مطالعهٔ ریخت‌شناسی و گرده‌شناسی در گونه های بخشه *Batrachium* از سردهٔ آلاله (تیرهٔ آلاله‌ایان) در ایران

رقیه اکبری[۱]، منیژه پاکروان[۱]* و علیرضا نقی‌نژاد[۲]

دریافت ۱۳۹۵/۲/۷/ پذیرش: ۱۳۹۵/۱۰/۴/ چاپ: ۱۳۹۶/۳/۳۱

[۱]گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم زیستی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران
[۲]گروه زیست‌شناسی، دانشکدهٔ علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران
*مسئول مکاتبات: pakravan@alzahra.ac.ir

چکیده. گونه‌های بخشه *Batrachium* در ایران با استفاده از خصوصیات ریخت‌شناسی و ریز ریخت‌شناسی بررسی شده اند. بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی برگ‌ها، گلبرگ و میوه همراه با خصوصیات دانه‌های گرده در چهارگونه از این سرده شامل *R. rionii* Lagger، *R. sphaerospermus* Boiss. & Blanche، *R. trichophyllus* Chaix ex. Vill. و *R. peltatus* Schrank است. دانه‌های گرده با استفاده از SEM و LEM تحت بررسی قرار گرفتند. هفت خصوصیت ریخت‌شناسی با استفاده از روش‌های آماری و نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل قرار گرفته اند. دانه‌های گرده در گونه‌های تحت بررسی دارای گرده‌های سه-شیاری بوده و شکل آن بین گونه‌های مختلف، متفاوت بود. آرایش و تزئین اگزین (لایهٔ بیرونی گرده) به‌صورت خارهای ریز بوده و این امر بین چهارگونه مشترک است. نتایج بررسی‌های آماری مستقل بودن *R. sphaerospermus* را مورد تأیید قرار داد و شباهت آن با *R. peltatus* را نیز مشخص کرد. همچنین تنوع درون‌گونه‌ای *R. trichophyllus* در نتایج آماری تأیید شده است.

واژه‌های کلیدی. دانه‌های گرده، پولک نکتاری، فندقه، ریزریخت‌شناسی، SPSS

Morphological and palynological studies in *Ranunculus* (L.) sect. *Batrachium* (DC.) Gray in Iran

Roghayeh Akbary[1], Maneezheh Pakravan[1*] & Alireza Naqinezhad[2]

Received 26.04.2016/ Accepted 24.12.2016/ Published 21.06.2017

[1]Department of Biology, Faculty of Biological Science, Alzahra University, Tehran, Iran
[2]Department of Biology, Faculty of Basic Sciences, Universaity of Mazandaran, Babolsar, Iran
*Correspondent author: pakravan@alzahra.ac.ir

Abstract. In this study the morphological and micromorphologcal characters of *Ranunculus* Sect. *Batrachium* species in Iran have been investigated. The characters describe leaf, petal and fruit, in addition to pollen grains in four species of the genus including, *R. sphaerospermus* Boiss. & Blanche, *R. trichophyllus* Chaix ex. Vill., *R. rionii* Lagger and *R. peltatus* Schrank Pollen grains were tricolpate and had species-specific shapes. The sculpture of the exine was echinnate in all of the species studied. Seven morphological characters have been studied using statistical methods and SPSS software has been used in order to group the species. These analyses indicated that *R. sphaerospermus* was a valid species and very similar to *R. peltatus*. Also, intraspecific diversity in *R. trichophyllus* was confirmed by statistical methods.

Keywords. pollen, nectar scale, achene, micromorphology, SPSS

مقدمه

Batrachium (DC.) Gray توسط de Candolle (1817) به‌منزلهٔ بخشه‌ای از سردهٔ آلاله توصیف شده است. Gray (1821) آن را به سطح سرده ارتقاء داد. Cook (1963) آن را به‌منزلهٔ زیرسرده‌ای از آلاله در نظر گرفت. وی این زیرسرده را بازبینی و تجدید نظر کرده و تکامل و تحول این گروه را مورد بحث قرار داده است. تحقیقات ژنتیکی و آزمایشات اندکی در این گروه قبل از تحقیقات Cook (1963) انجام گرفته بود. پس‌از آن نیز چندین بررسی مربوط به رده‌بندی، شمارش کروموزوم، بیوشیمی و غیره در رابطه با این زیر سرده صورت گرفته است (Webster, 1991; Gluchoff-Fassion *et al.*, 1997; Tamura, 1991; Benson, 1948; Jensen & Kadereit, 1995; Dahlgren, 1992; Dahlgren & Svensson, 1994; Anderson *et al.*, 2005).

طبق بررسی‌های فیلوژنتیکی درگونه‌های آلاله (Emadzade *et al.*, 2010)، گونه‌های بخشه *Batrachium* یک کلاد مشخص با

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

بوت استرپ بالا در مرکز کلاد *Ranunculus* تشکیل می‌دهند. بنابراین، آنها به عنوان بخشه‌ای از سرده آلاله پذیرفته شده‌اند. این بخشه شامل گروهی از گیاهان آبزی با گلبرگ‌های سفید، بدون لایه نشاسته‌ای و منفذ نوشجای تحلیل یافته، میوهٔ فندقه با حاشیه و اغلب ناجور برگ هستند که به خاطر درجهٔ بالایی از پلاستی‌سیتی و پلی-پلوئیدی بودن رده‌بندی آنها کار دشواری است. این بخشه در ایران چهار گونه دارد *R. rionii* Lagger، *R. sphaerospermus* Boiss. & Blanche، *R. trichophyllus* Chaix ex. Vill. و *R. peltatus* Schrank (Naqinezhad *et al.,* 2016).

نوع نوشجای در بین دو بخشه *Batrachium* و بخشه *Ranunculus* متفاوت است. در اولی نوشجای نزدیک قاعده گلبرگ رشد یافته و مستقیماً در تمام طول به گلبرگ متصل است در حالی‌که در زیر سرده دوم نوشجای قطعه کوچکی است که فقط به قاعده گلبرگ اتصال دارد (Dahlgren 1992). Cook (1963) در مطالعه بر روی زیرسرده *Batrachium* مطالعه‌ای مروری از دیدگاه سیستماتیکی بر روی تیپ‌های نوشجای انجام داد و سه تیپ نوشجای را معرفی کرد: حلقوی (circular)، گلابی شکل و لونیت. او معتقد است که تیپ‌های مختلف نوشجای صفت تاکسونومیکی مفیدی در تشخیص گونه‌های زیرسرده *Batrachium* است. Dalgren (1992) شش تیپ پولک نکتاری را برای بخشه‌های *Bartachium* و *Ranunculus* تعریف کرد. دانه‌های گرده در تیرهٔ آلاله‌ایان بسیار متنوع بوده و انواع مختلفی از دانه‌های گرده در این تیره مشاهده شده‌اند. تحقیقات متعددی روی ویژگی‌های دانه گرده در این تیره انجام شده است(Rastipisheh *et al.,* 2010; Kumazawa, 1937; Andersen, 1961; Erdtman, 1952-61, Tomaszewski, 1967; Santisuk, 1979; Petrov *et al.,* 1980-81; Clarke *et al.,* 1991) و براساس نوع، شکل و تعداد شیارها سه تیپ دانهٔ گرده شرح داده شد: دانه‌های گردهٔ سه‌شیاری گردهٔ پنج‌شیاری و پنج منفذی نیز دیده شده است.

در این بررسی، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی گونه‌های بخشه *Batrachium* تحت بررسی قرار گرفته است و هدف از این تحقیق بررسی تنوع ویژگی‌های ذکر شده در رویشگاه‌های مختلف در ایران و یافتن اطلاعات جدید براساس صفات جدید بوده است.

مواد و روش‌ها

نمونه‌های سرده *Ranunculus* موجود در هرباریوم‌های TARI، TUH وALUH تحت بررسی قرار گرفته‌اند همچنین، نمونه‌هایی از بخش‌های شمالی کشور جمع‌آوری شد (جدول ۲). دانه‌های گرده از نمونه‌های هرباریومی جداسازی و در تثبیت‌کنندهٔ کارنوی برای بررسی میکروسکوپی الکترون (SEM) و نوری (LM) نگهداری شدند. برای سنجش‌های LM به‌طور متوسط ۳۰-۲۰ گرده بررسی شدند. دانه‌های گرده بااستفاده‌از میکروسکوپ نوری (LM) Olympus DP 12 و میکروسکوپ الکترونی نگارهٔ Ceol (SEM) 840 تحت بررسی قرار گرفتند. در این بررسی‌ها صفاتی مانند طول قطبی و استوایی، طول شیار، سطح اگزین تحت بررسی قرار گرفتند. برای توصیف سطح دانهٔ گرده از اصطلاحات Clarke و همکاران (1991) استفاده شده است.

تحلیل آماری

در بررسی‌های ریخت‌شناسی، یک تجزیه‌وتحلیل فنتیک براساس ویژگی‌های کمّی و کیفی (شش ویژگی کمّی و یک ویژگی کمّی) انجام شد (جدول ۱). برای این کار از نرم‌افزار SPSS ver16 برای محاسبهٔ میانگین از فاصلهٔ اقلیدسی استفاده شد تا یک فنوگرام به‌روش ward حاصل شود که به‌واسطهٔ رده بندی به‌صورت عددی مورد استفاده قرارگرفت. به‌منظور تحلیل آماری چند متغیره، ویژگی‌ها به‌صورت نماهای دوتایی و یا چندنمایی رمزگذاری یا کُدگذاری شده‌اند (جدول ۱). تجزیه‌وتحلیل آماری اولیهٔ مربوط به ویژگی‌های کمّی و کیفی و پس‌از آن تحلیل‌های آماری چند متغیره و تجزیه به عامل‌ها انجام گرفت.

نتایج

مشاهدات مربوط به گرده‌شناسی

دانه‌های گرده در بخشهٔ *Batrachium* از سردهٔ آلاله، سه‌شیاری، تک قطبی (منفرد) و گرد هستند. شکل گرده در *R. peltatus* به‌صورت spheroidal-oblate در دو قطب و در *R. rionii* و *R*

جدول ۱- ویژگی‌های بررسی شده در مطالعات ریخت‌شناسی.

Table 1. Morphological characters studied.

شماره	نام اختصاری	حالت کدگذاری	صفت	
۱	l.sh	۱-بریده‌بریده/۲-بریده و پنجه‌ایی	شکل برگ	Leaf shape
۲	st.sh	۱-تخم‌مرغی و به سمت بالا کروی/ ۲- مستطیلی و به سمت بالا تخم‌مرغی/۳- مستطیلی کشیده و به سمت بالا مثلثی/۴-مثلثی	شکل گوشوارک	Stipule shape
۳	fr.sh	۱-کشیده/۲-کروی	شکل میوه	Fruit shape
۴	a.le	۱-a.le=۱ / ۲- ۱<a.le<۱/۵ / ۳- ۲<a.le<۳	طول فندقه	Achene length
۵	s.a	۱-خط‌دار/۲-موجدار	سطح فندقه	Surface of achene
۶	n.sh	۱-هلالی/۲-گلابی‌شکل/۳-فنجانی	شکل نکتار	Nectar shape
۷	r.sh	۱-کشیده/۲-کروی	شکل نهنج	Receptacle shape

جدول ۲-فهرست نمونه های بررسی شده در مطالعات ریخت شناسی و گرده شناسی.

Table 2. Specimens examined in morphological and palynological studies.

ردیف	گونه	هرباریوم	شماره هرباریومی	محل جمع آوری و جمع آوری کننده
۱	*R. rionii*	ALUH	۱۱۰۵۱	مازندران- عباس‌آباد؛کبری
۲	*R. rionii*	ALUH	۱۱۰۵۲	مازندران- روستای سوته؛ اکبری
۳	*R. rionii*	TARI	۶۰۱۴	فیروزکوه -روستای سرچشمه؛ نقی‌نژاد
۴	*R. trichophyllus*	ALUH	۱۱۰۵۳	مازندران-کمربندی فریدونکنار؛ اکبری
۵	*R. trichophyllus*	ALUH	۱۱۰۵۴	مازندران- جاده بابل - بابلسر؛ اکبری
۶	*R. trichophyllus*	ALUH	۱۱۰۵۵	اردبیل - دریاچه نئور؛ نقی‌نژاد و اکبری
۷	*R. trichophyllus*	HUMZ	۴۰۳۱	فیروزکوه - دریاچه ساهون؛ نقی‌نژاد
۸	*R. trichophyllus*	HUMZ	۴۰۳۲	فیروزکوه- دریاچه ساواشی؛ نقی‌نژاد
۹	*R. trichophyllus*	TARI	۹۶۰۵	رشت- بندرانزلی؛ نقی‌نژاد
۱۰	*R. trichophyllus*	TARI	۲۱۱۶	کردستان - بین چشمه کبود وکر؛ مظفریان
۱۱	*R. sphaerospermus*	ALUH	۱۱۰۵۶	مازندران - روستای نودهک ؛ اکبری
۱۲	*R. peltatus*	ALUH	۱۱۰۵۷	اردبیل- دریاچه نئور؛ نقی‌نژاد

ALUH: هرباریوم دانشگاه الزهراء؛ HUMZ: هرباریوم دانشگاه مازندران؛ TARI: هرباریوم موسسه تحقیقات جنگل ها و مراتع.

ALUH: Alzahra University Herbarium; HUMZ: Herbarium of University of Mazandaran; TARI: Herbarium of Research Institute of Forests and Rangelands.

sphaerospermus prolate-spheroidal به‌صورت و subprolate در *R. trichophyllus* است (شکل ۱). کمترین طول محور قطبی۲۹/۶۴ میکرومتر در *R. sphaerspermus* و بیشترین ۲۹/۷۱میکرومتر در *R. rionii* متفاوت است و طول محوراستوایی نیز بین۱۹/۰۴میکرومتر (*R. sphaerospermus*) تا ۲۷/۵۵ میکرومتر (*R. rionii*) متفاوت است. باتوجه به این اندازه‌گیری‌ها، *R. sphaerspermus* از کوچکترین اندازهٔ گرده‌ای و *R. rionii* از بزرگترین اندازهٔ گرده‌ای برخوردار است (جدول۳).

ضخامت اگزین نمونه‌ها متفاوت است. حداکثر ضخامت اگزین۰/۹۶میکرومتردر *R. peltatus* بوده و کمترین آن ۰/۵۱ میکرومتردر *R. sphaerospermus* بوده است. شیارها در *R. rionii* و *R. peltatus* به انتها نرسیده‌اند ولی در *R. sphae-*

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

rospermus تا قطب‌ها ادامه داشته و در *R. trichophyllus* ممتد و به‌هم پیوسته هستند. شیارها در *R. peltatus* و *R. trichophyllus* و *R. sphaerospermus* سطحی یا کم عمق هستند ولی در شیارهای *R. rionii* عمیق بوده و قطب‌ها در *R. trichophyllus* به شکل متمایزی ضخیم شده‌اند و در گونه‌های دیگر صاف هستند (شکل‌های ۱ و ۲). در گونه‌های تحت مطالعه دو نوع برگ مشاهده شد. برگ‌های دارای پهنک با بریدگی‌های کم و برگ‌های منقسم نخی‌شکل (capillary) که به شکل ظریفی به بخش‌های نخی متعدد زیادی تقسیم شده‌اند. بین گونه‌های یافت‌شده در ایران، فقط *R. peltatus* دارای برگ‌های ناجور (دو شکلی) بوده و از دو نوع برگ برخوردار است، در حالی‌که سایرین فقط دارای برگ‌های نخی شکل هستند. برگ‌های مسطح در *R. peltatus* از سه تا پنج لوب سطحی (کم عمق) با حاشیهٔ کنگره‌دار تشکیل شده‌اند. برگ‌های نخی که کوتاه و سفت بوده و از بخش‌های واگرا یا متفاوتی برخوردار هستند که در یک صفحهٔ واحد نگاه داشته شده‌اند و مانند پره‌های چرخ هستند. همهٔ گونه‌ها برگ‌هایی دارند که کوتاه‌تر از طول گره‌های مجاور با آن هستند. استفاده از شکل گوشوارک ها به‌صورت قابل تشخیص در بین گونه‌ها کار دشواری است زیرا این گوشوارک‌ها دارای تنوع شکلی هستند و بین گونه‌ها در حالت بینابینی قرار دارند. طول مطلق دمگل‌ها کوتاه و نسبت طول آن به دمبرگ برگ مجاور آن در جداسازی گونه‌ها از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا در همهٔ گونه‌ها، دمگل‌ها کوتاه بوده اما از دمبرگ و پهنک برگ مجاور آن بلندتر است. در همهٔ گونهٔ کاسبرگ‌ها در جوانی سبزرنگ بوده و در زمان کامل‌شدن گل به رنگ قهوه‌ای در می‌آیند و طول آن بین ۱/۴۳ تا ۳/۲۰ میلی‌متر متغیر است. طول گلبرگ خصوصیت مهمی از لحاظ رده‌بندی گیاهی است، اگرچه یافتن تفاوت میان دامنهٔ تغییرات در هر گونه کار دشواری است. طول گلبرگ بین ۳ الی ۲۸ میلی‌متر در *R. peltatus* تا ۵-۳/۵ میلی‌متر در *R. rionii* و *R. trichophyllus* متفاوت است. شکل نوشجای یک ویژگی بسیار مهم در این گروه است. شکل‌گیری نوشجای از نوع گلابی شکل با گذشتن از شکل هلالی (به شکل صلیبی) و دایره‌ای صورت می‌گیرد و شکل دایره‌ای در طی پیر شدن گلبرگ کشیده و طویل می‌شود و بنابراین خیلی مهم است که نوشجای در گلبرگ‌هایی که به‌تازگی بالغ شده‌اند (در زمان گرده‌افشانی) بررسی شوند نه درگلبرگ‌های درون غنچه و یا گلبرگ‌های پیرشده. شکل نوشجای در *R. rionii* و *R. trichophyllus* هلالی و در *R. spharospermus* و *R. peltatus* گلابی شکل است (شکل ۳). تعداد فندقه‌ها می‌تواند یک راهنمای مفید برای تشخیص گونه‌ها باشد، اگرچه مانند طول گلبرگ تقسیم‌بندی تعداد فندقه‌ها به گروه‌های مفید مشکل است، اما می‌توان به دامنهٔ تعداد فندقه‌ها اشاره کرد. در نمونه‌های بررسی شده حداکثر تعداد فندقه‌ها در *R. rionii* (۹۰-۶۰) و *R. sphaerospermus* (۸۰- ۵۰) و حداقل تعداد در *R. tricophylus* (۳۳- ۱۶) و *R. peltatus* (۴۵- ۳۴) مشاهده شد. کرکپوش فندقه‌ها بسیار مهم است. *R. sphaerospermus* فندقه‌های بدون کرک دارد در حالی که فندقه‌های نارس *R. peltatus* و *R. trichophyllus* مویی بوده و فندقه‌های *R. rionii* تاحدی بدون کرک است (شکل ۴). بررسی فندقه‌های نارس مهم است چرا که فندقه‌های کرک‌دار در زمان بلوغ و رسیدن کرک‌های خود را از دست می‌دهند. یک ویژگی خوب و مناسب دیگر مربوط به شکل نهنج در تخمدان رسیدهٔ گیاه است. نهنج موجود در گونه‌های *R. sphaerospermus* و *R. rionii* کشیده بوده و در دو گونه‌ی *R. peltatus* و *R. trichophyllus* به‌صورت کروی است.

نتایج تحلیل‌های آماری

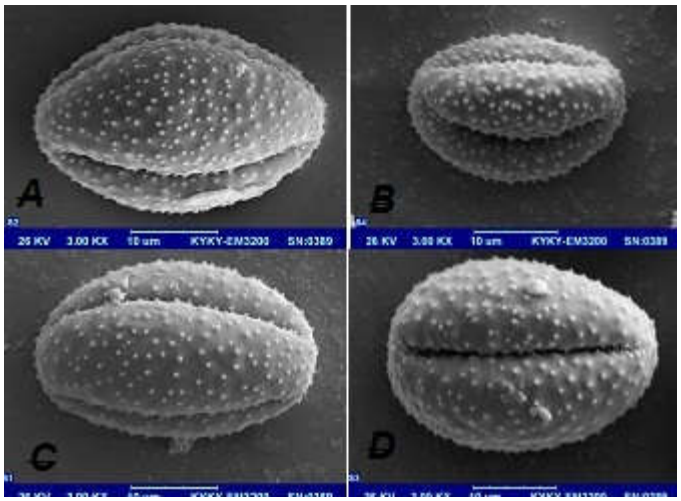
به منظور گروه بندی گونه های مطالعه شده تحلیل خوشه‌ای به روش ward براساس صفات کیفی انجام شد (شکل۳)، فنوگرام رسم شده نشان‌دهندهٔ دو خوشهٔ اصلی است که در یکی از شاخه‌ها *R. peltatus* و جمعیت‌های *R. sphaerospermus* نزدیک یکدیگر بوده و از باقی گونه‌ها جدا شده‌اند. شاخهٔ بعدی خود به دو خوشهٔ فرعی تقسیم شده است. در خوشهٔ فرعی اوّل، افراد جمعیت *R. trichophyllus* در دو خوشه واقع شده‌اند و در خوشهٔ مجاور گونه‌های *R. rionii* قرار گرفته‌اند.

جمعیت‌های فیروزکوه و مازندران در گونهٔ *R. trichophyllus* نسبت به سایر گونه‌ها شباهت بیشتری نشان می‌دهند که این تنوع در صفات ریخت‌شناسی از ویژگی‌های بخشهٔ *Batrachium* بوده در

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

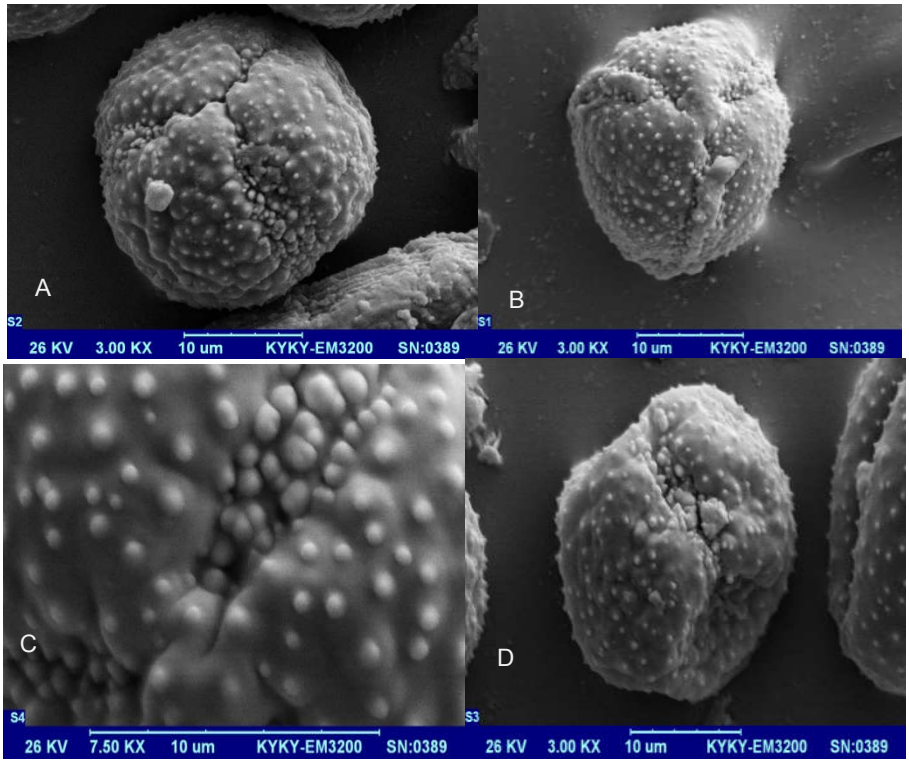
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]



شکل ۱- تصاویرمیکروسکوپ الکترونی دانهٔ گرده در *R. sphaerospermus*, **D:** *R. rionii*, **C:** *R. peltatus*, **B:** *R. trichophyllus*, **A:**

Fig. 1. SEM photographs of pollen grains of *Ranunculus* species studied: **A:** *R. trichophyllus*, **B:** *R. peltatus*, **C:** *R. rionii*, **D:** *R. sphaerospermus*.



شکل ۲- تصویر الکترونی دانهٔ گرده در *R. sphaerospermus*, **D:** *R. rionii*, **C:** *R. peltatus*, **B:** *R. trichophyllus*, **A:**

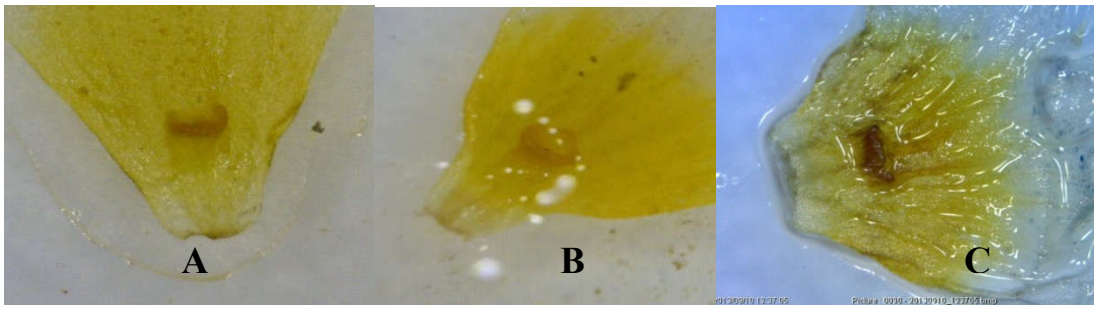
Fig. 2. SEM photographs of pollen grains of *Ranunculus* species studied: **A:** *R. trichophyllus*, **B:** *R. rionii*, **C:** *R. peltatus*, **D:** *R. sphaerospermus*.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

جدول ۳- نتایج حاصل از مطالعهٔ دانهٔ گرده در گونه‌های تحت مطالعهٔ آلاله.

Table 3. Results of the studies performed on pollen characters in studied species of *Ranunculus*.

نام گونه	شکل و تزئینات بذر	ضخامت اگزین	طول شیار	طول قطبیµm			طول استواییµm		
				Min	Mean	Max	Min	Mean	Max
R. rionii	تخم مرغی-کاملاً صاف	۰,۶۴	۱۷,۹۳	۲۱,۶۱	۲۹,۷۱	۳۷,۲۱	۲۱,۸۷	۲۶,۱۳	۳۳,۲۳
R. trichophyllus.	تخم مرغی – سفید شیاردار	۰,۸۴	۱۹,۹۰	۲۲,۸۰	۲۵,۵۳	۲۸,۵۱	۱۷,۳۲	۲۱,۱۲	۲۴,۳۵
R. sphaerospermus	تخم مرغی – سفید شیاردار	۰,۵۱	۱۸,۰۶	۱۸,۱۱	۲۱,۶۴	۲۵,۳۹	۱۷,۰۵	۱۹,۰۴	۲۳,۹۵
R. peltatus	هرمی و کاملاًصاف	۰,۹۶	۱۹,۵۵	۲۵,۷۷	۲۶,۷۰	۲۷,۸۳	۲۵,۵۰	۲۶,۷۸	۲۷,۷۳



شکل ۳- انواع نوشجای در گونه‌های بخشه *Batrachium*.

Fig. 3. Nectary types in the species of section *Batrachium*.
A: *R. trichophyllus*, *R. rionii*, **B:** *R. sphaerospermus*, **C:** *R. peltatus*.



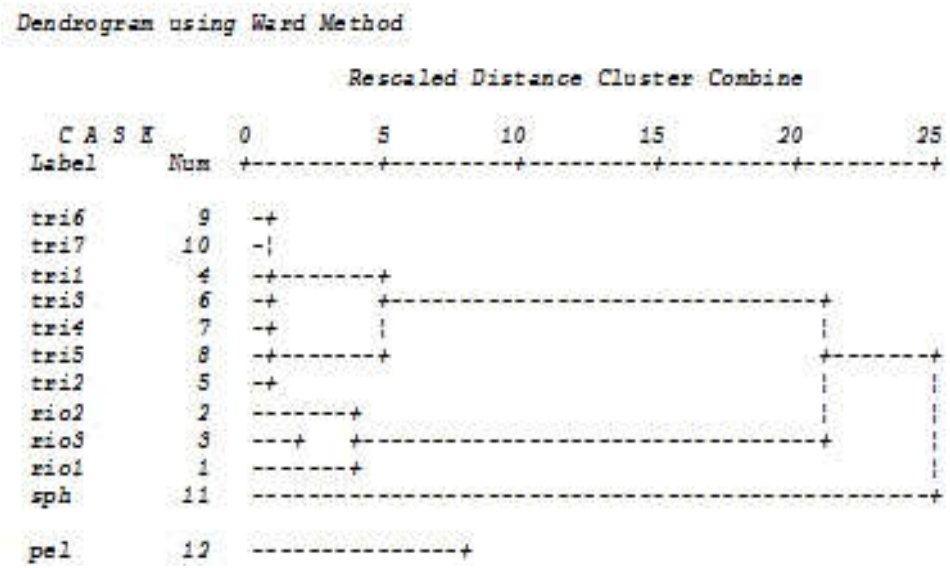
شکل ٤- اشکال فندقه در گونه‌های: *R. trichophyllus* **D&E:** *R. rionii*, **C:** *R. peltatus*, **B:** *R. sphaerospermus*, **A:** (مقیاس=۰/۲میلی‌متر).

Fig. 4. Achene shapes. **A:** *R. sphaerospermus*, **B:** *R. peltatus*, **C:** *R. rionii*, **D&E:** *R. trichophyllus* (scale bar= 0.2 mm).

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

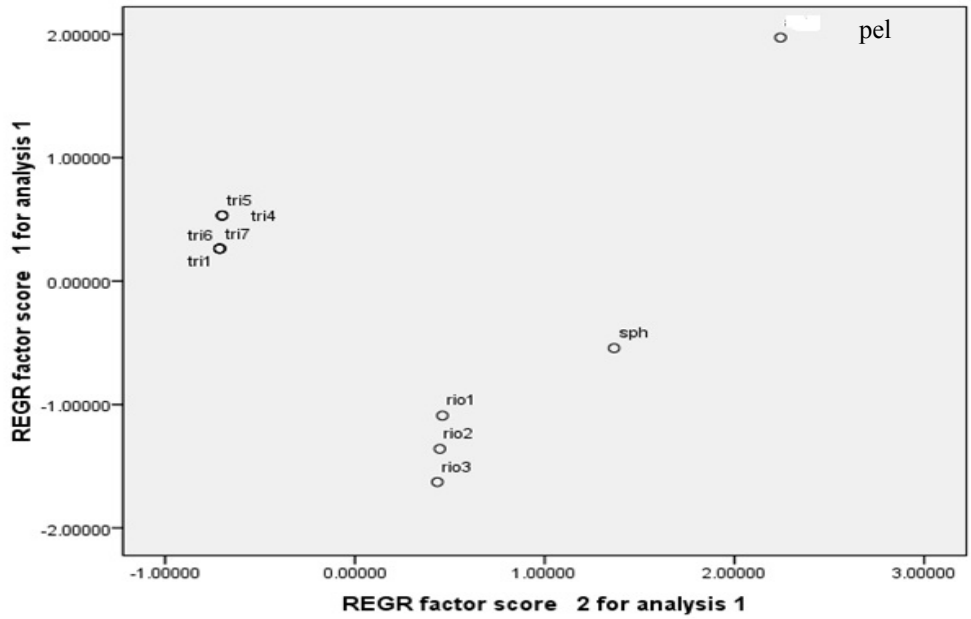
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]



شکل ۵- فنوگرام حاصل از تجزیهٔ خوشه‌ای بر اساس صفات کیفی ریخت‌شناسی.

Fig. 5. The phenogram derived from the cluster analysis based on qualitative morphological traits.
Rio: *R. rionii*, **Tri:** *R.trichophyllus*, **Sph:** *R. sphaerospermus*, **pel:** *R. peltatus*.



شکل ٦- جدولPCA بر اساس تجزیه به عامل ها در صفات ریخت شناسی

Fig. 6. PCA analysis table on the basis of morphological traits.
rio: *R. rionii,* **tri:** *R.trichophyllus*, **sph:** *R. sphaerospermus*, **pel:** *R. peltatus*.

گونهٔ *R. trichophyllus* نیز به‌فراوانی دیده می‌شود. خوشهٔ فرعی دوم از گونه های *R. rionii* تشکیل شده است. نمودار رسته‌بندی ترسیم شده براساس سه مؤلفهٔ اصلی در شکل ۵ حاکی از مجاورت گونه‌های نزدیک و واگرایی جمعیت‌های گونه‌ای است که براساس این سه مؤلفه تحت بررسی قرار گرفته است.نمودار تجزیه به عامل (PCA) رسم شده براساس دو مؤلفهٔ اصلی اول در شکل بیانگر میزان نزدیکی یا واگرایی جمعیت‌های مطالعه‌شده است. با بررسی تجزیه به عامل‌ها و مقایسهٔ سهم هر یک در تنوع حاصله مشخص شد که در مجموع این سه عاملسبب حدود ۸۵/۷۰۹ درصد تنوع مشاهده شده هستند. عامل اول که ۴۶/۷۴۸ درصدتنوع را نشان می‌دهند شامل نهنج، شکل میوه و شکل گوشوارک به‌ترتیب نشان‌دهندهٔ بالاترین ضریب همبستگی (0.7<) هستند. عامل دوم که از ۳۸/۹۶۱ درصد مورد از کل تنوع برخوردار است، شکل نکتار و سطح بذرها نشان دهندهٔ بالاترین ضریب همبستگی است (0.7<) و در عامل سوم که از ۸۹۶/۱۴ درصد از کل تنوع برخوردار است شامل طول بذرها بوده نشان دهندهٔ بالاترین ضریب همبستگی (0.7<) است.

بحث

طبق مطالعات Clarke و همکاران (1991) گرده در گونه‌های آبزی آلاله در گروه *aquatilis* قرار می‌گیرند. بررسی ویژگی‌های دانه‌های گردهٔ بخشه *Batrachium* از سردهٔ *Ranunculus* نشان دادکه تفاوت‌های واضحی میان گونه‌ها براساس شکل، اندازه و ویژگی‌های شیار وجود دارد. به‌طوری‌که چهار گونه *R. rionii*، *R. sphaerospermus* و *R. trichophyllus* و *R. peltatus* از یکدیگر قابل تمایز هستند. *R. sphaerospermus* دارای ویژگی‌های منحصر بفردی است (کوچکترین دانه گرده و عمیق بودن شیارها) که استقلال آن را به عنوان یک گونهٔ مستقل مورد تأیید قرار می‌دهد (Iranshahr *et al.*, 1992). این گونه ابتدا توسط Boissier (1867) به عنوان گونه‌ای مستقل شرح داده شد و سپس توسط Meikle (1959) به سطح زیرگونه تغییر یافت یافت. از طرفی در فنوگرام رسم شده براساس صفات ریخت‌شناسی این گونه در کنار *R. peltatus* واقع شده است. این نتیجه طبق نظریات Meikle (1959) نزدیکی *R. sphaerospermus* را به *R. peltatus* نشان می‌دهد. Dalgren و همکاران (1992) شکل پولک نکتاری را در *R. sphaerospermus* فلسی شکل گزارش کرده است در حالی‌که ما در بررسی‌های خود گلابی شکل را مشاهده کردیم. همچنین او شکل‌های حلقه‌ای و لونیت را در جمعیت‌های مختلف *R. trichophyllus* مشاهده کرده بود ولی ما مانند Cook (1966) فقط شکل لونیت را مشاهده کردیم. پولک نکتاری در *R. peltatus* در مشاهدات ما مانند Cook (1966) گلابی شکل بود درحالیکه Dalgren و همکاران (1992) علاوه بر گلابی شکل اشکال دیگری را نیز گزارش دادند. Dalgren و همکاران (1992) معتقد است که سطح پلی‌پلوییدی در کروموزوم‌ها روی شکل پولک نکتاری اثر می‌گذارد و شکل‌های مختلف پولک نکتاری در جمعیت‌هایی با سطح پلی پلوییدی مختلف مشاهده شده است.

طبق موارد پژوهش شده، بنظر می رسد که سطح اگزین از هیچ ارزشی در تمایز بین گونه‌های بخشه برخوردار نیست زیرا اگزین دارای تزئینات- زگیل مانندی در همهٔ گونه‌ها است. شکل برگ‌ها خصوصیت مناسبی برای جداسازی گونه‌ها هستند. صفات زایشی مانند نهنج، نکتار یا نوشجای و فندقه از اهمیت زیادی میان گونه‌های مختلف برای جداسازی آنها برخوردار هستند که به خاطر ثبات بیشتر آنها است. نتایج تاکسونومی عددی براساس صفات ریخت‌شناختی با نتایج بررسی‌های مربوط به رده‌بندی کلاسیک مطابقت دارد.

سپاسگزاری

نویسندگان از مسئولین هرباریوم دانشگاه مازندران برای دراختیارقراردادن نمونه های هرباریومی قدردانی می نمایند.

REFERENCES

Andersen, S.T. 1961. Vegetation and its environment in Denmark in the early Weichselian Glacial (Last Glacial). Danm. – Geol. Unders. 75: 1-175.

Anderson, C.L., Bremer, K. and Friis, E.M. 2005. Dating phylogenetically basal eudicots using rbcL sequence and multiple fossil reference points. – Amer. J. Bot. 92: 1737-1774.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]

[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19] [DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4] [Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]

Benson, L. 1948. A treatise on the North American Ranunculi. – Am. Midl. Nat. 40: 1-261.

Bidarlord M., Gahremaninejad F., Pakravan M. 2016. *Ranunculus polyrhizos* as a new record for Iran, with ecological and micromorphological and micromoerphological evidence. – Modern Phytomorphology. 10 (Supplement) pp. 25-29.

Boissier, E. 1867. Flora orientalis sive, enumeratio plantarum in Oriente a Graecia et Aegypto ad Indiae fines hucusque observatarum, 1. – Geneva: H. Georg.

Clarke, G.C.S., Pan, W. and Hoen, P.P. 1991. The northwest europeanpollen flora, 51 (Ranunculaceae). – Rev. Palaeobot. Palynol. 69: 117-271.

Cook, C.D.K. 1963. Studies on *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A.Gray II. General morphological considerations in taxonomy of subgenus. – Watsonia 5: 294-303.

Cook, C.D. 1966. A monographic study of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (DC.) A.Gray. – Mitt. Bot. Staatssummlung München 6: 47-37.

Dahlgren, G. 1992. *Ranunculus* subgenus *Batrachium* on the Aegean islands and adjacent areas: nectary types and breeding system. – Nord. J. Bot. 12: 299-310.

Dahlgren, G. and Svensson, L. 1994. Variation in leaves and petals of *Ranunculus* subgenus *Batrachium* on the Aegean islands, analysed by multivariate analysis. – Bot. J. Linn. Soc. 14: 253-270.

Dahlgren, G. 1994. Differentiation patterns in *Ranunculus* subgenus *Batrachium* (Ranunculaceae). – Plant Syst. Evol. Supplement 9: pp 305-317.

Davis, P.H. and Cook, C.D.K. 1965. *Ranunculus.* In: Davis, P.H. (ed.): Flora of Turkey and the East Aegean Islands. – Edinburgh: Edinburgh University Press. 1: 146-197.

de Candolle, A. 1817. Regni vegetabilis systema naturale 1. – Sumptibus sociorum Treuttel et Würtz. Paris. 116 pp.

Emadzadeh, K., Lehenchach, C., Lockhart, P. and Horandle, E. 2010. A molecular phylogeny, morphology and classification of genera of Ranunculeae (Ranunculaceae). – Taxon 59: 809-828.

Erdtman, G. 1952. Pollen morphology and plant taxonomy, Angiosperms. – Almqvist and Wiksell, Stockholm, 539 pp.

Gluchoff-Fassion, K., Fisson, J.L. and Waton, H. 1997. Quercetin glycosides from European aquatic *Ranunculus* species of subgenus *Batrachium*. – Phytochem. 45: 1063-1067.

Gray, S.F. 1821. A natural arrangement of British plants. – Baldwin, Cradock, and Joy, London, 824 pp.

Iranshahr, M. 1992. *Batrachium*. In: Rechinger K.H. (ed.): Flora Iranica 171: 194-199. – Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz.

Jensen, U. and Kadereit, J.W. 1995. Systematics andevolution of Ranunculiflorae. – Part of the plant systematics and evolution supplement 9 book series, 305-317 pp.

Kumazawa, M. 1937. Pollen grain morphology in Ranunculaceae, Lardizabalaceae and Berberidaccae. – Jap. J. Bot. 8: 19-46.

Meikle, R.D. 1959: The *Batrachian ranunculi* of the Orient. – Notes from the Royal Botanical Garden, Edinburgh 23: 13-21.

Naqinezhad, A., Norooz, J., Bidarlord, M. and Englmaier, P. 2016. First evidence of a heterophyllous water crowfoot (*Ranunculus peltatus*, Ranunculaceae) in Iran, its phytogeographical implications and a new determination key for Iranian *Batrachium.* – Ann. Naturhist. Mus. Wien B. 118: 135-145.

Petrov, S. and Borrisova Ivanova, O. 1980. Palynomorphological characteristics of the Bulgarian representatives of the family Ranunculaceac. Juss. IV. *Actaea* L., *Helleborus* L., *Eranthis* Salsb., *Isopyrum* L., *Delphinium* L., *Consolida* (DC.) S.F.Gray. – Fitologia 14: 3-50.

Rastipisheh, S., Pakravan, M., Emady, M. and Nemati, S. 2010. Study of pollen grains characters in the genus *Ranunculus* L. (Ranunculaceae) from Iran. – IJBIO. 2: 1-7.

Santisuk, T. 1979. A palynological study of the tribe Ranunculaceae. – Opera Bot. 48: 1-74.

Tamura, M. 1991. A new classification of the family Ranunculaceae. – Acta Phytotaxa. Geobot. 42: 177-187.

Tomaszewski, A. 1967. Studies on the possibility of using size of pollen grains and the number of grooves as a taxonomic test in *Ranunculus* species. – Ann. Univ. Mariae Curie-Skodowska Sect. E, Agricultura 20: 79-94.

Webster, S.D. 1991.Chromatographic investigation of the flavonoids of *Ranunculus* subdgenus *Batrachium* (DC.) A. Gray (water buttercup) and selected species in subgenus *Ranunsulus*. – Aquat. Plants 40: 11-26.

*****

How to cite this article:

Akbary, R. Pakravan, M. and Naqinezhad, A. 2017. Morphological and palynological studies in *Ranunculus* (L.) sect. *Batrachium* (DC.) Gray in Iran. – Nova Biol. Rep. 4: 19-27.

اکبری، ر.، پاکروان، م. و نقی‌نژاد، ع. ۱۳۹۶. مطالعهٔ ریخت‌شناسی و گرده-شناسی در گونه‌های بخشه *Batrachium* از سردهٔ آلاله (تیرهٔ آلاله‌ایان) در ایران. – یافته‌های نوین در علوم زیستی ۴: ۲۷-۱۹.

[Downloaded from system.khu.ac.ir on 2026-11-04]
[DOR: 20.1001.1.24236330.1396.4.1.3.4]
[DOI: 10.21859/acadpub.nbr.4.1.19]