

## فیلوژنی طایفه ی (Scrophulariaceae) Rhinanthae براساس ریخت شناسی

سیمین خوشرنگ گل آور<sup>۱</sup>، شاهرخ کاظم پور اوصالو<sup>۱</sup> و شهریار سعیدی مهرورز<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> گروه علوم گیاهی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه تر بیت مدرس، تهران

<sup>۲</sup> گروه زیست شناسی، دانشکده علوم دانشگاه گیلان، رشت،

### چکیده

پانزده گونه از ۱۰ سرده مربوط به طایفه (Scrophulariaceae) Rhinanthae و دو گونه از دو سرده تیره گل جالیز (Orobanchaceae) بهمراه *Lindenbergia indica* از طایفه (Scrophulariaceae) Gratioleae بعنوان برون گروه (outgroup) برای بازسازی روابط فیلوژنی مورد مطالعه قرار گرفتند. ۲۲ صفت ریخت شناسی انتخاب و حالات صفاتشان برای هر صفت بر اساس مطالعات روی نمونه های هر باریومی و نمونه های جمع آوری شده از محل و منابع منتشر شده موجود بدست آمد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل فیلوژنی نشان می دهد که طایفه Rhinanthae بواسطه قرار گرفتن *eremodoxa Cistanche* و *Orobanche anatolica* (Orobanchaceae) در میان آن، تک تبار نیست. *Lathraea squamaria* بعنوان تاکسون خواهری، با این دو عضو تیره گل جالیز در یک کلاد قرار می گیرد. هر یک از سرده های *Rhynchosocorys* و *Pedicularis* با دو گونه نمونه برداری شده، تاکسونهای تک تباری با ارزش *bootstrap* بالایی اند. در حالیکه *Parentucellia* و *Odontites* ظاهراً تک تبار نیستند. در درخت فیلوژنی حاصل از وزن دهی پی در پی صفات با شاخص *RC* *Rhynchosocorys* با *Pedicularis* تشکیل گروه تک تباری می دهد. روابط فیلوژنی در میان سایر سرده های طایفه بوضوح تفکیک و از نظر آماری بخوبی پشتیبانی نشده است.

واژه های کلیدی: گل میمونی، گل جالیز، طایفه فیلوژنی، صفات ریخت شناسی

### مقدمه

مولکولی (۶ و ۱۲) حاصل از تجزیه و تحلیل توالیهای نوکلئوتیدی سه ژن کلروپلاستی *ndhF*، *rbcL* و *rps2* نشان داد که تیره میمونی تک تبار نیست و مجموعه ای غیر طبیعی از گیاهانی پراکنده در سراسر درخت فیلوژنی راسته Lamiales است. همینطور، طایفه هایی مانند Antirrhineae و Buchnerae، Gratioleae، Rhinanthae هیچکدام تک تبار نمی باشند. بر اساس فیلوژنی مولکولی (۱۲)، طایفه های Buchnerae و Rhinanthae و جنس غیر انگل *Lindenbergia* (Gratioleae) در Orobanchaceae قرار داده شدند. بدین ترتیب همه اعضای Orobanchaceae جز سرده اتوتروف *Lindenbergia* دارای زندگی انگلی هستند و گروه خواهری محسوب می شوند. صفات مشتق شده (آپو مورفیک) که اتصال دهنده *Lindenbergia* به این

طایفه Rhinanthae در محدوده فلور ایرانیکا شامل سرده های *Melampyrum* L.، *Rhynchosocorys* Griseb.، *Bellardia* All.، *Parentucellia* Viv.، *Euphrasia* L.، *Odontites* Zinn، *Bungea* C. A Mey.، *Pedicularis* L.، *Rhinanthus* L. و *Lathraea* L. می باشد (۳ و ۱۳) در این طایفه بجز *Lathraea* که انگل کامل است دیگر اعضای طایفه زندگی نیمه انگلی دارند. جنسهای نیمه انگل کلروفیل دارند و فتوسنتز می کنند اما از طریق اندام مکنده (هاستوریوم) آب را از میزبان خود دریافت می کنند. در اعضای این طایفه، جام گل مانند جام گلهای تیره نعنا اغلب دو لبه است که لب بالایی جام متشکل از دو گلبرگ عقبی است که بیشتر کلاخودی را تشکیل می دهند و لب پایینی جام عمدتاً سه بخشی است. مطالعات فیلوژنی

جستجوی هیورستیک (heuristic) تحت معیار نامرتب (unorderd) و وزن دهی یکسان (equal weighting) با نزدیکترین توالیهای اضافی (addition sequence closest) و جارو کردن شاخه با برش و وصل مجدد شاخه‌ها (Tree bisection-reconnection) با ننگ داشتن ۵ درخت در هر مرحله و بهینه‌سازی صفات (ACCTRAN) انجام شد و ماکزیمم درخت قابل ذخیره (Maxtrees) به تعداد ۲۰۰۰۰ انتخاب شد.

بعد از تجزیه و تحلیل اولیه، وزن دهی صفات با استفاده از شاخص rescaled consistency (RC) و ماکزیمم ارزش بهترین شایستگی (best fit) برای بدست آوردن فرضیات روابط تکاملی تفکیک شده صورت گرفت (۷). وزن دهی مجدد صفات تا زمانی که ارزش وزن دهی، توپولوژی درخت و طول درخت بعد از تکرار در دو آنالیز مجزا تغییر نیافت ادامه داده شد. برای تعیین حدود اطمینان کلادها از روش Bootstrapping با ۱۰۰ بار تکرار و انتخاب جستجوی Heuristic استفاده شد (۸).

#### نتایج

تجزیه و تحلیل فیلوژنی داده‌های ریخت‌شناسی هم وزن، درخت مرکزی ۱۲ تا کوتاهترین درخت به طول ۶۲ (length=62) گام را با شاخصهای آماری  $RI=0.674$ ،  $CI=0.548$  و  $RC=0.37$  ارائه داد (شکل ۱). در درخت مرکزی حاصله، تاکسونهای درون گروهی توده پلی تومی چند شاخه ای را تشکیل می دهند که از پایین به بالا دارای ۸ شاخه تفکیک نشده از درون گروهها شامل بترتیب *Odontites aucheri*، *Odontites verna*، *Bungea trifida*، *Parentucellia latifolia*، *Rhinanthus vernalis* و *Bellardia trixago*، *Parentucellia viscosa* و *Melampyrum caucasicum* می باشد. سپس کلادی از دو گونه *Rhynchochrys maxima* و *Rh.kurdica* (با ارزش bootstrap ۹۲٪) و بعد از آنها کلادی از دو گونه *P. caucasicum* و *Pedicularis sibthorpii* (با ارزش

گیاهان انگل است شامل برگشتگی به سمت خارج لوب abaxial نسبت به لوب adaxial گل، جزئیات ریخت‌شناسی کرک و گل آذین خوشه است (۹). در این مقاله، موقعیت فیلوژنی (تک تباری) طایفه Rhinanthae و بویژه تعیین روابط فیلوژنی جنسهای آن بر اساس صفات ریخت‌شناسی مورد مذاقه قرار می گیرد.

#### مواد و روشها

پانزده گونه از ۱۰ جنس طایفه Rhinanthae و دوگونه از دو جنس Orobanchaceae به همراه *Lindenbergia indica* بعنوان برون گروه (outgroup) برای تعیین قطبیت حالات صفات مورد مطالعه قرار گرفتند (۱۰ و ۱۲).

در این تحقیق ۲۲ صفت ریخت‌شناسی انتخاب شدند و حالت‌های صفت برای هر صفت بر اساس مطالعات انجام شده روی نمونه های هرباریومی موجود در هرباریوم موسسه بررسی آفات و بیماریهای گیاهی (اویسن)، نمونه های موجود در هرباریوم منابع طبیعی ارومیه و نمونه های جمع آوری شده از طبیعت (برای *Rhynchochrys maxima*) با استفاده از منابع موجود (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۱۱ و ۱۳) بدست آمد در مورد گونه های *Melampyrum caucasicum*، *Orobanche anatolica* و *Cistanche eremodox* صفات صرفاً از منابع مذکور انتخاب گردید. نمونه مطالعه شده هرباریومی در جدول ۱ و صفات انتخاب شده در جدول ۲ ارائه شده است. بنابر قرارداد برای هر یک از حالات صفات اعداد ۰، ۱، ۲، ۳، ۴، انتخاب و در مورد گونه هایی که یک صفت مورد نظر برای آن گونه مشخص نمی باشد با علامت (?) تعریف شد. ماتریس داده ها (data matrix) بر اساس صفات در تاکسون (صفات x تاکسون) در جدول ۳ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل ماتریس داده ها بر اساس روشهای ماکزیمم پارسیمونی با استفاده از نرم افزار PAUP (۱۴) بصورت ذیل انجام گردید. تجزیه و تحلیل‌های کلاستیک با استفاده از الگوریتمهای پارسیمونی موجود در نرم افزار PAUP برای

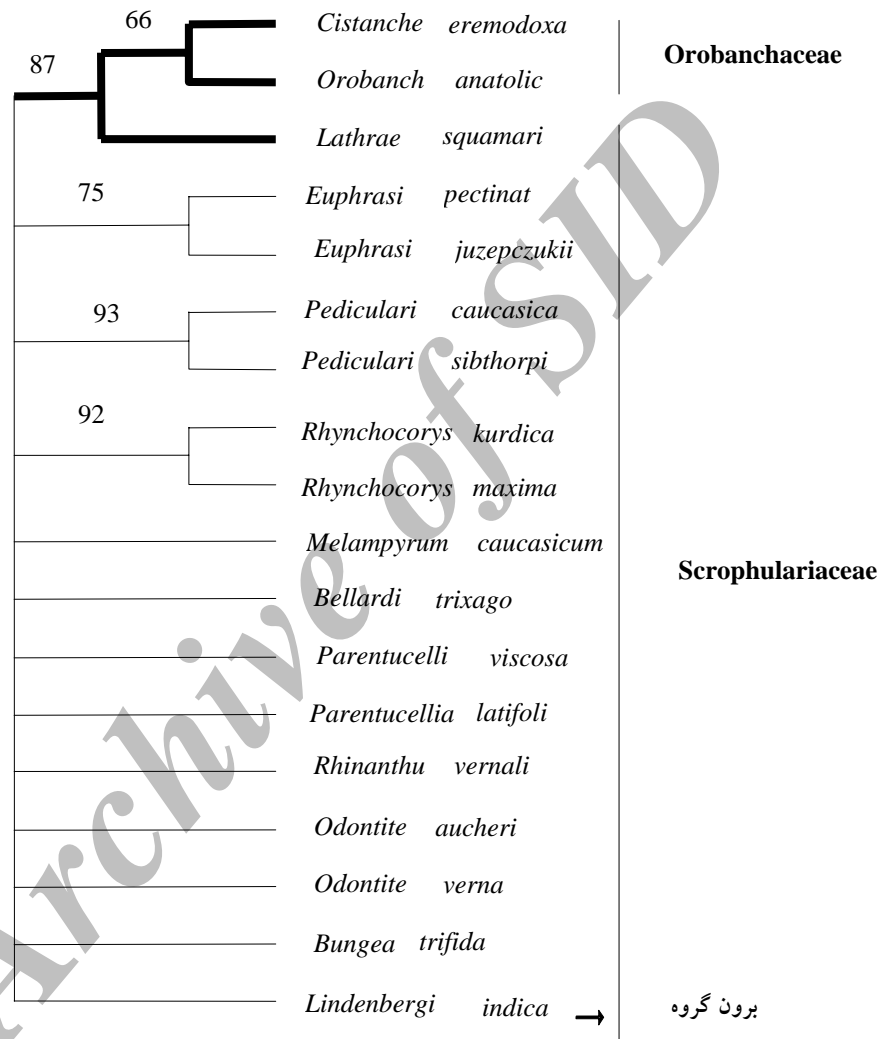
جدول-۱: فهرست نمونه های گونه های مطالعه شده برای تجزیه تحلیل کلاسیک طایفه *Rhinantheae*

| محل نگهداری                        | جمع آوری کننده - شماره نمونه                              | رویشگاه   | گونه                           |
|------------------------------------|---|---|--------------------------------|
| هرباریوم اوین                      | شریف-۶۱۷۶<br>موسوی و تهرانی- بدون ذکر شماره               | گرگان: گنبد، چاتال<br>گرگان: کلاله بطرف مراوه تپه، قریه قوواخ، ۶۰۰-۴۰۰ متر                                    | <i>Bellardia trixago</i>       |
| هرباریوم اوین                      | ایران شهر-۱۴۴۹۳<br>ترمه- بدون ذکر شماره                   | آذربایجان: ۱۲ کیلو متری مرند بطرف صوفیان، ۱۲۰۰ متر<br>کردستان: ۲۵ کیلو متری سنندج بطرف مریوان، ۲۳۵۰-۲۳۰۰ متر  | <i>Bungea trifida</i>          |
| هرباریوم اوین                      | ترمه- ۱۵۳۱۸   | مازندران: کلاردشت، سر چال، کوه سیاه گوک، ۴۲۰۰-۳۶۰۰ متر  | <i>Euphrasia juzepczukii</i>   |
| هرباریوم اوین                      | رشینگر-۶۳۷۶<br>اسفندیاری-۶۵۰۷                             | مازندران: پل زنگوله در دره چالوس<br>گیلان: اسالم، ۱۱۰۰-۱۳۵۰ متر   | <i>Euphrasia pectinata</i>     |
| هرباریوم اوین                      | دانش پژوه-۳۸۷۰۲   | مازندران: میانا شرق سنگ ده، ۱۸۰۰-۱۴۰۰ متر   | <i>Lathraea squamaria</i>      |
| هرباریوم اوین                      | ماکویی- بدون ذکر شماره                                    | بلوچستان: پولان، دشتیاری  | <i>Lindenbergia indica</i>     |
| هرباریوم اوین                      | ترمه و همراهان- بدون ذکر شماره،<br>موسوی - بدون ذکر شماره | تهران: طالقان، دره پی، گراب، کوه گراب، ۲۴۵۰-۲۲۰۰ متر<br>تهران: دربند سر، بوموک                                | <i>Odontites aucheri</i>       |
| هرباریوم اوین                      | گائوبا- بدون ذکر شماره                                    | تهران: کرج  | <i>Odontites verna</i>         |
| هرباریوم اوین و منابع طبیعی اورمیه | ایران شهر و ترمه-۱۴۹۵۳<br>حیدری و لارتنی-۴۶۸۶             | خوزستان: بین هفت تپه و چغازنبیل، ۱۵۰ متر<br>آذربایجان: اورمیه، جزیره کبودان، ۱۵۵۰ متر                         | <i>Parentucellia latifolia</i> |
| هرباریوم اوین                      | میرزایان-۳۲۳۵۸  | گرگان: گنبد، مودی مالک  | <i>Parentucellia viscosa</i>   |
| هرباریوم اوین                      | ترمه- ۱۵۳۱۵   | مازندران: کلاردشت، ۴۱۰۰-۳۶۰۰ متر  | <i>Pedicularis caucasica</i>   |
| هرباریوم منابع طبیعی اورمیه        | علیزاده و قاسمپور-۵۳۷۴<br>علیزاده و قاسمپور-۴۸۷۷          | آذربایجان: مهاباد، ۳۵ کیلومتری جاده بوکان، ۱۷۵۰ متر<br>آذربایجان: بازرگان، دره بایرام گل، ۱۹۰۰-۱۵۵۰ متر       | <i>Pedicularis sibthorpii</i>  |
| هرباریوم اوین                      | میرزایان-۳۲۳۳۷<br>ترمه و همراهان- ۳۲۳۳۶                   | آذربایجان: ۴۳ کیلو متری شمال اسالم، ۱۲۰۰ متر<br>آذربایجان: خوی، پسک، حصار، ۲۰۰۰-۲۱۰۰ متر                      | <i>Rhinanthus vernalis</i>     |
| هرباریوم اوین                      | ایران شهر-۳۹۲۱۴<br>ایران شهر-۱۴۵۶۴                        | لرستان: الیگودرز، در دره و تپه های نزدیک قالیکوه، ۲۲۰۰ متر<br>لرستان: ازنا، اشترانکوه، دره تخت، ۲۲۰۰-۲۴۰۰ متر | <i>Rhynchosorys kurdica</i>    |
| دانشگاه تربیت مدرس                 | خوشرننگ گل آور -۲۰۰۴-۱<br>خوشرننگ گل آور -۲۰۰۴-۲          | گیلان: رشت، جاده پیر بازار به سمت هند خاله<br>گیلان: رشت، جاده لاهیجان  | <i>Rhynchosorys maxima</i>     |

## جدول-۲: صفات و حالت‌های صفت استفاده شده در تجزیه تحلیل کلاسیستیک طایفه Rhinanthae

- ۱- نوع زندگی گیاه: غیرانگل (۰)، نیمه انگل (۱)، انگل (۲)
- ۲- طول عمر گیاه: یکساله (۰)، چند ساله علفی (۱)، چند ساله چوبی (۲)
- ۳- انشعاب در ساقه: ندارد (۰)، دارد (۱)
- ۴- پوشش کرکی: ندارد (۰)، دارد (۱)
- ۵- آرایش برگ در قسمت بالای گیاه: متقابل (۰)، متناوب (۱)
- ۶- شکل برگ: سر نیزه ای - خطی (۰)، خطی سه شاخه (۱)، تخم مرغی بیضوی - مستطیلی (۲)
- ۷- حاشیه برگ: صاف (۰)، دنداندار کم عمق (۱) دنداندار عمیق (شانه ای) (۲)،
- ۸- دمیرگ: ندارد (۰)، دارد (۱)
- ۹- تعداد کاسبرگها: ۵ تا (۰)، چهارتا (۱)، دو تا (۲)
- ۱۰- طول کاسه گل: تا ۱۰mm (۰)، ۱۰-۲۰mm (۱)، بیش از ۲۰mm (۲)
- ۱۱- تقارن کاسه گل: منظم (۰)، دوبله ای (۱)
- ۱۲- وجود دمگل: ندارد (۰)، دارد (۱)
- ۱۳- تقارن جام گل: منظم (۰)، نامنظم (۱)
- ۱۴- رنگ جام: سفید-صورتی (۰)، زرد-ارغوانی (۱)، قرمز (۲)، بنفش (۳)
- ۱۵- موقعیت بساکها: محصور در جام (۰)، تقریباً خارج از جام (۱)
- ۱۶- بساکها: بی نوک (۰)، نوکدار (۱)
- ۱۷- کرک روی بساک: ندارد (۰)، دارد (۱)
- ۱۸- شکفتن بساکها: طولی (۰)، منفذی (۱)
- ۱۹- نیمه بساکها: از هم جدا (۰)، بهم پیوسته (۱)
- ۲۰- آراستارگرده: مشبک (۰)، مشبک میله ای (۱)، چین خورده سوراخدار (۲)، مشبک چین خورده (۳)، زیر زگیلی (۴)
- ۲۱- کلاله: سرسان (۰)، گریزی شکل (۱)، دوبله (۲)
- ۲۲- تعداد دانه: بیشتر از ۱۰ تا (۰)، کمتر از ۱۰ تا (۱)

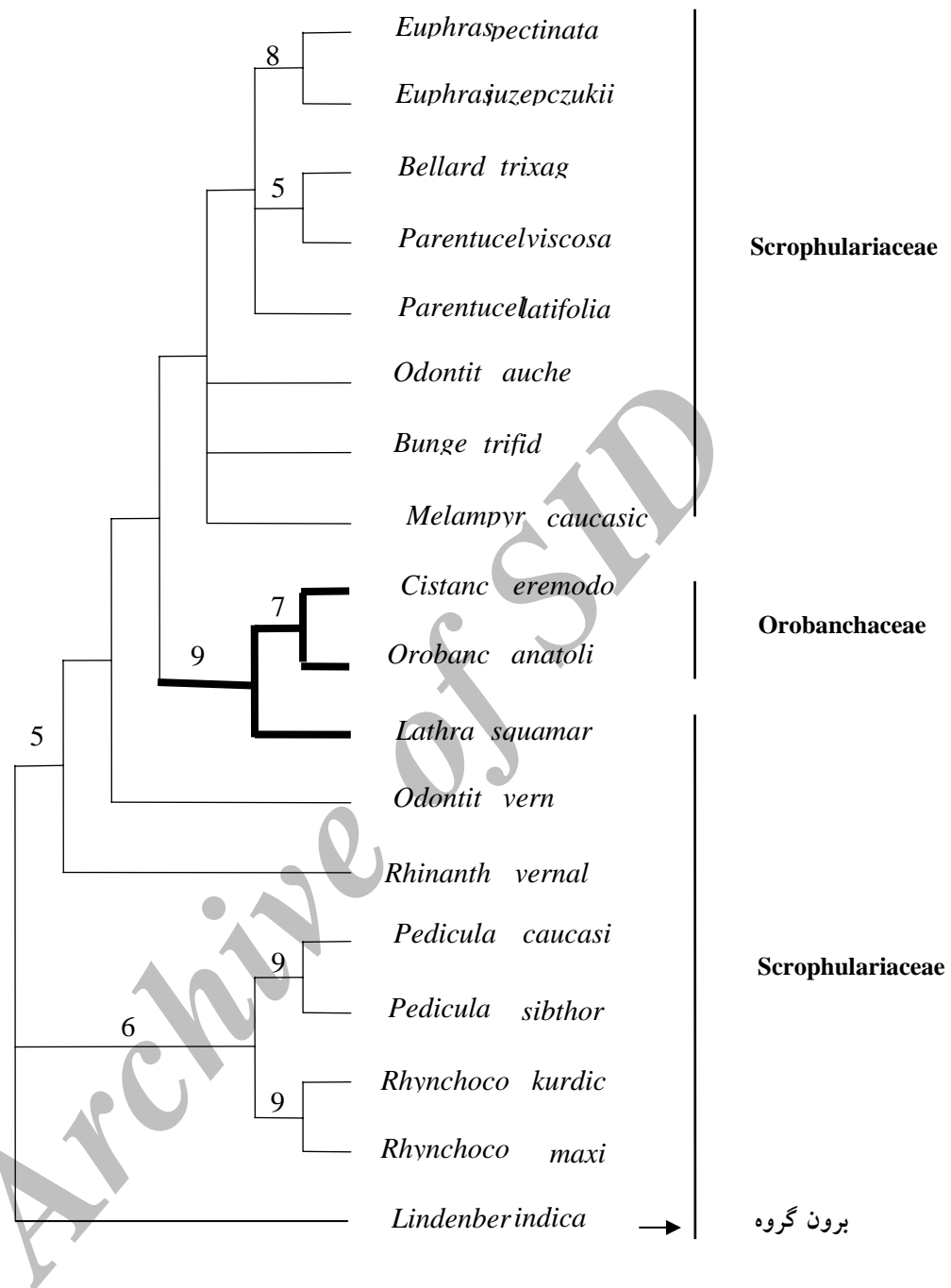
*Cistanche* و *Orobanchae anatolica* و *squamaria* و *eremodoxa* و *O.* قرار دارند که زیر کلاد دو گونه *O.* *eremodoxa* و *anatolica* دارای ارزش bootstrap برابر ۶۶ درصد می باشند. *E. Pectinata* و *Euphrasia juzepczukii* (با ارزش bootstrap ۹۳ درصد) و بالاتر از آنها کلادی با دو گونه کامل (با ارزش bootstrap ۸۷ درصد) به نامهای *Lathraea* و در انتهای درخت سه گونه انگلی



شکل ۱- درخت مرکزی ۱۲ تا کوتاهترین درخت؛ شاخه های تیره نشان دهنده زندگی کاملاً انگلی هستند؛ اعداد روی شاخه ها ارزش Bootstrap می باشند.

و شاخصهای  $CI=0.722$ ,  $RI=0.814$  و  $RC=0.588$  بدست آمد. درخت مرکزی آنها در شکل ۲ ارائه شده است.

پس از آنالیز اولیه (که وزن صفات یکسان بود) صفات براساس شاخص  $RC$  وزن دهی شدند که بعد از ۳ بار تکرار، ۱۳ تا کوتاه ترین درخت به طول ۲۲/۶۷۱۴۳ گام



شکل ۲- درخت مرکزی ۱۳ تا کوتاهترین درخت حاصل از دو بار وزن دهی با شاخص RC؛ شاخه های تیره نشان دهنده زندگی کاملاً انگلی هستند؛ اعداد روی شاخه ها ارزش Bootstrap می باشند؛ ارزشهای کمتر از ۵۰ درصد نشان داده نشدند.

درصد) و دو گونه *Pedicularis sibthorpii* و *P.* *caucasica* (با ارزش bootstrap ۹۴ درصد) است. سپس توده ای از درون گروهها (با ارزش bootstrap ۵۳ درصد) وجود دارند که ابتدا *Rhinanthus vernalis* و

در این درخت، تاکسونهای درون گروه بترتیب از پایین به بالا عبارتند از: اولین کلاد متشکل از دوزیر کلاد (با ارزش bootstrap ۶۷ درصد) شامل *Rhynchocorys* و *Rh. kurdica* و *maxima* (با ارزش bootstrap ۹۳

Buchnereae (هر دو از Schrophulariaceae) به همراه s. str. در Orobanchaceae (sensu Olmstead) قرار داده شدند (۱۲). در درخت های فیلوژنی مولکولی حاصل از توالیهای ژنهای کلروپلاستی *rps2* و *rbcL* گونه ای از سرده *Lathraea clandestina* (L.) با اعضای دیگر Rhinanthae مانند *Rhinanthus cristatus* (۶) و *Bartsia alpina*، *Melampyrum lineare* و *Tozzia alpina* (۱۰) خویشاوند است نه با اعضای Orobanchaceae s. str.

روابط فیلوژنی میان گونه های *Odontites aucheri* و *Bungea trifida* و *Melampyrum caucasicum* مشخص نیست. در مطالعه حاضر، اتحاد *Rhynchocorys* با *Pedicularis* (به ارزش bootstrap ۶۷ درصد) نشانه خویشاوندی نزدیک این دو جنس است (شکل ۲). بر اساس صفات ساختار گل و گرده افشانی با زنبورها، نزدیکترین خویشاوند *Rhynchocorys* را *Pedicularis* ذکر کرده اند (۴). سرده های کم گونه نمونه برداری شده ای مانند *Parentucellia* و *Odontites* از هر کدام دو گونه، تک تبار بنظر نمی رسند. در مقابل دو گونه مورد مطالعه از سرده های بزرگ *Euphrasia* و *Pedicularis* و سرده کوچک *Rhynchocorys* تک تبار هستند. برای تأیید موقعیت فیلوژنی سرده های *Rhynchocorys*، *Bungea*، *Rhynchocorys*، *Bellardia* و *Odontites*، گونه *Lathraea squamaria* مطالعات مولکولی از جمله تعیین توالی ژن *rps2* لازم می باشد.

*Odontites verna* بصورت پله ای (grade) قرار گرفته اند و سپس کلادی از سه گونه انگل کامل (با ارزش bootstrap ۹۹ درصد) است که *Lathraea squamaria* گروه خواهری به زیر کلادی (با ارزش bootstrap ۷۴ درصد) از *Orobanche anatolica* و *Cistanche eremodoxa* (Orobanchaceae) می باشد. سپس توده ای شامل سه گونه (بترتیب) *Melampyrum caucasicum*، *Bungea trifida* و *Odontites aucheri* وجود دارد و پس از آن کلاد سه شاخه ای شامل *Parentucellia latifolia* و زیر کلادی از *Parentucellia viscosa* و *Bellardia trixago* (با ارزش bootstrap ۵۳ درصد) قرار گرفته و زیر کلاد انتهایی (با ارزش bootstrap ۸۱ درصد) متشکل از دو گونه *Euphrasi juzepczukii* و *E. pectinata* است.

## بحث

قرار گرفتن *Cistanche* و *Orobanche* (Orobanchaceae) بهمراه *Lathraea squamaria* (Rhinanthae-) (Schrophulariaceae) در یک کلاد (با ارزش bootstrap ۹۹ درصد) در میان سایر اعضای طایفه Rhinanthae نشان می دهد که طایفه مزبور تک تبار نیست (شکل ۲). یافته حاضر با نتایج فیلوژنیهای مولکولی بر اساس توالیهای DNA کلروپلاستی مانند ژن *rps2* (۶) و ترکیبی از ژنهای *rbcL*، *rps2* و *ndhF* (۱۲) و *rbcL* (۱۰) سازگار است. بر اساس فیلوژنی ترکیبی این ژنها، سرده غیر انگل (اتو تروف) *Lindenbergia*، اعضای طایفه های انگلی Rhinanthae و

## منابع

- ۱- قهرمان، احمد، ۱۳۶۱. فلور ایران، جلد سوم، چاپ اول، تهران موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، کارت شماره ۳۲۷. (*Cistanche eremodoxa* Bornm.)
- ۲- قهرمان، احمد، ۱۳۶۳. فلور ایران، جلد پنجم، چاپ اول، تهران موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، کارت شماره ۵۸۴. (*Orobanche anatolica* Boiss. et Reut.)

- ۳-قهرمان، احمد، ۱۳۷۳. کروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی)، جلد سوم، چاپ اول، تهران مرکز نشر
- ۴-Burbidge, R. B, and Richardson, I. B. K. 1970. A revision of the genus *Rhynchospora*, Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh, 30: 97-107
- ۵-Davis, P. H. 1979. Flora of Turkey, Scrophulariaceae, vol. 6. 458-784. Edinburgh University Press, Edinburgh
- ۶-DePamphilis, C. W, Young, N. D, and Wolfe, A. D. 1997. Evolution of plastid gene *rps2* in a lineage of hemiparasitic and holoparasitic plants: Many losses of photosynthesis and complex patterns of rate variation, Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 94:7367-7372.
- ۷-Farris, J. S. 1989. The retention index and the rescaled consistency index. Cladistics 55: 417-419.
- ۸-Felsenstein, J. 1985. Confidence limits on phylogenies: an approach using the bootstrap, Evolution 39:783-791.
- ۹-Judd, W. S, and Olmstead, R. G. 2004. A survey of tricolpate (Eudicot) phylogenetic relationships, Amer. J. Bot, 91: 1627-1644.
- ۱۰-Manena, J. F, Habashia, C, Jeanmonoda, D, Parkb, J.M. and Schneeweiss, G.M, 2004. Phylogeny and intraspecific variability of holoparasitic Orobanchaceae (Orobanchaceae) inferred from plastid *rbcL* sequences, Molecular Phylogenetics and Evolution, 33 (2004) 482-500.
- ۱۱-Minkin, J. P, and Eshbaugh, W. H. 1989. Pollen morphology of the Orobanchaceae and Rhinanthoideae Scrophulariaceae, Grana, 28: 1-18.
- ۱۲-Olmstead, R. G, DePamphilis, C. W, Wolfe, A. D, Young, N. D., Elisons, W. J., and Reeves, P. A. 2001. Disintegration of the Scrophulariaceae, Amer. J. Bot, 88(2): 348-361.
- ۱۳-Rechinger, K. H. 1981. Flora Iranica, Scrophulariaceae I, Akademische Druck-u. Verlagsanstalt, Austeria.
- ۱۴-Swofford, D. L. 2002. PAUP\*. Phylogenetic Analysis Using Parsimony (\*and Other Methods). Version 4. Sinauer Associates, Sunderland, Massachusetts.

Archive of SID



## Phylogeny of the Tribe Rhinanthae (Scrophulariaceae) based on Morphology

Khoshrang S.<sup>1</sup>, Kazempour Osaloo S.<sup>1</sup>, Saeidi-Mehrvarz S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Plant Science Dept., Faculty of Basic Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Biolog y Dept, Faculty of Science, Guilan University, Rasht, Iran

### Abstract

Fifteen species from 10 genera belonging to the tribe Rhinanthae (Scrophulariaceae) and *Orobanche anatolica* and *Cistanche eremodoxa* (both from Orobanchaceae) as well as *Lindenbergia indica* (Scrophulariaceae-Gratiolaeae) as an outgroup for reconstructing phylogenetic relationships were studied. A total of 22 morphological characters were chosen and scored based on the examination of herbarium and living specimens as well as available published materials. Phylogenetic analyses showed that the tribe Rhinanthae is not monophyletic, due to inclusion of the orobanchacean taxa of *Orobanche anatolica* and *Cistanche eremodoxa*. *Lathraea squamaria* is positioned as the sister group of these two taxa with high bootstrap support. Our results showed that genera *Rhynchosyris*, *Pedicularis* and *Euphrasia*, each sampled herein with two species, are well supported monophyletic taxa. While *Odontites* and *Parentucellia* are apparently not monophyletic taxa. The phylogenetic analysis of characters with successive reweighting by rescaled consistency index, revealed that *Rhynchosyris* is allied weakly with *Pedicularis*. Relationships among other genera of Rhinanthae were not clearly resolved and statistically well supported.

**Keywords:** Morphological characters, Orobanchaceae Phylogeny, Rhinanthae, Scrophulariaceae