assadi, M. and Maassoumi, A. A.) 43: 1-386. Research Institute of Forests and Rangelands Publications, Tehran.
- Maassoumi, A. A. (2005) The genus *Astragalus* in Iran, Vol. 5. Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran.
- Podlech, D. (1982) Neue aspekte zur evolution und gliederung der gattung *Astragalus* L. *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung Munchen* 18: 359-378.
- Podlech, D. (1986) Taxonomic and phytogeographical problems in *Astragalus* of the Old World and south-west Asia. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* 89B: 37-43
- Podlech, D. (1994) Revision der altweltlichen anuellen Arten der Gattung *Astragalus* L. (Leguminosae). *Sendtnera* 2: 39-170.
- Podlech, D. (1998) Phylogeny and progression of characters in Old World *Astragali* (Leguminosae). In: Floristic Characteristics and Diversity of East Asian Plants, (eds. Zhang, A. and Wu, S.) 405-407. China Higher Education Press, Beijing.
- Podlech, D. and Sytin, A. (2002) New species of *Astragalus* L. (Leguminosae) sect. *Hololeuce*, *Onobrychoidei*, *Ornithopodium* and *Synochreati* and a new section *Baldaccia*. *Sendtnera* 8: 155-166.
- Podlech, D., Zarre, Sh., Massoumi, A. A., Ekici, M. and Sytin, A. (2010) Papilionaceae VI: Astragaleae. In: Flora Iranica (ed. Rechinger, K.H.) 178: 1-430. Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Gruz-Austria.
- Polhill, R. M. (1981) Galegeae. In: Advances in legume systematics, (eds. Polhill, R. M. and Raven, P. H.) 1: 357-363. Royal Botanical Gardens, Kew.
- Ranjbar, M., Rahimi Nejad, M. R. and Maassoumi, A. A. (2007) Notes on the short-stemmed species of *Astragalus* sect. *Onobrychoidei* (Fabaceae) in Iran. *Willdenowia* 37: 305-312.
- Sanderson, M. J. and Liston, A. (1995) Molecular phylogenetic systematic of Galegeae, with special reference to *Astragalus*. In: Advances in Legume systematic (eds. Crisp, M. and Doyle, J. J.) 7: 331-350. Royal Botanical Gardens. Kew.
- Swofford, D. L. (2002) PAUP: Phylogenetic Analysis Using Parsimony (and other methods), ver. 4.0b10. Sinauer.

Phylogeny of *Astragalus* L. Sect. *Hololeuce* Bunge and related species based on morphological characters in Iran

**Majid Ghorbani Nahooji^{1,2}, Ali Asghar Maassoumi³, Abbas Saidi⁴
Shahrokh Kazempour Osaloo^{5*} and Reza Sheikh Akbari Mehr^{1,6}**

¹ Faculty of Biological Sciences, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

² Department of Cultivation and Development, Institute of Medicinal Plants, ACECR, Karaj, Iran

³ Botany Division, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran

⁴ Faculty of Energy Engineering and New Technologies, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

⁵ Department of Plant Biology, Faculty of Biological Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

⁶ Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, University of Qom, Qom, Iran

Abstract

Astragalus L. is the largest genus of flowering plants in Iran and has various complicated taxonomical difficulties in its classification. *Astragalus* sect. *Hololeuce* Bunge. with its closely related section (Sect. *Onobrychoidei* DC.) comprise a taxonomically complex group within bifurcate hair ones. Delimitation of mentioned sections is the most challenging issues. In this study, 9 species of *Hololeuce* plus 10 species of *Onobrychoidei* were analyzed phylogenetically using 38 morphologic characters. Some new morphological characters were represented as results for simple classification of the studied sections. On the other hand, it was demonstrated that the bulk of two sections constructed a monophyletic group but some taxonomic revisions were suggested.

Key words: Iran, Sect. *Hololeuce* Bunge, Morphology, *Astragalus* L., Phylogeny

* skosaloo@modares.ac.ir