

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

سهیلا پارساپناه و شهریار سعیدی مهرورز\*

دریافت: ۱۳۹۳/۲/۲۲ / پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۱۷

گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه گیلان، رشت

\*مسئول مکاتبات: saeidimz@guilan.ac.ir

**چکیده.** *Pedicularis L.* سرده‌ای نیمه‌انگلی است که غالباً در مناطق سرد و کوهستانی نیمکره شمالی پراکنش دارد. در این مطالعه کلاله ۹ گونه از این سرده که در فلور ایران گزارش شده است به وسیله میکروسکوپ الکترونی تحت مطالعه قرار گرفت. سطح کلاله در *P. pycnantha* و *P. wilhelmsiana* مسطح است، در *P. caucasica*، *P. sibthorpii*، *P. rechingeri*، *P. strausii* و *P. condensata* به شکل نیمه‌کروی بوده و در *P. rhinanthoides* مخروطی شکل 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 از جمله 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

## مقدمه

متعدد، تخم مرغی یا مستطیلی، مشبک یا رگه‌دار. صفاتی مانند نوع گل آذین، نحوه آرایش برگ‌های ساقه‌ای، وجود یا فقدان منقار روی جام گل، رنگ جام گل، طول خامه، شکل کپسول و اندازه برگ‌ها مهم‌ترین صفات متمایزکننده گونه‌های این سرده معرفی شده‌اند (Saeidi Mehrvarz, 2006a). با استفاده از این صفات می‌توان گونه‌ها را از یکدیگر شناسایی و تفکیک کرد.

بر اساس 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 دانه گرده و چهار نوع آرایش اگزین در گونه‌های موجود در ایران تشخیص داده شده است.

گونه‌های *P. wilhelmsiana*، *P. condensate*، *P. rhinanthoides* و *P. cabulica sibthorpii* دانه‌های گرده دوشیاری پیوسته دارند. نحوه 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 گرده سه‌شیاری پیوسته دارند.

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

سرده *Pedicularis* L. متعلق به تیره گل جالیزیان یا Orobanchaceae و زیر تیره Rhinanthoideae است (Olmstead et al., 2001). برای اولین بار توسط لینه شرح داده شد (Linnaeus, 1937). این سرده با داشتن حدود ۶۰۰ تا ۸۰۰ گونه یکی از بزرگ‌ترین سرده‌ها در نهران‌دانگان محسوب می‌شود (Wang et al., 2003) و اساساً در مناطق مرتفع و نیمه‌کوهستانی-کوهستانی نیمکره شمالی پراکنش دارد (Mill, 2001). منطقه 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، به دلیل دارا بودن 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، نحوه آرایش برگه و ساختار گل آذین بیشترین اهمیت را دارند و بر این اساس حدود ۱۳ بخشه در آن معرفی شده است. (Yang & Wang, 2007). بر اساس مطالعات فیلوژنتیکی تک‌تبار بودن این سرده تأیید شده است (Ree, 2005). در ایران ۹ گونه از سرده *Pedicularis* پراکنش دارد که در بین آنها *P. cabulica* بومی محدوده فلور ایرانیکاست و *P. rechingeri* در شمال شرقی 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، گل آذین انتهایی یا با گل‌های جانبی. برگ‌ها معمولاً برگ‌مانند، کاسه 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، کم‌ویش نامتقارن. دانه‌ها

دو جمعیت تحت بررسی قرار گرفت. در نهایت، ۴۵ صفت شامل ۲۸ صفت کمی و ۱۷ صفت کیفی (آرایش برگ‌های ساقه‌ای، کرک روی ساقه، کرک روی میله پرچم، دندان یا منقار روی جام گل، رنگ جام گل، دندان یا منقار روی کپسول، دمبرگ در برگ‌های ساقه‌ای، اندازه برگ‌ها نسبت به گل‌ها، تعداد لایه‌های اندوکارپ در میوه، کریستال در برگ، کرک روی برگ، غلاف اسکلائرانشیمی در برگ، نوع گل‌آذین، شکل گرده، نوع دریچه گرده، نوع تزئینات آگزمین، فرم کلاله) تحلیل شد. با استفاده از نرم‌افزار (NTSYS-Pc, ver. 2.1) ماتریس عدم تشابه ضریب اقلیدسی محاسبه شد و دندروگرام به وسیله این ضریب با روش UPGMA رسم گردید (Sneath & Sokal, 1973; Rohlf, 2000). در نهایت تحلیل تجزیه مؤلفه‌های اصلی (PCA) انجام شد و پلات دو بُعدی 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 وسیله میکروسکوپ الکترونی بررسی شد. سطح کلاله در تمام گونه‌ها به وسیله زوائد به هم فشرده‌ای پوشانده شده است (شکل E ۱). پایی‌ها 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. sibthorpii*، *P. rechingeri* و *P. strausii* به شکل نیمه‌کروی است و وسعت بیشتری را نشان می‌دهد (شکل B، 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 H ۱). همچنین روی سطح آن فرورفتگی‌های مجرمانندی وجود دارد که در گونه‌های دیگر مشاهده نمی‌شوند. جهت تعیین حدود تاکسون‌ها در حد گونه، مطالعات تحلیل عددی بر اساس صفات ریخت‌شناسی، تشریحی و گرده‌شناسی انجام گرفت. دندروگرام حاصل از صفات داده‌شده به روش‌های مختلف ترسیم و در-

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

## مواد و روش‌ها

جهت مطالعه کلاله، از نمونه‌های هرباریومی موجود در مؤسسه 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 میکروتیوب‌های حاوی اتانول ۹۶ درصد قرار داده شدند. نمونه‌ها در مرکز پژوهش متالورژی رازی در تهران به وسیله دستگاه مدل EMITECH K 450X طلاپوش شده و سپس به - وسیله میکروسکوپ الکترونی نگاره مدل VEGA TESCAN در ولتاژ ۱۵ کیلووات 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. wilhelmsiana* Fisch. ex *condensate* M. Bieb.، *P. rhinanthoides*، *P. sibthorpii* Boiss.، *M. Bieb.*، *P. pycnantha*، *P. caucasica* M. Bieb.، Schrenk، *P. strausii* و *P. rechingeri* Wendelbo.، Boiss.، *Hauskn. ex Bornm.* به استثنای *P. cabulica* Benth از

مشاهده می‌شود، به‌طور کلی گونه‌ها در دو خوشه اصلی قرار می‌گیرند. *P. cabulica* و *P. rhinanthoides* با سطح تشابه ۱۰/۵۵٪ از دیگر گونه‌ها جدا می‌شوند و در یک خوشه قرار می‌گیرند و یک گروه را تشکیل می‌دهند.

نهایت درخت UPGMA به دلیل تناسب بهتر بین دندروگرام و ماتریکس اولیه انتخاب شد (شکل ۲). ضریب همبستگی کوفتیک نشان می‌دهد که ۹۳/۳ درصد از اطلاعات ماتریکس شباهت به دندروگرام منتقل شده است. همان‌طور که در شکل ۲

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

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

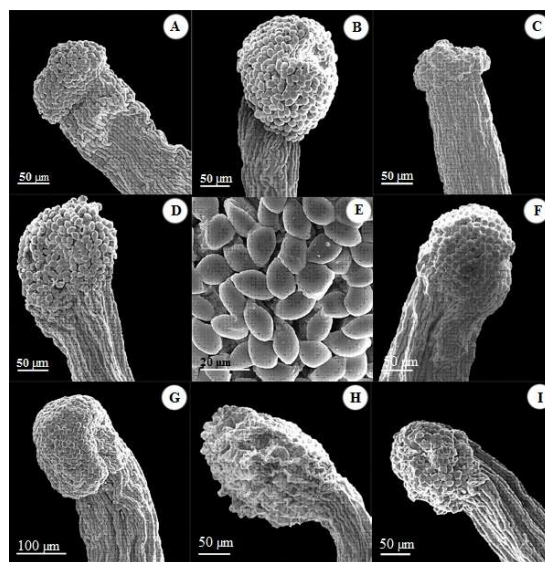
گونه‌ها	مشخصات محل جمع‌آوری
<i>P. condensata</i> M. Bieb.	(۱) تهران، جاده کندوان-هراز، ۲۴۰۰ متر، اسدی و مظفریان، ۳۲۹۵۲، (TARI) (۲) آذربایجان، ۳ کیلومتری جنوب غربی کلیبر، ۱۸۰۰ تا ۲۶۰۰ متر، ترمه، ۱۴۲۱۲، (TARI)
<i>P. wilhelmsiana</i> Fisch. ex M. Bieb.	(۱) آذربایجان، منطقه محافظت شده ارسباران، ۱۸۰۰ متر، اسدی و وثوقی، ۲۴۹۸۲، (TARI) (۲) آذربایجان، منطقه محافظت شده ارسباران، ۲۳۵۰ متر، حمزه و عصری، ۸۱۷۷۹، (TARI)
<i>P. sibthorpii</i> 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)
<i>P. cabulica</i> Benth.	کرمان، کوه لاله‌زار، ۳۰۰۰ متر، فروغی و اسدی، ۱۶۳۳۱، (TARI)
<i>P. rhinanthoides</i> Schrenk	(۱) تهران، گاجر، ۲۵۰۰ متر، آقاییگی، ۲۴۸۳۳، (TARI) (۲) سمنان، ۳۰ کیلومتری جنوب غربی شاهرود، ارتفاعات تاش، کوه‌های شاهوار، ۳۰۰۰ متر، اسدی و معصومی، ۲۱۰۹۱، (TARI)
<i>P. caucasica</i> 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)
<i>P. pycnantha</i> 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)
<i>P. rechingeri</i> 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)
<i>P. strausii</i> 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)

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 درباره ۲۴ صفت ریخت‌شناسی، ۱۳ صفت تشریحی و ۸ صفت گرده‌شناسی انجام گرفت که در شکل ۴ نشان داده شده است. صفات مشخص شده در دایره کمترین میزان تغییرپذیری را نشان دادند و کمترین تأثیر را در نتایج دارند. بر اساس این تحلیل صفات شماره ۱۶، ۲۰، ۱، ۲۲، ۲۳ و در نهایت ۲۱ (که به ترتیب 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).

خوشه دیگر شامل *P. condensata*، *P. wilhelmsiana*، *P. pycnantha*، *P. caucasica*، *P. sibthorpii* و *P. rechingeri* است که در آن *P. strausii* و *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. wilhelmsiana* و *P. condensata* نیز با سطح تشابه ۷/۹۲ درصد یک گروه را تشکیل می‌دهند. پلات دوبعدی تحلیل PCA نیز گونه‌های مشابه یکدیگر را نشان می‌دهد که در کنار 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 در کنار یکدیگر و با فاصله از گونه‌های دیگر قرار دارند. به همین ترتیب تشابه *P. rechingeri* و *P. strausii* با *P. Wilhelmsian* و *P. condensata* نیز با یکدیگر که در دندروگرام مشخص شده بود تأیید می‌شود. اما *P. pycnantha* به *P. rechingeri* و *P. strausii*.



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی نگاره از نمای کلی و سطح کلاله 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*.

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 ( $\mu\text{m}$ )	ضخامت پارانشیم حفره‌ای در برگ ( $\mu\text{m}$ )	ارتفاع ساقه (mm)	ضخامت پوست ساقه ( $\mu\text{m}$ )	ضخامت کل ساقه ( $\mu\text{m}$ )	طول رگبرگ میانی ( $\mu\text{m}$ )
<i>P. condensata</i>	۳۷۵-۵۲۵ ( $470 \pm 50$ )	۲۲۵-۳۵۰ ( $301 \pm 38$ )	۴۱۰-۵۵۰ ( $498 \pm 42$ )	۴۵۰-۶۲۵ ( $551/5 \pm 65$ )	۸۷۵-۱۳۵۰ ( $1090 \pm 202$ )	۱۰۰۰-۱۵۰۰ ( $1290 \pm 180$ )
<i>P. wilhelmsiana</i>	۱۷۵-۷۵۰ ( $570 \pm 179$ )	۲۰۰-۳۰۰ ( $258 \pm 34$ )	۱۰۰-۲۵۰ ( $203 \pm 42$ )	۴۵۰-۵۰۰ ( $475/5 \pm 14$ )	۱۲۵۰-۱۵۰۰ ( $1396 \pm 82$ )	۴۰-۴۷/۵ ( $44 \pm 1$ )
<i>P. sibthorpii</i>	۳۰۰-۵۰۰ ( $419/5 \pm 60$ )	۲۰۰-۳۵۰ ( $295 \pm 45$ )	۲۰۰-۹۰۰ ( $666/5 \pm 217$ )	۶۲۵-۷۵۰ ( $691/5 \pm 47$ )	۱۸۷۵-۲۰۰۰ ( $1934/5 \pm 47$ )	۱۲۰۰-۱۲۵۰ ( $1232 \pm 17$ )
<i>P. cabulica</i>	۲۷۵-۳۷۵ ( $322 \pm 37$ )	۲۵۰-۴۰۰ ( $336 \pm 51$ )	۱۵۰-۳۰۰ ( $234/5 \pm 56$ )	۳۰۰-۳۵۰ ( $325/5 \pm 17$ )	۵۷۵-۶۷۵ ( $625 \pm 34$ )	۱۰۷۵-۱۱۵۰ ( $1112/5 \pm 28$ )
<i>P. rhinanthoides</i>	۱۵۰-۴۵۰ ( $333/5 \pm 113$ )	۲۲۵-۲۵۰ ( $239 \pm 9$ )	۱۰۰-۲۲۰ ( $173 \pm 44$ )	۴۵۰-۶۲۵ ( $543/7 \pm 109$ )	۱۱۰۰-۱۱۲۵ ( $1117 \pm 8$ )	۷۰۰-۸۰۰ ( $752/5 \pm 35$ )
<i>P. caucasica</i>	۲۵۰-۴۷۵ ( $362 \pm 71$ )	۲۵۰-۳۵۰ ( $310 \pm 28/5$ )	۵۰-۱۵۰ ( $75 \pm 34/75$ )	۲۰۰-۴۵۰ ( $343 \pm 88$ )	۹۵۰-۱۳۷۵ ( $1244 \pm 144$ )	۶۲۵-۷۰۰ ( $661 \pm 26$ )
<i>P. pycnantha</i>	۲۲۵-۵۰۰ ( $407 \pm 80$ )	۳۰۰-۳۷۵ ( $343 \pm 29$ )	۵۰-۴۰۰ ( $233/75 \pm 143$ )	۴۷۵-۶۲۵ ( $560/5 \pm 60$ )	۱۵۰۰-۱۶۲۵ ( $1585 \pm 35$ )	۸۰۰-۹۲۵ ( $873/5 \pm 45$ )
<i>P. rechingeri</i>	۳۷۵-۵۷۵ ( $472 \pm 67$ )	۱۲۵-۱۵۰ ( $138 \pm 9/5$ )	۳۵۰-۴۰۰ ( $372 \pm 17$ )	۶۰۰-۷۵۰ ( $687 \pm 52$ )	۵۰۰-۱۲۵۰ ( $888 \pm 246$ )	۱۲۲۵-۱۳۰۰ ( $1265 \pm 27$ )
<i>P. strausii</i>	۲۵۰-۵۰۰ ( $377 \pm 88$ )	۴۵۰-۶۷۵ ( $582 \pm 79$ )	۳۸۰-۴۰۰ ( $390/5 \pm 62$ )	۶۲۵-۷۵۰ ( $694 \pm 40/5$ )	۲۰۰۰-۲۲۵۰ ( $2155 \pm 77$ )	۱۸۲۵-۱۸۷۵ ( $1851/5 \pm 19/5$ )

## بحث

دارد. مشاهدات ما درباره این گونه با مطالعه یانگ و همکاران همخوانی دارد (Yang et al., 2002). جام گل در این گونه منقار بلند و خمیده دارد. بنابراین، به طور 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 به طور قابل 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 خوشه اصلی دسته‌بندی شدند. خوشه اول هفت گونه را در-برمی‌گیرد. *P. cabulica* و *P. rhinanthoides* نیز در خوشه دوم یک گروه را تشکیل می‌دهند که نشان‌دهنده شباهت بسیار

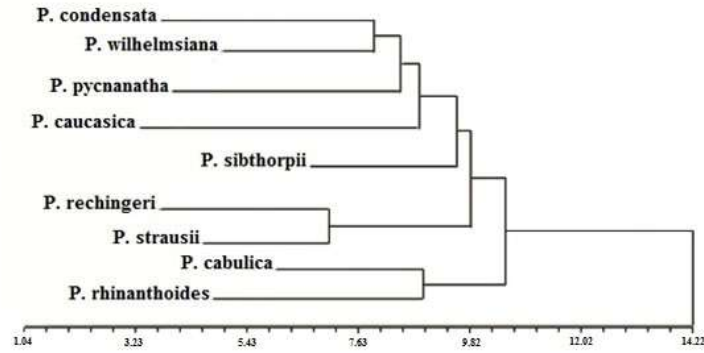
تغییرات تکاملی در منقار و لوله جام گل در *Pedicularis* هماهنگ با تغییرات مرتبط در ساختار گل اتفاق می‌افتد و این رویدادها مجموعاً باعث افزایش تأثیر گرده‌افشانی در گل‌ها می‌شوند (Yang et al., 2002). طبق مشاهدات ما *P. wilhelmsiana* و *pycnantha* کلاله‌ای با سطح مسطح و وسعت کم دارند. جام گل در این دو گونه بدون دندان و منقار است. در *P. cabulica*، *P. sibthorpii*، *P. condensata*، *P. caucasica*، *P. rechingeri* و *P. strausii* کلاله تقریباً کروی‌شکل است و وسعت بیشتری دارد. به جز *P. condensata* و *P. caucasica*، در سایر گونه‌ها جام گل دارای منقاری کوتاه روی گالنا دارد. کلاله در *P. rhinanthoides* به شکل مخروطی، دارای سطحی زبر با فرورفتگی‌های مجرمانند است که کاملاً با گونه‌های دیگر فرق

*P. pycnantha*، UPGMA در کنار دو گونه و *P. condensata* و *P. wilhelmsiana* قرار گرفته است، در صورتی که در تحلیل PCA از آنها فاصله گرفته و با دو گونه *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 دندان یا منقار روی کپسول آنها وجود ندارد (Saeidi Mehrvarz, 2006a). همچنین این سه گونه در دسته‌بندی حاصل از مطالعات گرده‌شناسی، با داشتن گرده سه‌شیری پیوسته و آرایش رتیبیلیت در یک گروه (تیپ I) و زیرگروه (زیرتیپ Ib) قرار می‌گیرند (Saeidi Mehrvarz et al., 2013).

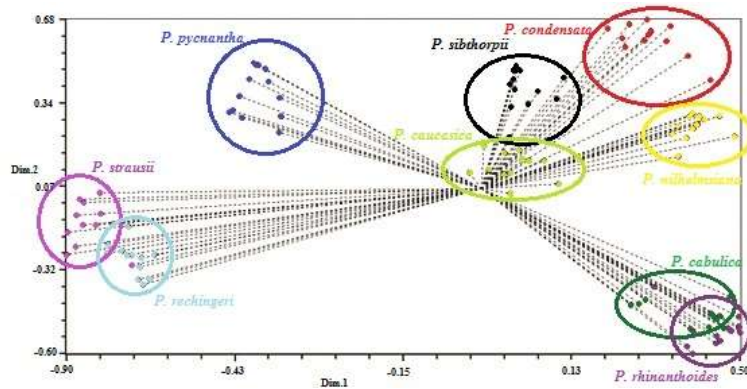
براساس مطالعات ریخت‌شناسی (Saeidi Mehrvarz, 2006a) و آناتومی میوه (Saeidi Mehrvarz et al., 2006b) با وجود صفاتی مانند حضور منقار دودندانه‌ای در *P. sibthorpii* حالت لوله جام گل (داسی-خمیده در *P. condensata* و راست در *P. sibthorpii*، وجود کرک روی برگ‌های *P. condensata*، شکل گرده کشیده-کروی، کروی در *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 از جمله صفاتی هستند که با وجود میزان تغییرپذیری بالا در شناسایی گونه‌ها و تعیین روابط بین آنها کاربرد دارند.

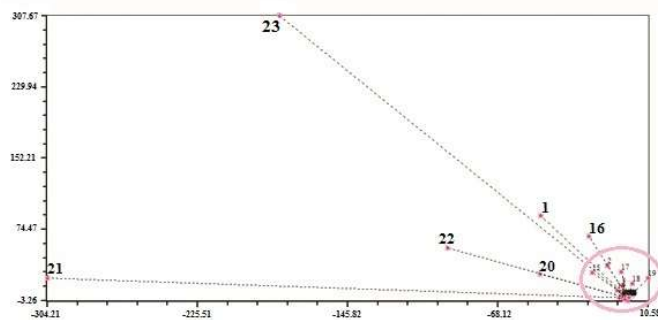
زیاد آنها به یکدیگر است. این نتایج با نتایج حاصل از روش PCA نیز تأیید شد. با وجود ویژگی‌های افتراقی مابین دو گونه مانند اندازه منقار جام گل کوتاه در مقابل بلند و خمیده در (*P. rhinanthoides*)، رنگ جام گل (ارغوانی در مقابل با سفید تا مایل به صورتی در *P. rhinanthoides*)، شکل دانه (تخم‌مرغی در مقابل با مستطیلی در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz, 2006a)، تعداد لایه‌های اندوکارپ (۶-۲ لایه در مقابل با یک لایه در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz et al., 2006b)، شکل گرده (کشیده-کروی، ۱، کروی ۲ در مقابل با نیمه کشیده در *P. rhinanthoides*) و تزئینات سطح اگزین (رتیبیلیت در مقابل با میکرواسکابریت در *P. rhinanthoides*) (Saeidi Mehrvarz et al., 2013) که به شناسایی آنها از یکدیگر کمک می‌کنند، صفاتی مانند نوع دریچه 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 در کنار یکدیگر قرار می‌گیرند و با هم یک گروه را تشکیل می‌دهند که این امر نشان‌دهنده وجود شباهت بسیار زیاد بین آنهاست. از جمله صفات مشترک بین این دو گونه می‌توان به نحوه آرایش برگ‌های ساقه‌ای (متناوب)، نوع گل‌آذین (سنبله)، فقدان دندان و منقار روی جام گل، تعداد لایه‌های اندوکارپ در میوه (۶-۲ لایه) و نوع دریچه گرده (دوشیاری پیوسته) اشاره کرد. البته این دو گونه در صفاتی مانند اندازه برگ‌ها (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*)، اندازه 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 نیمه کشیده است (Saeidi Mehrvarz et al., 2013). همچنین تزئینات سطح اگزین در *P. condensata* از نوع میکروفوئولیت-میکرواسکابریت ۷ و در *P. wilhelmsiana* از نوع رتیبیلیت گزارش شده است. دندروگرام حاصل از روش



شکل ۲. 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.



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).

مرادی در مؤسسه تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان به پاس همیاری در تهیه و مطالعه نمونه‌ها بی‌نهایت سپاس‌گزاریم. همچنین از خانم دکتر بیگم فقیر در دانشگاه گیلان نیز به پاس راهنمایی‌های گران‌قدرشان کمال تشکر را داریم.

## قدردانی

از آقای دکتر معصومی (مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور)، آقای دکتر رحیمی‌نژاد در دانشگاه اصفهان و آقای

## 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.
- Saiedi 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.
- Saiedi Mehrvarz, Sh., Sobhani, S. and Bakhshi Khaniki, G.** 2006b. Fruit anatomy of the genus *Pedicularis* (Scrophulariaceae) from Iran. *OT Sistemantik 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).

**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 *trnT-trnF* 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.

[ DOI: 10.29252/nbr.1.2.57 ]

[ DOR: 20.1001.1.24236330.1393.1.2.6.8 ]

[ Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-06-14 ]