بررسی ریخت‌شناسی کلاله و تاکسونومی عددی *Pedicularis* L. (تیرهٔ گل‌جالیزیان) در ایران

سهیلا پارساپناه و شهریار سعیدی مهرورز*

دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲/ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۷

گروه زیست شناسی، دانشکدهٔ علوم، دانشگاه گیلان، رشت
*مسئول مکاتبات: saeidimz@guilan.ac.ir

چکیده. *Pedicularis* L. سرده‌ای نیمه‌انگلی است که غالباً در مناطق سرد و کوهستانی نیمکرهٔ شمالی پراکنش دارد. در این مطالعه کلالهٔ ۹ گونه از این سرده که در فلور ایران گزارش شده است به‌وسیلهٔ میکروسکوپ الکترونی تحت مطالعه قرار گرفت. سطح کلاله در *P. pycnantha* و *P. wilhelmsiana* مسطح است، در *P. cabulica*، *P. caucasica*، *P. rechingeri*، *P. sibthorpii*، *P. condensata* و *P. strausii* به شکل نیمه‌کروی بوده و در *P. rhinanthoides* مخروطی‌شکل است. به منظور تعیین روابط بین گونه‌ها، تحلیل عددی با استفاده از ۴۵ صفت کمی و کیفی ریخت‌شناسی، تشریحی و گرده‌شناسی انجام گرفت و نمودارهای حاصل از دو روش UPGMA و PCA ترسیم و روابط بین گونه‌ها مشخص شد. براساس نتایج حاصل از تحلیل، صفاتی مانند ضخامت پری‌کارپ میوه، ضخامت پارانشیم حفره‌ای در برگ، ارتفاع ساقه، ضخامت پوست ساقه، ضخامت کل ساقه و طول رگبرگ میانی ازجمله صفاتی هستند که با وجود تغییرپذیری زیاد، می‌توانند در شناسایی گونه‌ها و تعیین روابط بین آنها مفید باشند.

واژه‌های کلیدی: کلاله، تاکسونومی عددی، Orobanchaceae، ایران، گیاهان نیمه انگل

Stigma morphological study and numerical taxonomy of genus *Pedicularis* L. (Orobanchaceae) in Iran

Soheila Parsapanah* and Shahryar Saeidi-Mehrvarz
Received 22.04.2014/ Accepted 07.01.2015

Department of Biology, Science College, Guilan University, Rasht, Iran
*Correspondent author: saeidimz@guilan.ac.ir

Abstract. *Pedicularis* L. (Orobanchaceae) is a large hemiparasitic genus, distributed mostly over boreal and arctic-alpine regions of the northern hemisphere. In the present study 9 species of the genus that are reported in flora of Iran, were undertaken for stigma morphological study and numerical analysis. The stigmatic surface is even in *P. pycnantha* and *P. wilhelmsiana*, is expanded into a subspherical shape in *P. cabulica*, *P. caucasica*, *P. rechingeri*, *P. sibthorpii*, *P. condensata* and *P. strausii* and is conical form in *P. rhinanthoides*. To determine the relationship between species, numerical analysis was carried out using 45 quantitative and qualitative morphological, anatomical and palynological characters. UPGMA and PCA dendrograms were drawn. According to the results some characters such as the thickness of pericarp, the thickness of spongy parenchyma, the length of stem, the thickness of bark, the thickness of stem and the length of midrib are the most variable, and can be used for identification and determination of relationship between species.

Keywords. stigma, numerical taxonomy, Orobanchaceae, Iran

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

مقدمه

سردهٔ *Pedicularis* L. متعلق به تیرهٔ گل جالیزیان یا Orobanchaceae و زیر تیرهٔ Rhinanthoideae است (Olmstead *et al.,* 2001). Rhinantheae، برای اولین بار توسط لینه شرح داده شد (Linnaeus, 1937). این سرده با داشتن حدود ۶۰۰ تا ۸۰۰ گونه یکی از بزرگ‌ترین سرده‌ها در نهان‌دانگان محسوب می‌شود (Wang *et al.,* 2003) و اساساً در مناطق مرتفع و نیمه‌کوهستانی-کوهستانی نیمکرهٔ شمالی پراکنش دارد (Mill, 2001). منطقهٔ کوهستانی هیمالیا-هنگدوان در چین مرکز پیدایش، تکامل و واگرایی این گیاه شناخته شده است که حدود ۲/۳ گونه‌های این سرده بومی این منطقه هستند (Yu & Wang, 2008).

این گیاه که ساکنان محلی آن را "جینگشن" می‌نامند، به‌دلیل دارابودن گلیکوزیدهای فنیل پروپانوئیدی در طب سنتی چین برای درمان ضعف عمومی، گرفتگی عضلات، خستگی مفرط، تقویت گردش خون، مشکلات هاضمه‌ای و اختلالات دوران پیری استفاده می‌شود(Zhang *et al.,* 2007). در سیستم‌های طبقه‌بندی این سرده بعد از ویژگی‌های ساختار گل، نحوهٔ آرایش برگه و ساختار گل‌آذین بیشترین اهمیت را دار ند و بر این اساس حدود ۱۳ بخشه در آن معرفی شده است. (Yang & Wang, 2007). براساس مطالعات فیلوژنتیکی تک‌تباربودن این سرده تأئیدشده است (Ree, 2005). در ایران ۹ گونه از سردهٔ *Pedicularis* پراکنش دارد که در بین آنها *P. cabulica* بومی محدودهٔ فلور ایرانیکاست و *P. rechingeri* در شمال‌شرقی ایران و *P. strausii* در مرکز، گونه‌های اندمیک هستند (Wendelbo, 1981). این گیاهان چندساله و نیمه‌پنهان هستند و اکثر آنها در ارتفاع ۴۰۰۰-۱۳۰۰ متر می‌رویند. گیاهانی هستند علفی، چندساله و نیمه‌انگل. برگ‌ها متناوب تا متقابل یا چرخه‌ای، شانه‌ای شکافته تا ۱ یا ۲ بار شانه-بخشی، گل‌آذین انتهایی یا با گل‌های جانبی. برگه‌ها معمولاً برگ‌مانند، کاسهٔ لوله‌ای تا استکانی، جام مایل به ارغوانی تا صورتی و زرد، دولبه؛ لب بالایی کلاهخودمانند دارای منقار یا فاقد آن؛ لب پایینی سه‌لوبه. پرچم‌ها ۴ عدد، دو به دو هم‌اندازه؛ کپسول فشرده، با شکوفایی شیاری، کم‌وبیش نامتقارن. دانه‌ها متعدد، تخم مرغی یا مستطیلی، مشبک یا رگه‌دار. صفاتی مانند نوع گل‌آذین، نحوهٔ آرایش برگ‌های ساقه‌ای، وجود یا فقدان منقار روی جام گل، رنگ جام گل، طول خامه، شکل کپسول و اندازهٔ برگه‌ها مهم‌ترین صفات متمایزکنندهٔ گونه‌های این سرده معرفی شده‌اند (Saeidi Mehrvarz, 2006a). با استفاده از این صفات می‌توان گونه‌ها را از یکدیگر شناسایی و تفکیک کرد.

براساس مطالعات گرده‌شناسی صفاتی مانند شکل، اندازه، نوع دریچه و تزئینات سطح اگزین گرده ارزش سیستماتیکی دارند و می‌توانند به شناسایی بهتر گونه‌ها کمک کنند (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2013). بر همین اساس دو نوع دانهٔ گرده و چهار نوع آرایش اگزین در گونه‌های موجود در ایران تشخیص داده شده است.

گونه‌های *P. condensate*، *P. wilhelmsiana*، *P. sibthorpii*، *P. cabulica* و *P. rhinanthoides* دانه‌های گردهٔ دوشیاری پیوسته دارند. نحوهٔ آرایش برگ‌های ساقه‌ای در این گونه‌ها به صورت متناوب است. گونه‌های *P. caucasica*، *P. pycnantha*، *P. rechingeri* و *P. strausii* با داشتن آرایش چرخه‌ای روی برگ‌های ساقه‌ای خود، دانه‌های گردهٔ سه‌شیاری پیوسته دارند.

کلاله به‌عنوان یکی از اجزای جدایی‌ناپذیر سیستم گرده‌افشانی و دریافت‌کنندهٔ گرده نقش مهمی در روند تولیدمثل *Pedicularis* ایفا می‌کند (Yang *et al.,* 2002). با وجود این به اندازهٔ کافی در مطالعات مربوط به گرده‌افشانی بررسی نشده است. به‌طورکلی، در این سرده ریخت‌شناسی ساختار گل تفاوت‌های چشم‌گیری ازنظر شکل و طول لولهٔ جام گل نشان می‌دهد (Wang & Li, 2005). تحلیل‌های اخیر فیلوژنی درجهٔ بالایی از هموپلازی صفات مربوط به گل را در این سرده نشان می‌دهند که آن را درنتیجهٔ تکامل همراه با الگوهای گرده‌افشانی می‌دانند (Zhang *et al.,* 2011). براساس مطالعات گرده‌شناسی (Saeidi-Mehrvarz *et al.,* 2013)، ریخت‌شناسی (Saeidi-Mehrvarz, 2006a) و تشریحی میوه (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2006b) که دربارهٔ گونه‌ها انجام گرفته‌اند، برخی گونه‌ها در برخی صفات مشابه یکدیگرند، به-

طوری‌که تشخیص آنها از یکدیگر مشکل است. برای مثال دو گونهٔ *P. rechingeri* و *P. strausii* در برخی صفات مانند نحوهٔ آرایش برگ‌های ساقه‌ای، نوع گل‌آذین، رنگ جام گل، حضور منقار کوتاه روی جام گل، فقدان کرک روی میلهٔ پرچم، تعداد لایه‌های اندوکارپ در میوه، نوع دریچه گرده و آرایش سطح اگزین با یکدیگر مشترک هستند. این درحالی است، که مطالعات گرده‌شناسی (Saeidi Mehrvarz *et al.*, 2013) درباب دو گونهٔ *P. condensata* و *P. sibthorpii*، با وجود تعدادی صفت مشابه مورفولوژیکی و آناتومیکی میوه، ویژگی‌های افتراقی دیگری را برای تمییزدادن این دو گونه از یکدیگر ارائه کرده‌اند. به همین منظور در این پژوهش با مطالعهٔ کلاله و استفاده از تحلیل عددی، میزان تشابه بین گونه‌ها و ارتباط آنها با یکدیگر را بررسی می‌کنیم.

مواد و روش‌ها

جهت مطالعهٔ کلاله، از نمونه‌های هرباریومی موجود در مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI)، دانشگاه اصفهان و مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان استفاده شد (جدول ۱). در ابتدا گل‌های مناسب از ساقه جدا و در آب ولرم قرار داده شدند. سپس به کمک سوزن استریل کلاله‌ها جدا و در میکروتیوپ‌های حاوی اتانول ۹۶ درصد قرار داده شدند. نمونه‌ها در مرکز پژوهش متالورژی رازی در تهران به‌وسیلهٔ دستگاه مدل EMITECH K 450X طلاپوش شده و سپس به‌وسیلهٔ میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل VEGA TESCAN در ولتاژ ۱۵کیلووات و بزرگ‌نمایی ۲۰۰ تا ۴۰۰ اسکن شدند (شکل ۱).

در ادامه، به منظور تعیین میزان شباهت و ارتباط بین گونه‌ها تحلیل عددی انجام شد. نمونه‌های تحت مطالعه از گونه‌های *P. condensate* M. Bieb.، *P. wilhelmsiana* Fisch. ex M. Bieb.، *P. sibthorpii* Boiss، *P. rhinanthoides* Schrenk، *P. caucasica* M. Bieb.، *P. pycnantha* Hausskn. ex Bornm، *P. rechingeri* Wendelbo و *P. strausii* Boiss. به استثنای *P. cabulica* Benth از دو جمعیت تحت بررسی قرار گرفت. درنهایت، ۴۵ صفت شامل ۲۸ صفت کمی و ۱۷ صفت کیفی (آرایش برگ‌های ساقه‌ای، کرک روی ساقه، کرک روی میلهٔ پرچم، دندانه یا منقار روی جام گل، رنگ جام گل، دندانه یا منقار روی کپسول، دمبرگ در برگ‌های ساقه‌ای، اندازهٔ برگه‌ها نسبت به گل‌ها، تعداد لایه‌های اندوکارپ در میوه، کریستال در برگ، کرک روی برگ، غلاف اسکلرانشیمی در برگ، نوع گل‌آذین، شکل گرده، نوع دریچهٔ گرده، نوع تزئینات اگزین، فرم کلاله) تحلیل شد. با استفاده از نرم‌افزار (NTSYS-Pc, ver. 2.1) ماتریس عدم تشابه ضریب اقلیدسی محاسبه شد و دندروگرام به‌وسیلهٔ این ضریب با روش UPGMA رسم گردید (Sneath & Sokal, 1973; Rohlf, 2000). درنهایت تحلیل تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد و پلات دوبُعدی حاصل از آن رسم شد. این تحلیل علاوه بر تفکیک گونه‌ها، مشخص می‌کند در جدایی گونه‌ها از یکدیگر کدام صفات اهمیت بیشتری دارند.

نتایج

نمای کلاله و سطح آن به وسیلهٔ میکروسکوپ الکترونی بررسی شد. سطح کلاله در تمام گونه‌ها به‌وسیلهٔ زوائد به‌هم‌فشرده‌ای پوشانده شده است (شکل ۱ E). پاپی‌ها روی سطح از مدور تا بیضوی متغیر هستند. سطح کلاله در گونه‌های *P. pycnantha* و *P. wilhelmsiana* مسطح است و وسعت کمی دارد (شکل ۱ A و C) اما در گونه‌های *P. cabulica*، *P. caucasica*، *P. rechingeri*، *P. sibthorpii*، *P. condensata* و *P. strausii* به شکل نیمه‌کروی است و وسعت بیشتری را نشان می‌دهد (شکل ۱B، D، F، G و I). متفاوت‌ترین کلاله متعلق به *P. rhinanthoides* است که کلاله در آن مخروطی شکل و دارای سطح بزرگ‌تری نسبت به دیگر گونه‌هاست (شکل ۱H). همچنین روی سطح آن فرورفتگی‌های مجرامانندی وجود دارد که درگونه‌های دیگر مشاهده نمی‌شوند. جهت تعیین حدود تاکسون‌ها در حد گونه، مطالعات تحلیل عددی براساس صفات ریخت‌شناسی، تشریحی و گرده‌شناسی انجام گرفت. دندروگرام حاصل از صفات داده‌شده به روش‌های مختلف ترسیم و در-

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

نهایت درخت UPGMA به دلیل تناسب بهتر بین دندروگرام و ماتریکس اولیه انتخاب شد (شکل ۲). ضریب همبستگی کوفنتیک نشان می‌دهد که ۹۳/۳ درصد از اطلاعات ماتریکس شباهت به دندروگرام منتقل شده است. همان‌طور که در شکل ۲ مشاهده می‌شود، به‌طور کلی گونه‌ها در دو خوشهٔ اصلی قرار می‌گیرند. *P. cabulica* و *P. rhinanthoides* با سطح تشابه ۱۰/۵۵٪ از دیگر گونه‌ها جدا می‌شوند و در یک خوشه قرارمی‌گیرند و یک گروه را تشکیل می‌دهند.

جدول ۱- مشخصات محل جمع‌آوری گونه‌های تحت بررسی در مطالعات کلاله.

Table 1. Features relating to the collection area and voucher numbers of specimens of species studied.

گونه‌ها	مشخصات محل جمع آوری
P. condensata M. Bieb.	۱) تهران، جاده کندوان-هراز، ۲۴۰۰ متر، اسدی و مظفریان،۳۲۹۵۲، (TARI) ۲) آذربایجان، ۳ کیلومتری جنوب غربی کلیبر، ۱۸۰۰ تا ۲۶۰۰ متر، ترمه، ۱۴۲۱۲، (TARI)
P. wilhelmsiana Fisch. ex M. Bieb.	۱) آذربایجان، منطقه محافظت شده ارسباران، ۱۸۰۰ متر، اسدی و وثوقی، ۲۴۹۸۲، (TARI) ۲) آذربایجان، منطقه محافظت شده ارسباران، ۲۳۵۰ متر، حمزه و عصری، ۸۱۷۷۹، (TARI)
P. sibthorpii Boiss.	۱) گیلان، رودبار، ۲۵۷۸ متر، مرادی و لادنی، ۱۱۸۰، (مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی گیلان) ۲) آذربایجان، منطقه محافظت شده ارسباران، بین مکیدی و کلیبر،۱۷۰۰ متر، اسدی و وثوقی، ۲۵۰۱۰، (TARI)
P. cabulica Benth.	کرمان، کوه لاله‌زار، ۳۰۰۰ متر، فروغی و اسدی، ۱۶۳۳۱، (TARI)
P. rhinanthoides Schrenk	۱) تهران، گاجره، ۲۵۰۰ متر، آقابیگی، ۲۴۸۳۳، (TARI) ۲) سمنان، ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شاهرود، ارتفاعات تاش، کوه‌های شاهوار، ۳۰۰۰ متر، اسدی و معصومی، ۲۱۰۹۱، (TARI)
P. caucasica M. Bieb.	۱) تهران، کندوان، ۲۶۰۰-۳۰۵۰ متر، اسدی و مظفریان، ۳۲۸۸۱، (TARI) ۲) مازندران، جنوب رامسر، سی امام، ۳۴۰۰ متر، رونه‌مارک و معصومی، ۲۱۸۲۷، (TARI)
P. pycnantha Boiss.	۱) تهران، جاده کرج-چالوس، ۲۷۰۰ متر، اسدی و شهسواری، ۶۹۶۹۵، (TARI) ۲) مازندران، ۴۰ کیلومتری جنوب رامسر، شیب جنوبی کوه خشه-چال، ۲۹۰۰-۳۶۰۰ متر، اسدی و معصومی، ۵۱۱۵۶، (TARI)
P. rechingeri Wendelbo	۱) خراسان، مشهد، دره گز، ۱۷۲۰ متر، فروغی، ۵۵۳۵، (TARI) ۲) خراسان، ۶۰ کیلومتری تربت حیدریه، رباط سفید، ۱۷۵۰ تا ۱۹۰۰ متر، اسدی و مظفریان، ۳۵۸۵۴، (TARI)
P. strausii Hausskn. ex Bornm.	۱) اصفهان، سمیرم، ۱۹۰۰ متر، پریشان، ۱۴۵۰۰، (دانشگاه اصفهان) ۲) اصفهان، خوانسار، قلعه بالا محمد، کوه گلستان، ۲۴۸۰ تا ۲۸۵۰ متر، موسوی و ترمه، بدون شماره، (TARI)

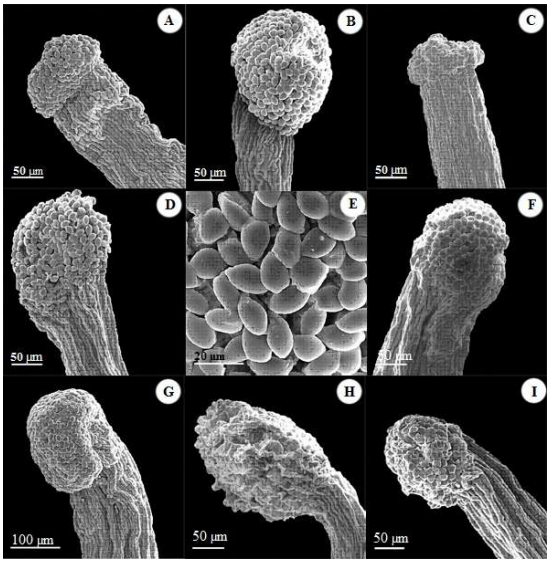
[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

خوشهٔ دیگر شامل *P. condensata*، *P. wilhelmsiana*، *P. sibthorpii*، *P. caucasica*، *P. pycnantha*، *P. rechingeri* و *P. strausii* است که در آن *P. rechingeri* و *P. strausii* با سطح تشابه ۹/۸۲ درصد از دیگر گونه‌ها جدا می‌شوند و با یکدیگر در یک گروه قرار می‌گیرند. همچنین *P. condensata* و *P. wilhelmsiana* نیز با سطح تشابه ۷/۹۲ درصد یک گروه را تشکیل می‌دهند.

پلات دوبعدی تحلیل PCA نیز گونه‌های مشابه یکدیگر را نشان می‌دهد که درکنار یکدیگر قرار گرفته‌اند (شکل ۳).

P. cabulica و *P. rhinanthoides* که در دندروگرام UPGMA در یک خوشه و جدا از دیگر گونه‌ها قرار گرفته بودند، در اینجا نیز درکنار یکدیگر و با فاصله از گونه‌های دیگر قرار دارند. به همین ترتیب تشابه *P. rechingeri* و *P. strausii* با یکدیگر و *P. condensata* و *P. Wilhelmsian* نیز با یکدیگر که در دندروگرام مشخص شده بود تأیید می‌شود. اما *P. pycnantha* به *P. rechingeri* و *P. strausii* نزدیک‌تر شده و از *P. condensata* و *P. wilhelmsiana* فاصله گرفته است. به همین ترتیب *P. sibthorpii* نیز به *P. condensata* و *P. wilhelmsiana* شباهت بیشتری را نشان می‌دهد.

به منظور بررسی میزان تغییرپذیری صفات، تحلیل PCA دربارهٔ ۲۴ صفت ریخت‌شناسی، ۱۳ صفت تشریحی و ۸ صفت گرده‌شناسی انجام گرفت که در شکل ۴ نشان داده شده است. صفات مشخص‌شده در دایره کمترین میزان تغییرپذیری را نشان دادند و کمترین تأثیر را در نتایج دارند. بر اساس این تحلیل صفات شمارهٔ ۱۶، ۲۰، ۱، ۲۲، ۲۳ و در نهایت ۲۱ (که به‌ترتیب مربوط به ضخامت پری‌کارپ در میوه، ضخامت پارانشیم حفره‌ای در برگ، ارتفاع ساقه، ضخامت پوست ساقه، ضخامت کل ساقه و طول رگبرگ میانی هستند) بیشترین میزان تغییرات را دارند (جدول ۲).



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره از نمای کلی و سطح کلالهٔ گونه‌های *Pedicularis* در ایران: (A) *P. pycnantha*، (B) *P. cabulica*، (C) *P. wilhelmsiana*، (D) *P. caucasica*، (E) نمایی از تزئینات سطح کلاله در گونه‌های *Pedicularis* به جز *P. rhinanthoides*، (F) *P. rechingeri*، (G) *P. sibthorpii*، (H) *P. rhinanthoides*، (I) *P. condensata*.

Fig. 1. SEM micrographs of outline view and stigmatic surfaces of *Pedicularis* species in Iran: (A) *P. pycnantha*, (B) *P. cabulica*, (C) *P. wilhelmsiana*, (D) *P. caucasica*, (E) stigmatic surface in *Pedicularis* species except for *P. rhinanthoides*, (F) *P. rechingeri*, (G) *P. sibthorpii*, (H) *P. rhinanthoides*, (I) *P. condensata.*

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

جدول ۲- فهرست صفات کمی مؤثر در شناسایی گونه‌ها براساس نتایج حاصل از PCA.

Table 2. The list of applicable quantitative characters for diagnosing species based on PCA.

گونه‌ها	ضخامت پریکارپ در میوه (µm)	ضخامت پارانشیم حفره‌ای در برگ (µm)	ارتفاع ساقه (mm)	ضخامت پوست ساقه (µm)	ضخامت کل ساقه (µm)	طول رگبرگ میانی (µm)
P. condensata	۳۷۵-۵۲۵ (۴۷۰±۵۰)	۲۲۵-۳۵۰ (۳۰۱±۳۸)	۴۱۰-۵۵۰ (۴۹۸±۴۲)	۴۵۰-۶۲۵ (۵۵۱/۵±۶۵)	۸۷۵-۱۳۵۰ (۱۰۹۰±۲۰۲)	۱۰۰۰-۱۵۰۰ (۱۲۹۰±۱۸۰)
P. wilhelmsiana	۱۷۵-۷۵۰ (۵۷۰±۱۷۹)	۲۰۰-۳۰۰ (۲۵۸±۳۴)	۱۰۰-۲۵۰ (۲۰۳±۴۳)	۴۵۰-۵۰۰ (۴۷۵/۵±۱۴)	۱۲۵۰-۱۵۰۰ (۱۳۹۶±۸۲)	۴۰-۴۷/۵ (۴۴±۱)
P. sibthorpii	۳۰۰-۵۰۰ (۴۱۹/۵±۶۵)	۲۰۰-۳۵۰ (۲۹۵±۴۵)	۲۰۰-۹۰۰ (۶۶۶/۵±۲۱۷)	۶۲۵-۷۵۰ (۶۹۱/۵±۴۷)	۱۸۷۵-۲۰۰۰ (۱۹۳۴/۵±۴۷)	۱۲۰۰-۱۲۵۰ (۱۲۳۲±۱۷)
P. cabulica	۲۷۵-۳۷۵ (۳۲۲±۳۷)	۲۵۰-۴۰۰ (۳۳۶±۵۱)	۱۵۰-۳۰۰ (۲۳۴/۵±۵۶)	۳۰۰-۳۵۰ (۳۲۵/۵±۱۷)	۵۷۵-۶۷۵ (۶۲۵±۳۴)	۱۰۷۵-۱۱۵۰ (۱۱۱۲/۵±۲۸)
P. rhinanthoides	۱۵۰-۴۵۰ (۳۳۳/۵±۱۱۳)	۲۲۵-۲۵۰ (۲۳۹±۹)	۱۰۰-۲۲۰ (۱۷۳±۴۴)	۴۵۰-۶۲۵ (۵۴۳/۷±۱۰۹)	۱۱۰۰-۱۱۲۵ (۱۱۱۷±۸)	۷۰۰-۸۰۰ (۷۵۲/۵±۳۵)
P. caucasica	۲۵۰-۴۷۵ (۳۶۲±۷۱)	۲۵۰-۳۵۰ (۳۱۰±۲۸/۵)	۵۰-۱۵۰ /۷۵±۳۴/۷۵) (۱۰۳	۲۰۰-۴۵۰ (۳۴۳±۸۸)	۹۵۰-۱۳۷۵ (۱۲۴۴±۱۴۴)	۶۲۵-۷۰۰ (۶۶۱±۲۶)
P. pycnantha	۲۲۵-۵۰۰ (۴۰۶±۸۵)	۳۰۰-۳۷۵ (۳۴۳±۲۹)	۵۰-۴۰۰ ۲۳۳/۷۵±۱۴۳) (	۴۷۵-۶۲۵ (۵۶۰/۵±۶۰)	۱۵۰۰-۱۶۲۵ (۱۵۸۵±۳۵)	۸۰۰-۹۲۵ (۸۷۳/۵±۴۵)
P. rechingeri	۳۷۵-۵۷۵ (۴۷۷±۶۷)	۱۲۵-۱۵۰ (۱۳۸±۹/۵)	۳۵۰-۴۰۰ (۳۷۲±۱۷)	۶۰۰-۷۵۰ (۶۸۷±۵۲)	۵۰۰-۱۲۵۰ (۸۸۸±۲۴۶)	۱۲۲۵-۱۳۰۰ (۱۲۶۵±۲۷)
P. strausii	۲۵۰-۵۰۰ (۳۷۷±۸۸)	۴۵۰-۶۷۵ (۵۸۲±۷۹)	۳۸۰-۴۰۰ (۳۹۰/۵±۶/۲)	۶۲۵-۷۵۰ (۶۹۴±۴۰/۵)	۲۰۰۰-۲۲۵۰ (۲۱۵۵±۷۷)	۱۸۲۵-۱۸۷۵ (۱۸۵۱/۵±۱۹/۵)

بحث

تغییرات تکاملی در منقار و لولهٔ جام گل در *Pedicularis* هماهنگ با تغییرات مرتبط در ساختار گل اتفاق می‌افتد و این رویدادها مجموعاً باعث افزایش تأثیر گرده‌افشانی در گل‌ها می‌شوند (Yang *et al.*, 2002). طبق مشاهدات ما *P. pycnantha* و *P. wilhelmsiana* کلاله‌ای با سطح مسطح و وسعت کم دارند. جام گل در این دو گونه بدون دندانه و منقار است. در *P. condensata*، *P. sibthorpii*، *P. cabulica*، *P. caucasica*، *P. rechingeri* و *P. strausii* کلاله تقریباً کروی‌شکل است و وسعت بیشتری دارد. به‌جز *P. condensata* و *P. caucasica*، در سایر گونه‌ها جام گل دارای منقاری کوتاه روی گالئا دارد. کلاله در *P. rhinanthoides* به‌شکل مخروطی، دارای سطحی زبر با فرورفتگی‌های مجرامانند است که کاملاً با گونه‌های دیگر فرق دارد. مشاهدات ما دربارهٔ این گونه با مطالعهٔ یانگ و همکاران همخوانی دارد (Yang *et al.*, 2002). جام گل در این گونه منقار بلند و خمیده دارد. بنابراین، به‌طور کلی نتایج این تحقیق با مشاهدات یانگ و همکاران مبنی بر وجود روابط قابل توجه بین مورفولوژی کلاله و ساختار گل منطبق است. سطح کلاله در گونه‌های دارای منقار به‌طورقابل توجهی افزایش یافته است. به این ترتیب احتمال اتصال گرده به سطح کلاله و ساختار مجرا-مانند آن زیادتر خواهد شد.

در این مطالعه در روش Euclidian/UPGMA تاکسون‌ها به دو خوشهٔ اصلی دسته‌بندی شدند. خوشهٔ اول هفت گونه را در-برمی‌گیرد. *P. cabulica* و *P. rhinanthoides* نیز در خوشهٔ دوم یک گروه را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهندهٔ شباهت بسیار

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

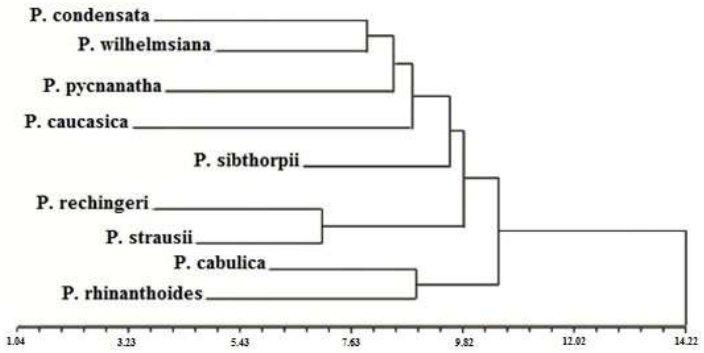
زیاد آنها به یکدیگر است. این نتایج با نتایج حاصل از روش PCA نیز تأیید شد. با وجود ویژگی‌های افتراقی مابین دو گونه مانند اندازه منقار جام گل کوتاه درمقابل با بلند و خمیده در (*P. rhinanthoides*)، رنگ جام گل (ارغوانی درمقابل با سفید تا مایل به صورتی در *P. rhinanthoides*)، شکل دانه (تخم‌مرغی در مقابل با مستطیلی در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz, 2006a)، تعداد لایه‌های اندوکارپ (۶-۲ لایه درمقابل با یک لایه در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2006b)، شکل گرده (کشیده-کروی۱، کروی۲ درمقابل با نیمه‌کشیده در *P. rhinanthoides*) و تزئینات سطح اگزین (رتیپیلیت درمقابل با میکرواسکابریت در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2013) که به شناسایی آنها از یکدیگر کمک می‌کنند، صفاتی مانند نوع دریچهٔ گرده (دوشیاری پیوسته)، نوع گل‌آذین (سرسان)، فیلوتاکسی (متناوب)، حضور منقار روی جام گل و همچنین فقدان کرک روی ساقه، در این گونه‌ها مشترک است. همچنین *P. condensata* و *P. wilhelmsiana* در هر دو نوع تحلیل درکنار یکدیگر قرار می‌گیرند و با هم یک گروه را تشکیل می‌دهند که این امر نشان‌دهندهٔ وجود شباهت بسیار زیاد بین آنهاست. ازجمله صفات مشترک بین این دوگونه می‌توان به نحوهٔ آرایش برگ‌های ساقه‌ای (متناوب)، نوع گل‌آذین (سنبله)، فقدان دندانه و منقار روی جام گل، تعداد لایه‌های اندوکارپ در میوه (۶-۲ لایه) و نوع دریچهٔ گرده (دوشیاری پیوسته) اشاره کرد. البته این دو گونه در صفاتی مانند اندازهٔ برگه‌ها (کوتاه‌تر از گل‌ها در مقابل با بلندتر از گل‌ها در *P. wilhelmsiana*) رنگ جام گل (مایل به زرد در مقابل با صورتی تا مایل به زرد در *P. wilhelmsiana*)، اندازهٔ خامه (بیش از ۱۳ میلی‌متر در مقابل با تا ۱۳ میلی‌متر در *P. wilhelmsiana*) (Saeidi Mehrvarz, 2006a) متفاوت هستند. براساس مطالعات گرده‌شناسی شکل گرده در *P. condensata* کشیده-کروی، کروی و در *P. wilhelmsiana* کشیده-کروی، کروی و نیمه‌کشیده است (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2013). همچنین تزئینات سطح اگزین در *P. condensata* از نوع میکروفووئولیت-میکرواسکابریت ۷ و در *P. wilhelmsiana* از نوع رتیپیلیت گزارش شده است. دندروگرام حاصل از روش UPGMA، *P. pycnantha* درکنار دو گونه و *P. condensate* و *P. wilhelmsiana* قرارگرفته است، در-صورتی‌که در تحلیل PCA از آنها فاصله گرفته و با دو گونهٔ *P. rechingeri* و *P. strausii* شباهت بیشتری نشان می‌دهد.

P. pycnantha، *P. rechingeri* و *P. strausii* دارای آرایش چرخه‌ای در برگ‌های ساقه‌ای خود هستند و دندانه یا منقار روی کپسول آنها وجود ندارد (Saeidi Mehrvarz, 2006a). همچنین این سه گونه در دسته‌بندی حاصل از مطالعات گرده‌شناسی، با داشتن گردهٔ سه‌شیاری پیوسته و آرایش رتیپیلیت در یک گروه (تیپI) و زیرگروه (زیرتیپ Ib) قرار می‌گیرند (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2013).

براساس مطالعات ریخت‌شناسی (Saeidi Mehrvarz, 2006a) و آناتومی میوه (Saeidi Mehrvarz *et al.,* 2006b) با وجود صفاتی مانند حضور منقار دودندانه‌ای در *P. sibthorpii*، حالت لولهٔ جام گل (داسی-خمیده در *P. condensata* و راست در *P. sibthorpii*)، وجود کرک روی برگ‌های *P. condensata*، شکل گرده کشیده-کروی، کروی در *P. condensata* و مسطح-کروی، کروی در *P. sibthorpii*، تشابه زیادی بین آنها وجود دارد که با نتایج حاصل از روش PCA نیز تأیید شد.

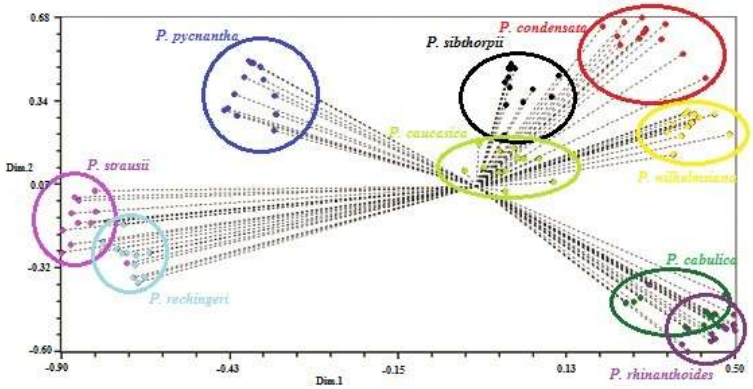
صفاتی مانند ضخامت پری‌کارپ میوه، ضخامت پارانشیم حفره‌ای در برگ، ارتفاع ساقه، ضخامت پوست ساقه، ضخامت کل ساقه و طول رگبرگ میانی ازجمله صفاتی هستند که با وجود میزان تغییرپذیری بالا در شناسایی گونه‌ها و تعیین روابط بین آنها کاربرد دارند.

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]



شکل۲. دندروگرام رسم شده به روش Euclidian/UPGMA براساس صفات ریخت‌شناسی، تشریحی و گرده‌شناسی.

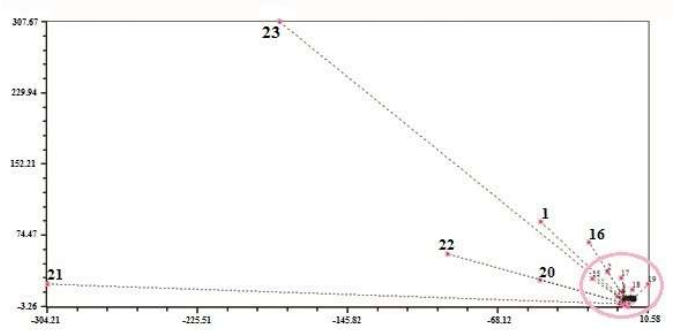
Fig. 2. Euclidian/UPGMA dendrogram based on morphological, anatomical and palynological characters.



شکل ۳. پلات دو بعدی تحلیل PCA.

Fig. 3. Two-dimensional plot of PCA.

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]



شکل ۴. تحلیل PCA برای ۹ گونه و ۶ متغیر (۱- ۱۶- ۲۰- ۲۱- ۲۲ و ۲۳).
Fig. 4. Principal component analysis of 9 taxa and 6 variables (1- 16- 20- 21- 22 and 23).

قدردانی

از آقای دکتر معصومی (مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور)، آقای دکتر رحیمی‌نژاد در دانشگاه اصفهان و آقای مرادی در مؤسسهٔ تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان به پاس همیاری در تهیه و مطالعهٔ نمونه‌ها بی‌نهایت سپاس‌گزاریم. همچنین از خانم دکتر بیگم فقیر در دانشگاه گیلان نیز به پاس راهنمایی‌های گران‌قدرشان کمال تشکر را داریم.

References

Linnaeus, C. 1737. – *Genera Plantarum*, Leiden.

Mill, R.R. 2001. Notes relating to the flora of Bhutan: XLIII. Scrophulariaceae (*Pedicularis*). – Edinburgh J. Bot. 58:57-98.

Olmstead, R.G., dePamphilis, C.W., Wolfe, A.D., Young, N.D., Elisens, W.J. and Reeves, P.J. 2001. Disintegration of Scrophulariaceae. – American Journal of Botany 88: 348–361.

Ree, R.H. 2005. Phylogeny and the evolution of floral diversity in *Pedicularis* (Orobanchaceae). – Int. J. Plant Sci. 166:595–613.

Rohlf, F.J. 2000. – NTSYS-pc, Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System, Version 2.1. Exeter Publications, New York, USA.

Saeidi Mehrvarz, Sh. 2006. Notes of the genus *Pedicularis* (Scrophulariaceae) in Iran. – Iran. J. Bot. 11: 241-245.

Saiedi Mehrvarz, Sh., Parsapanah, S. and Beygom Faghir, M. 2013. A palynological study of the genus *Pedicularis* (Orobanchaceae) in Iran. – Wildenowia 43: 279-285.

Saeidi Mehrvarz, Sh., Sobhani, S. and Bakhshi Khaniki, G. 2006b. Fruit anatomy of the genus *Pedicularis* (Scrophulariaceae) from Iran. OT Sistematik Botanik Dergisi 13: 17- 22.

Sneath, P.H.A. and Sokal, R.R. 1973. – Numerical taxonomy the principles dpractice of numerical classification. (W.H. Freeman: San Francisco).

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

Wang, H. and Li, D.Z. 2005. Pollination biology of four *Pedicularis* species (Scrophulariaceae) in northwestern Yunnan, China. – Ann. Missouri Bot. Gard. 92: 127–138.

Wang, H., Mill, R.R. and Blackmore, S. 2003. Pollen morphology and infrageneric evolutionary relationships in some Chinese species of *Pedicularis* (Scrophulariaceae). – Pl. Syst. Evol. 237:1–17.

Wendelbo, P. 1981. *Pedicularis* L. in K.H. Rechinger (ed.). – Flora Iranica 147: 25-165.

Yang, C.F., Guo, Y.H., Giture, R.W. and Sun, S.G. 2002. Variation in stigma morphology—how does it contribute to pollination adaptation in *Pedicularis* (Orobanchaceae). – Pl. Syst. Evol. 236: 89–98.

Yang, F.S. and Wang, X.Q. 2007. Extensive length variation in the cpDNA *trn*T-*trn*F region of hemiparasitic *Pedicularis* and its phylogenetic implications. – Pl. Syst. Evol. 264: 251-264.

Yu, W.B. and Wang, H. 2008. Pollen morphology of *Pedicularis* sect. *Cyathophora*, a group endemic to the eastern Himalaya-Hengduan mountains region. – J. Integr. Pl. Biol. 50: 224–252.

Zhang, L., Wang, X. and Du, G. 2011. Primary floral allocation per flower in 12 *Pedicularis* (Orobanchaceae) species: significant effect of two distinct rewarding types for pollinators. – J. Plant Res. 124: 655-661.

Zhang, Z.X., Xie, W.D. and Jia, Z.J. 2007. Glycosides from two *Pedicularis* species. – Biochemical Systematics and Ecology 36: 462-464.

[Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8]
[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57]

[DOI: 10.29252/nbr.1.2.57] [DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8] [Downloaded from nbr.khu.ac.ir on 2024-03-29]