Comparative Leaf and Petiole Anatomy and Micro Morphology of the Genus *Geum* (Rosaceae) from Iran

Marzieh Beygom Faghir *, Fatemeh Ashori and Atefeh Mehrmanesh

Department of Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract
In the present study leaf anatomical and micro morphological characters of 5 species of *Geum* L. belonging to two subgenera *Orthostylus* and *Geum* were studied using light (LM) and scanning electron microscopy (SEM). For anatomical analysis, cross section of basal leaves and their petioles were prepared. The best sections were selected for staining and their photograph were taken. For micro morphological study, leaf and petiole pieces were washed and dried, then prepared for scanning electron microscope. Anatomical and micro morphological characters were carefully examined and measured. The result revealed taxonomically valuable anatomical (glandular hairs, number of epidermal cell around stoma and types of vascular bundle in blade; shape of crust cell, vascular bundle pattern and shape of cross section in petiole) and micro morphological evidences (trichome length, epicuticular was sculpturing, distribution of wax on outer, inner and peristomatal rim and stomata ledge aperture in blade; presence or absence of hairs and their direction, epicuticular was sculpturing types of petiole). These characters are useful for separating the two subgenera and their species. Our findings support the current classifications. An identification key was presented based on the diagnostic studied characters.
Keywords: Anatomy, *Geum,* Iran, Leaf, Micro Morphology, Petiole, Rosaceae.

* Corresponding Author: marziehbeygomfaghir@gmail.com

زیست‌شناسی گیاهی ایران، سال نهم، شماره سی و یکم، بهار ۱۳۹۶، صفحه ۵۸-۴۵
تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۱۳
تاریخ بررسی مجدد: ۱۳۹۵/۱۱/۰۲
تاریخ پذیرش نهایی: ۱۳۹۵/۱۱/۱۰

تشریح مقایسه‌ای و ریزریخت‌شناسی برگ و دمبرگ جنس *Geum* از تیرۀ Rosaceae در ایران

مرضیه‌بیگم فقیر*، فاطمه عاشوری، عاطفه مهرمنش
گروه زیست‌شناسی، دانشکدۀ علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

در پژوهش حاضر، صفات تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ و دمبرگ ۵ گونه از جنس *Geum* L. متعلق به دو زیرجنس *Orthostulus* و *Geum* با میکروسکوپ نوری (LM) و الکترونی (SEM) بررسی شد. برای مطالعۀ تشریحی، نخست برش‌های عرضی برگ و دمبرگ تهیه شد؛ سپس بهترین برش‌ها برای رنگ‌آمیزی انتخاب شد و از آن‌ها عکس‌برداری به عمل آمد. برای مطالعۀ ریزریخت‌شناسی، قطعات برگ و دمبرگ شستشو داده شدند و پس از خشک‌شدن، برای تصویربرداری با میکروسکوپ الکترونی آماده شدند. صفات تشریحی و ریزریخت‌شناسی به‌دقت ارزیابی و اندازه‌گیری شدند. نتایج بررسی حاضر، صفات تشریحی (کرک غده‌ای، تعداد سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه، نوع دستجات آوندی در پهنک، شکل سلول‌های زمینه، الگوی دستجات آوندی و شکل مقطع عرضی در دمبرگ) و ریزریخت‌شناسی (طول، الگوی تزئینات موم روی بشره، پراکنش موم روی روزنه‌ها، شکل حاشیۀ بیرونی و درونی، لبه و حاشیۀ دریچۀ روزنه در پهنک، کرک‌داربودن یا نبودن، جهت کرک و نوع تزیینات موم روی کوتیکولی در دمبرگ) دارای ارزش تاکسونومیک را آشکار کرد. این صفات برای تفکیک دو زیرجنس و گونه‌های آنها کارآمد هستند. یافته‌های بررسی حاضر، رده بندی‌های رایج را تایید می‌کند. براساس صفات مطالعه‌شدۀ تشخیصی، کلید شناسایی ارائه شده است.

واژه‌های کلیدی: ایران، برگ، تشریح، دمبرگ، ریزریخت‌شناسی، گئوم، گل‌سرخیان.

مقدمه

جنس *Geum* L. به تیرۀ Rosaceae، زیرتیرۀ Rosoideae و طایفۀ Colurieae تعلق دارد. این گیاهان در مناطق معتدله، قطبی و بیشتر در ارتفاعات نیمکرۀ شمالی پراکنش دارند؛ اما تعداد معدودی از آن‌ها نیز در آمریکای جنوبی، نیوزیلند، استرالیا و تاسمانی رشد

* نگارنده مسؤول: نشانی پست الکترونیک: marziehbeygomfaghir@gmail.com، شماره تماس: ۰۱۳۳۳۳۳۳۶۴۷

می‌کنند (Smedmark and Eriksson, 2002). این جنس یکی از پیچیده‌ترین جنس‌های تیرهٔ گل‌سرخیان است. محدودهٔ سیستماتیک این جنس، پیوسته بازنگری شده است. Scheutz (۱۸۷۰) نخستین مونوگراف این جنس را نوشت که شامل ۴۳ گونه و ۸ بخشه بود. او همهٔ گونه‌های دارای خامهٔ پایا را (مانند *Dryas pentapatala* و *Anemone pusilla*) در بخشهٔ *Sieversia* قرار داد. Focke (۱۸۹۴) جنس *Geum* را به دو زیرجنس *Geum* (دارای خامهٔ نیمه‌افتان) و *Sieversia* (دارای خامهٔ پایا) تقسیم کرد. Rydberg (۱۹۱۳) ضمن پذیرفتن محدودهٔ تاکسونومیک جنس *Sieversia*، گونه‌های بدون خامهٔ طویل را به جنس *Acomastylis* منتقل کرد و محدودهٔ سیستماتیک جنس *Geum* را تنها به گونه‌های دارای میوهٔ شبیه به قلاب ماهیگیری (Fish hook) (Smedmark and Eriksson, 2006) کاهش داد. Bolle (۱۹۳۳) در دومین مونوگراف این جنس، تعدادی از گونه‌ها را به سطح جنس ارتقا داد و جنس‌های جدیدی مانند *Novosieversia* و *Oncostylus* را معرفی کرد. محققان بسیاری، همواره برای یافتن صفات پایدار و مناسب، به مطالعهٔ صفات با ماهیت‌های مختلف پرداختند. برخی از این مطالعات عبارتند از: مطالعات سیتوژنتیک Gajewski (۱۹۵۸)؛ فیلوژنی مولکولی Smedmark و Eriksson (۲۰۰۲)؛ تکامل میوه و آلوپلی‌پلوییدی Smedmark و همکاران (۲۰۰۳)، Smedmark و Eriksson (۲۰۰۶)؛ مطالعهٔ صفات ریزریخت‌شناسی گرده، پوستهٔ بذر و ریخت‌شناسی میوهٔ Faghir و همکاران (۲۰۱۵ a). در بررسی حاضر، برای نخستین بار صفات تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ و دمبرگ این گیاهان مطالعه شد. مهم‌ترین اهداف این پژوهش، شناسایی صفات تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ و دمبرگ و صفات تشخیصی و دارای ارزش تاکسونومیک این گیاهان هستند.

مواد و روش‌ها

در پژوهش حاضر، از نمونه‌های تازه و هرباریومی استفاده شد. گیاهان تازه در سال‌های ۱۳۹۲ تا ۱۳۹۴ جمع‌آوری و در هرباریوم دانشکدهٔ علوم پایهٔ دانشگاه گیلان نگهداری شد. نمونه‌های خشک‌شده نیز از دانشکدهٔ داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران (TEH)، موسسهٔ جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) و دانشگاه گیلان (GUH) تهیه شدند (جدول ۱). برای مطالعهٔ تشریحی، برگ‌های قاعده‌ای انتخاب شدند؛ سپس برای نرم‌شدن، بافت برگ‌ها در الکل ۹۶ درصد و گلیسیرین (به نسبت 1:1) قرارداده شدند؛ سپس برش‌گیری آن‌ها با روش دستی، با تیغ‌های تجاری و از ناحیهٔ یک‌سوم میانی انجام شد. برش‌های مناسب با سبز متیل و قهوه‌ای بیسمارک رنگ‌آمیزی شدند. برای مطالعهٔ ریزریخت‌شناسی، ابتدا قطعات برگ و دمبرگ با آب نیمه‌گرم و مادهٔ شوینده شستشو داده شدند. پس از خشک‌کردن نمونه‌ها، آن‌ها با چسب دو سویه روی پایه‌های ویژه قرار داده شدند و پس از طلاپوش‌کردن، برای تهیهٔ تصاویر میکروسکوپ الکترونی به پژوهشکدهٔ متالوژی رازی تهران فرستاده شدند. اطلاعات ریزریخت‌شناسی از Barthlott و همکاران (۱۹۹۸)، Akin و Ergen و همکاران (۲۰۱۳)، Kumar و Murugan (۲۰۱۵) اقتباس شده‌اند.

جدول ۱- فهرست نمونه‌های مطالعه‌شده (گونه‌های جنس *Geum*)

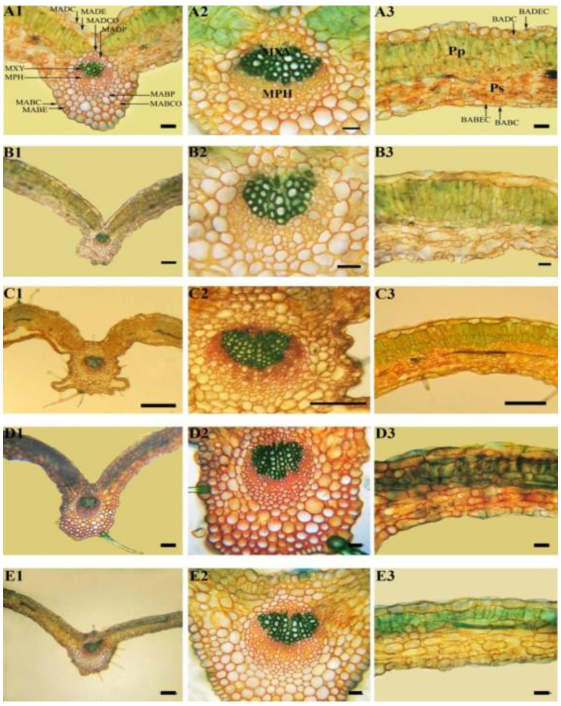
جمع‌آوری‌کننده	شمارهٔ هرباریومی	محل جمع‌آوری و ارتفاع	گونه	شماره
منصف	۶۷۳۸ (TEH)	خراسان: سرخ‌چشمه، روئین، ۲۱۰۰ متر	*G. heterocarpum*	۱
پارسا	۲۸۹۲ (TEH)	مرکزی: اراک، ۱۷۶۰ متر		
باباخانلو، امین	۲۰۵۰۶ (TARI)	تهران: دربند، ۱۷۳۰ متر		
وندلبو، فروغی	۰۱۲۶۴۷ (TARI)	گرگان: پارک جهان‌نما آلمه، ۱۸۵۰ متر		
شاهی	۵۷۵۱ (GUH)	خراسان: جادهٔ بجنورد به اسفراین، گردنهٔ اسدی، ۱۷۳۸ متر	*G. kokanicum*	۲
شاهی	۵۷۵۲ (GUH)	خراسان: بجنورد، کنار پتروشیمی، ۶۵۹ متر		
معصومی، میرحسینی	۵۹۴۲۸ (TARI)	تهران: کرج، کندوان، توچال، بالای کلک‌چال، ۳۰۰۰ متر		
مظفریان، محمدی	۴۹۱۸۳ (TARI)	تهران: دربندسر، ۳۴۰۰ تا ۲۷۰۰ متر		
منصف	۶۷۱۴ (TEH)	خراسان: منطقهٔ گرایل، امامزاده زکریا ، شیروان	*G. iranicum*	۳
منصف	۶۷۱۵ (TEH)	خراسان: منطقهٔ گرایل، امامزاده زکریا ، شیروان		
شاهی	۵۷۵۳ (GUH)	گیلان: ۱۴ کیلومتری لنگرود به اطاقور	*G. rivale*	۴
اسدی، معصومی	۵۱۳۸۵ (TARI)	مازندران: ۲۰ کیلومتری جنوب رامسر، ۲۰۰۰ تا ۳۰۰۰ متر		
اسدی، سردابی	۲۴۰۳۷ (TARI)	آذربایجان: ارسباران، ۲۵۰۰ تا ۲۸۰۰ متر		
شاهی	۵۷۵۴ (GUH)	گیلان: روستای بیشه‌گاه		
فقیر، عاشوری	۵۷۴۹ (GUH)	گیلان: لاهیجان، سیاهکل، روستای لونک، ۴۷۶ متر	*G. urbanum*	۵
عاشوری	۵۷۵۰ (GUH)	گیلان: لاهیجان، روستای سیاهرودبار		
خاتم‌ساز، صالح‌نیا	۵۶۷۷۹ (TARI)	گیلان: جادهٔ آستارا به اردبیل، موشن، ۸۰۰ متر		
پابو	۷۵۲۱ (TARI)	گرگان: ۱۱ کیلومتری جنوب شرق شاه‌پسند، ۲۸۰ متر		

نتایج

مطالعهٔ تشریحی برگ: ساختار تشریحی برگ گونه‌های مطالعه‌شدهٔ جنس *Geum* (شکل‌های ۱-A1 تا E3) متشکل از دو بخش پهنک و رگبرگ اصلی است. الف) بشره: بشرهٔ فوقانی و تحتانی متشکل از سلول‌های مستطیل - مربعی‌شکل است که با لایهٔ کوتیکولی پوشیده می‌شود. در همهٔ گونه‌ها کرک پوششی، از نوع تک سلولی، استوانه‌ای نوک تیز و کرک غده‌ای پایه‌دار ۲ تا ۴ سلولی با سر کروی شناسایی شد. همچنین گونه‌های زیر جنس *Orthostulus*، کرک غده‌ای پایه‌بلند ۳ تا ۴ سلولی و دو گونهٔ زیرجنس *Geum*، کرک غده‌ای پایه‌کوتاه ۲ سلولی و سر کروی دارند. تعداد سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه در زیرجنس *Geum*، ۴ و در زیرجنس *Orthostulus*، ۵ عدد و نحوهٔ آرایش آن‌ها به‌صورت شعاعی نامنظم است. شکل دیوارهٔ سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه در دو زیرجنس، موج‌دار است. حداکثر تراکم روزنه‌ای به گونهٔ *G. rivale* (۲۳۱/۲ میلی‌متر مربع) و حداقل آن به گونهٔ *G. kokanicum* (۱۳۰/۷ میلی‌متر مربع) تعلق دارد. بیشترین و کمترین ضخامت بشرهٔ فوقانی به‌ترتیب در گونهٔ *G. iranicum* (۳۵/۱۴ میکرومتر) و *G. urbanum* (۱۲/۵۹ میکرومتر)، حداقل ضخامت بشرهٔ تحتانی در گونهٔ *G. urbanum* (۱۸/۱۰ میکرومتر) و بیشترین ضخامت بشرهٔ تحتانی در گونهٔ *G. iranicum* (۲۶/۳۵ میکرومتر) مشاهده شد. ب) میانبرگ برگ: این قسمت از زیر بشرهٔ بالایی شروع و روی بشرهٔ پایینی ختم می‌شود و به‌ترتیب شامل ۱ تا ۲

ردیف پارانشیم نردبانی و ۳ تا ۵ ردیف پارانشیم اسفنجی است. پهنک در همهٔ گونه‌های بررسی‌شده، دوسویه است. *G. heterocarpum*، ضخیم‌ترین (۱۴۱/۲۷ میکرومتر) و *G. urbanum*، نازک‌ترین (۴۵ میکرومتر) پارانشیم نردبانی را دارد. در همهٔ گونه‌ها، بلور اگزالات کلسیم چندوجهی منفرد به‌طور پراکنده مشاهده شد.

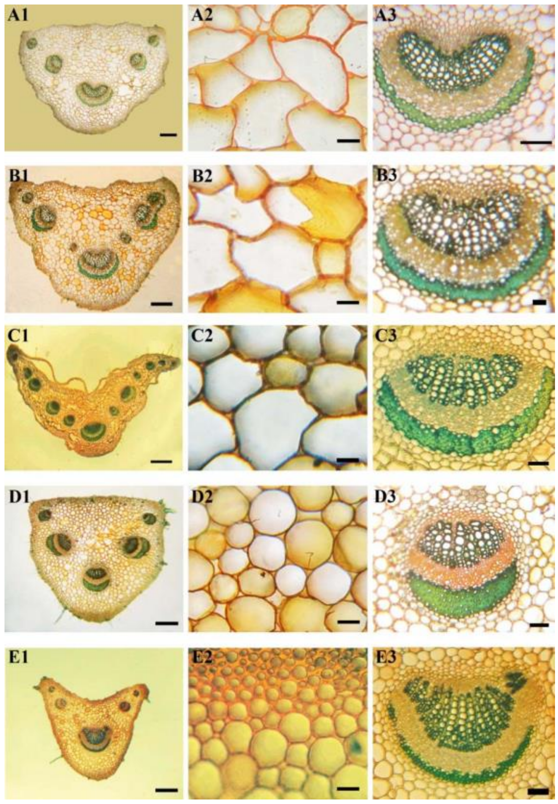
ج) رگبرگ اصلی: متشکل از بشرهٔ فوقانی و تحتانی است. پس از آن، ۱ تا ۳ لایه کلانشیم فوقانی و تحتانی، ۱ تا ۳ لایه پارانشیم فوقانی و تحتانی، آوند آبکش و چوبی دیده می‌شود. حداکثر ضخامت کلانشیم فوقانی در گونهٔ *G. iranicum* (۴۳/۹۵ میکرومتر) و حداقل ضخامت در گونهٔ *G. rivale* (۲۱/۰۱ میکرومتر) مشاهده شد؛ درحالی‌که کلانشیم تحتانی در گونهٔ *G. rivale*، بیشترین (۵۸/۹۶ میکرومتر) و در گونهٔ *G. iranicum*، با ۱۶/۲۴ میکرومتر کمترین ضخامت را دارد.



شکل ۱- ستون ۱، برش عرضی رگبرگ اصلی:A1- MADC (کوتیکول سطح فوقانی)، MADE (بشرهٔ سطح فوقانی)، MADCO (کلانشیم سطح فوقانی)، MADP (پارانشیم سطح فوقانی)، MXY (آوند چوب)، MPH (آوند آبکش)، MABP (پارانشیم سطح تحتانی)، MABCO (کلانشیم سطح تحتانی)، MABE (بشرهٔ سطح تحتانی)، MABC (کوتیکول سطح تحتانی (مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر))؛ ستون ۲، دستهٔ آوند رگبرگ اصلی (مقیاس = ۲۰ میکرومتر)؛ ستون ۳، برش عرضی پهنک (مقیاس = ۲۰ میکرومتر)، BADC (کوتیکول سطح فوقانی)؛ BADEC (بشرهٔ سطح فوقانی). Pp (پارانشیم نردبانی)، Ps (پارانشیم اسفنجی)، BABC (بشرهٔ سطح تحتانی)، BABEC (کوتیکول سطح تحتانی)- ردیف A (*G. kokanicum*)، ردیف B (*G. heterocarpum*)، ردیف C (*G. iranicum*)، ردیف D (*G. rivale*) و ردیف E (*G. urbanum*)

شکل کلی رگبرگ اصلی "V" شکل (*G. kokoanicum*) (شکل ۱-A1) نیم‌دایره (*G. heterocarpum* و *G. urbanum*) (شکل‌های ۱-E1 و B2)، "U" شکل (*G. rivale*) (شکل ۱-D1) و نامنظم (*G. iranicum*) (شکل ۱-C1) است. دستجات آوندی در برخی از گونه‌ها (*G. heterocarpum*، *G. kokoanicum* و *G. iranicum*) (شکل‌های ۱-A2، B2 و C2) از نوع کولاترال (هم پهلو) و در برخی دیگر (*G. rivale* و *G. urbanum*) از نوع آمفی کریبرال است (شکل‌های ۱-E2 و D2).

مطالعهٔ تشریحی دمبرگ: برش عرضی دمبرگ (شکل‌های ۲-A1 تا E3) در این جنس به‌شکل تقریبا سه‌گوش (*G. heterocarpum*، *G. kokoanicum* و *G. rivale*) و در برخی از گونه‌ها (*G. iranicum* و *G. urbanum*) به‌صورت بال‌دار است.

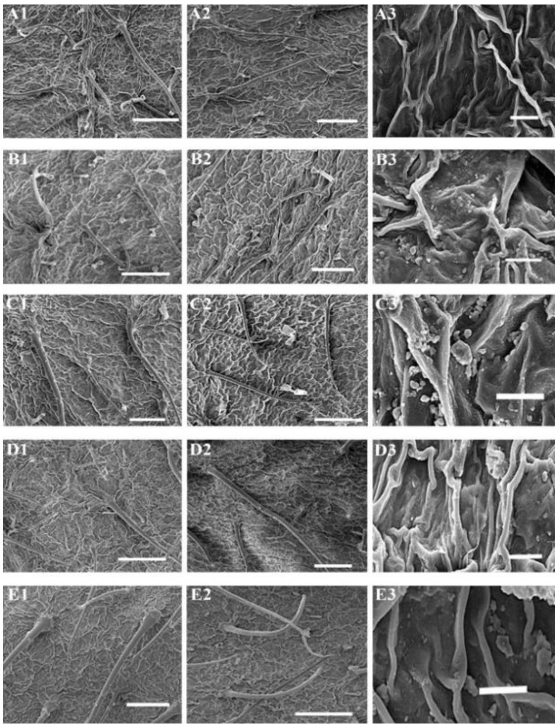


شکل ۲- ستون ۱، برش عرضی دمبرگ (مقیاس = ۱۰۰ میکرومتر)؛ ستون ۲، بافت زمینه (مقیاس = ۲۰ میکرومتر)؛ ستون ۳، دستهٔ آوند بزرگ (مقیاس = ۲۰ میکرومتر)- ردیف A (*G. heterocarpum*)، ردیف B (*G. kokanicum*)، ردیف C (*G. iranicum*)، ردیف D (*G. rivale*) و ردیف E (*G. urbanum*)

دمبرگ شامل سه بخش اصلی بشره، بافت زمینه و بافت هادی است. شکل سلول‌های بشره از مستطیلی - مربعی تا گرد متغیر است. ضخیم‌ترین بشره (۱۸/۲ میکرومتر) در *G. kokanicum* و نازک‌ترین آن (۱۳/۵ میکرومتر) در *G.urbanum* یافت می‌شود. روی سلول‌های بشره، لایهٔ کوتیکول مشاهده می‌شود. بیشترین ضخامت کوتیکول (۳/۸ میکرومتر) در *G. rivale* و کمترین آن (۱/۴ میکرومتر) در *G. iranicum* شناسایی شد. کرک‌های پوششی و موقعیت روزنه‌های دمبرگ مشابه پهنک است. بافت زمینه متشکل از ۱ تا ۳ لایهٔ کلانشیم است که تعداد این لایه‌ها در زوایای دمبرگ به ۴ تا ۷ لایه می‌رسد. بیشترین ضخامت کلانشیم دمبرگ در *G. iranicum* (۴۵/۷ میکرومتر) و کمترین آن (۲۰/۸ میکرومتر) در *G. kokanicum* دیده شد. همچنین ضخامت کلانشیم در زوایا در *G. urbanum* (۱۳۱/ ۷ میکرومتر) و *G. iranicum* (۷۵/۵ میکرومتر) به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را نشان داد. در همهٔ گونه‌های *Orthostylus* تعداد لایهٔ کلانشیم از ۱ تا ۳ و در زوایا از ۶ تا ۸ متغیر است؛ درحالی‌که در زیرجنس *Geum*، کلانشیم، ۲ و در زوایا ۶ لایه است. سلول‌های بافت زمینه به‌شکل مدور و منظم (گونه‌های زیرجنس *Geum*) (شکل‌های ۲-D2 و E2) یا چندضلعی و نامنظم (گونه‌های زیرجنس *Orthostylus*) (شکل‌های ۲-A2، B2 و C2) هستند. درون این سلول‌ها بلور چندوجهی و منفرد اگزالات کلسیم یافت می‌شود که به‌ویژه در گونه‌های زیرجنس *Geum* مشاهده شد. تعداد دسته آوندها در گونه‌های مختلف جنس بین ۵ تا ۱۱ عدد متغیر است. هر دستهٔ آوند متشکل از چوب، آبکش و فیبر خارج از چوب و به‌صورت کولاترال است (شکل‌های ۲-A3 تا E3). قطورترین دستهٔ آوند مرکزی در *G. iranicum* (۴۹۳/۹ میکرومتر) و باریک‌ترین (۳۰۲/۵ میکرومتر) در *G. kokanicum* شناسایی شد. همچنین وسیع‌ترین آبکش در *G. iranicum* (۱۱۸/۳ میکرومتر) و گسترده‌ترین چوب (۲۵۰/۹ میکرومتر) در *G. urbanum* مشاهده شد. ضخیم‌ترین فیبر خارج از چوب دستهٔ آوند مرکزی به *G. iranicum* (۸۲/۳ میکرومتر) و

باریک‌ترین (۴۲/۲ میکرومتر) به *G. urbanum* تعلق دارد. بزرگ ترین قطر دستهٔ آوند فرعی (۳۴۴/۲ میکرومتر) در *G. kokanicum* و کوچک‌ترین (۱۹۶/۲ میکرومتر) در *G. urbanum* تشخیص داده شد. ضخامت آبکش دستهٔ آوند فرعی در *G. iranicum* (۱۰۲/۵ میکرومتر) به بیشترین و در *G. urbanum* به کمترین (۵۶/۹ میکرومتر) میزان می‌رسد. ضخیم ترین فیبر خارج از چوب دستهٔ آوند فرعی (۷۲/۹ میکرومتر) در *G. rivale* و باریک‌ترین (۵۲/۳ میکرومتر) در *G. urbanum* دیده شد.

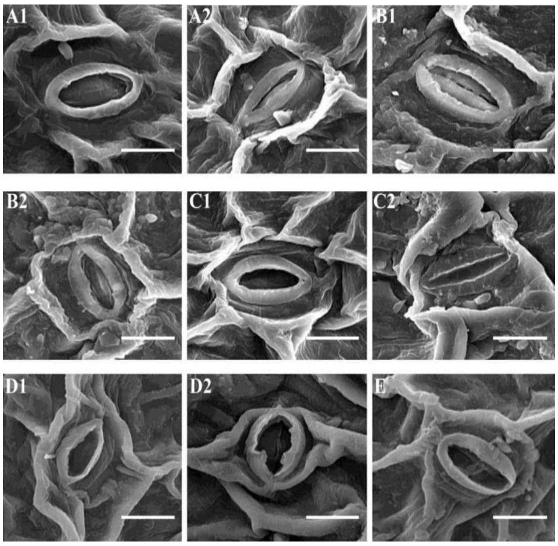
مطالعهٔ ریزریخت‌شناسی برگ: تصاویر میکروسکوپ الکترونی (شکل‌های ۳-A1 تا E3) نشان داد که کرک پوششی دو سطح برگ گونه‌های *G. heterocarpum*، *G. kokanicum* (شکل‌های ۳-A1، A2، B1 و B2) و *G. urbanum* (شکل‌های ۳-E1 و E2) نیمه‌افراشته و خوابیده و در دو گونهٔ *G. iranicum* (شکل‌های ۳-C1 و C2) و *G. rivale* (شکل‌های ۳-D1 و D2) خوابیده است. همچنین این کرک‌ها به سه حالت راست در دو گونهٔ *G. heterocarpum* و *G. kokanicum* (شکل‌های ۳-A1، A2، B1 و B2)، موج‌دار در گونه‌های *G. iranicum* و *G. rivale* (شکل‌های ۳-C1، C2، D1 و D2) و خمیده در *G. urbanum* (شکل ۳-E2) مشاهده می‌شوند. علاوه بر این، روی دو سطح برگ، کرک‌های غده‌ای سرگرد نیز دیده شد.



شکل ۳- تصاویر SEM سطح برگ گونه‌های *Geum*: ستون ۱، سطح فوقانی برگ (مقیاس = ۲۰ میکرومتر)؛ ستون ۲، سطح تحتانی برگ (مقیاس - ۲۰ میکرومتر)؛ ستون ۳، الگوی تزیینات و نوع موم سطح بشره (مقیاس = ۱۰ میکرومتر)- ردیف A (*G. heterocarpum*)، ردیف B (*G. kokanicum*)، ردیف C (*G. iranicum*)، ردیف D (*G. rivale*) و ردیف E (*G. urbanum*)

تعداد سلول‌های پایهٔ کرک غده‌ای در *G. heterocarpum*، *G. kokanicum* و *G. iranicum* ۳ تا ۴ و در دو گونهٔ *G. rivale* و *G. urbanum* ۱ تا ۲ سلول است. سلول‌های بشرهٔ سطح برگ در همهٔ گونه‌ها ناجور قطر، نامنظم، دارای دیوار موج‌دار و الگوی تزیینات موم روی سطح بشره، مشبک است. نوع موم دو سطح برگ در گونه‌های *G. heterocarpum* و *G. rivale*، لایه‌ای صاف، دارای تعداد اندکی گرانول و صفحات کوچک (شکل‌های ۳-A3 و D3) و در سه گونهٔ *G. kokanicum*، *G. iranicum* و *G. urbanum* پوسته‌پوسته، دارای گرانول و صفحات کوچک (شکل‌های ۳-B3، C3 و

E3) است. نتایج بررسی حاضر نشان داد که الگوی پراکنش موم روی روزنه‌ها در سه گونهٔ *G. heterocarpum*، *G. kokanicum* و *G. urbanum* (شکل‌های ۴-A1 تا B2) مشابه است (سلول‌های بشره‌ای، لبه و منفذ روزنه بدون موم)؛ درحالی‌که در گونهٔ *G. iranicum*، الگوی پراکنش موم در دو سطح برگ، متفاوت است (سطح فوقانی برگ با لبه و سلول‌های بشره‌ای پوشیده از موم و منفذ بدون موم؛ سطح تحتانی برگ با لبه، منفذ و سلول‌های بشره‌ای پوشیده از موم) (شکل‌های ۴-C1 و C2). همچنین گونهٔ *G. rivale*، لبه و منفذ بدون موم دارد؛ اما سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه پوشیده از موم هستند (شکل‌های ۴-D1 و D2). یافته‌های مطالعهٔ حاضر نشان داد که روزنه در چهار گونهٔ *G. heterocarpum*، *G. kokanicum*، *G. iranicum* و *G. urbanum* لبهٔ بیرونی برجسته و لبهٔ درونی هم‌پوشان دارد (شکل ۴-E)؛ درحالی‌که در *G. rivale*، روزنه‌ها با لبهٔ بیرونی برجسته و لبهٔ درونی افراشته هستند. علاوه‌براین، دهانهٔ منفذ در دو گونهٔ *G. heterocarpum* و *G. kokanicum*، با حاشیهٔ موج‌دار - دندانه‌دار؛ در *G. iranicum*، صاف؛ در *G. rivale*، بریده‌بریده - دندانه‌دار (شکل‌های ۴-D1 و D2) و در *G. urbanum* به‌صورت موج‌دار است (شکل ۴-E). همچنین در گونهٔ *G.kokanicum* بزرگ‌ترین (۱۶/۲۱×۵/۳۱ میکرومتر) و در *G. heterocarpum* کوچک‌ترین (۱۲/۲۵×۰/۹۹ میکرومتر) ابعاد دهانهٔ روزنه مشاهده شد. اطلاعات ریزریخت‌شناسی برگ در جدول ۲ ارائه شده است.



شکل ۴- تصاویر SEM روزنه‌های برگ گونه‌های *Geum*: A (گونهٔ *G. heterocarpum*): A1 (سطح فوقانی)، A2 (سطح تحتانی)؛ B (گونهٔ *G.kokanicum*): B1 (سطح فوقانی)، B2 (سطح تحتانی)؛ C (گونهٔ *G. iranicum*): C1 (سطح فوقانی)، C2 (سطح تحتانی)؛ D (گونهٔ *G. rivale*): D1 (سطح فوقانی)، D2 (سطح تحتانی)؛ E (سطح تحتانی گونهٔ *G. urbanum*) (مقیاس=۱۰ میکرومتر)

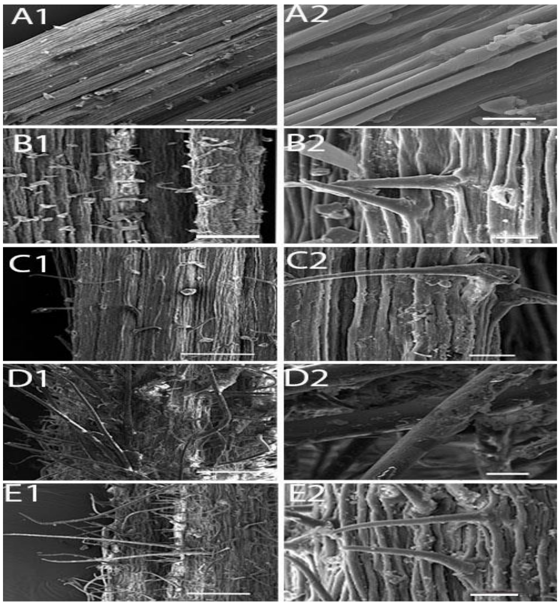
جدول ۲- صفات کرک، پوشش موم روی کوتیکولی و روزنه در گونه‌های مطالعه‌شدهٔ *Geum*

نوع موم سطح فوقانی/ سطح تحتانی	نوع کرک	گونه
لایه ای صاف، دارای گرانول و صفحات کوچک در دو سطح	کرک پوششی بلند وکوتاه، نوک‌تیز، راست، نیمه‌افراشته و خوابیده؛ کرک غده‌ای دارای پایهٔ چندسلولی	*G. heterocarpum*
پوسته‌پوسته، دارای گرانول و صفحات کوچک در دو سطح	کرک پوششی بلند و کوتاه، نوک‌تیز، راست، نیمه‌افراشته و خوابیده؛ کرک غده‌ای دارای پایهٔ چندسلولی	*G. kokanicum*
پوسته‌پوسته، دارای گرانول/ لایه‌ای صاف، دارای صفحات کوچک	کرک پوششی بلند و کوتاه، نوک‌تیز موج‌دار، خوابیده؛کرک غده‌ای دارای پایهٔ چندسلولی	*G. iranicum*
لایه‌ای صاف، دارای صفحات کوچک در دو سطح	کرک پوششی، استوانه‌ای بلند و کوتاه، موج‌دار، خوابیده، کرک غده‌ای دارای پایهٔ تک‌سلولی و کوتاه	*G. rivale*
پوسته‌پوسته، دارای گرانول فراوان و صفحات کوچک در دو سطح	کرک پوششی نیمه افراشته و خوابیده، راست و خمیده؛ کرک غده‌ای دارای پایه یک سلول و کوتاه	*G. urbanum*

شکل دریچه	ابعاد منفذ روزنه در سطح تحتانی (میکرومتر)	ابعاد منفذ روزنه در سطح فوقانی (میکرومتر)	گونه
بیضی	۹۹/۰×۲۵/۱۲	۵۶/۶×۲۲/۱۴	*G. heterocarpum*
بیضی	۲۰/۳×۷۸/۱۲	۳۱/۵×۲۱/۱۶	*G. kokanicum*
بیضی - تخم‌مرغی	۴۹/۳×۸۰/۱۷	۵۰/۱۱×۲۶/۴	*G. iranicum*
تخم مرغی	۳۶/۶×۹۸/۱۰	۶۲/۳×۸۴/۱۰	*G. rivale*
بیضی	۲۲/۴×۰۱/۱۳	-----	*G. urbanum*

لبهٔ دریچه	حاشیهٔ بیرونی لبهٔ روزنه	حاشیهٔ درونی لبهٔ روزنه	گونه
موج‌دار — دندانه‌دار	برجسته	هم‌پوشان	*G. heterocarpum*
موج‌دار — دندانه‌دار	برجسته	هم‌پوشان	*G. kokanicum*
صاف	برجسته	هم‌پوشان	*G. iranicum*
بریده‌بریده - دندانه‌دار	برجسته	افراشته	*G. rivale*
موج‌دار	برجسته	هم‌پوشان	*G. urbanum*

مطالعهٔ ریزریخت‌شناسی دمبرگ: سلول‌های بشرهٔ سطح دمبرگ به‌صورت راه‌راه (شکل‌های ۵-A1 تا E2) دیده می‌شوند. دمبرگ در *G. heterocarpum* کرک ندارد (شکل ۵-A2)؛ درحالی‌که دو گونهٔ *G. iranicum* و *G. kokanicum* کرک پوششی کوتاه و افقی (شکل‌های ۵-B2 و C2) دارند. همچنین دمبرگ دو گونهٔ زیرجنس *Geum* کرک‌های انبوه دارند که در گونهٔ *G. rivale* کوتاه، بلند، موج‌دار و افراشته (شکل‌های ۵-D1 و D2) و در *G. urbanum* (شکل‌های ۵-E1 و E2) کوتاه، بلند و افقی است. روی دمبرگ سه گونهٔ *Orthostylus*، کرک‌های غده‌ای چندسلولی به‌وضوح مشاهده می‌شوند. وجود کرک‌های انبوه روی دمبرگ گونه‌های زیرجنس *Geum* از نمایان‌شدن کرک غده‌ای جلوگیری می کند. موم دمبرگ، از نوع پوسته‌پوسته است. در سه گونهٔ *G. heterocarpum*، *G. kokanicum* (شکل‌های ۵-A2 و B2) و *G. iranicum* (شکل ۵-C2) گرانول‌ها و صفحات کوچک به‌صورت محدود و پراکنده دیده می‌شوند؛ اما در دو گونهٔ *G. rivale* و *G. urbanum* (شکل‌های ۵-E2 و D2) گرانول‌ها و صفحات کوچک به‌صورت انبوه روی سطح دمبرگ وجود دارند.



شکل ۵- تصاویر SEM دمبرگ گونه‌های *Geum*: ستون ۱، بشرهٔ دمبرگ (مقیاس- ۲۰۰ میکرومتر)؛ ستون ۲، الگوی پراکنش موم

دمبرگ (مقیاس- ۲۰ میکرومتر)؛ ستون ۳، کرک دمبرگ از نمای نزدیک (مقیاس- ۱۰ میکرومتر)- ردیف A (*G. heterocarpum*)، ردیف B (*G. kokanicum*)، ردیف C (*G. iranicum*)، ردیف D (*G. rivale*) و ردیف E (*G. urbanum*)

بحث

صفات تشریحی برگ و دمبرگ در تیره‌های مختلف گیاهان دو لپه‌ای، به‌ویژه تیرهٔ Rosaceae و جنس‌های مختلف آن حائز اهمیت هستند (Metcalfe and Chalk, 1957; Saquaro, 2005; Singh, 2010). در مطالعهٔ ساختار تشریحی برگ، صفات کرک پوششی و غده‌ای، ضخامت بشره و کوتیکول، تعداد سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه و شکل دیوارهٔ آن‌ها، ضخامت لایه‌های نردبانی و اسفنجی، نوع دستجات آوندی و حضور بلور یا وجودنداشتن آن در پهنک بررسی شدند. در مطالعهٔ صفات تشریحی، کرک پوششی تنوع نشان نداد؛ اما کرک غده‌ای در گونه‌های دو زیرجنس، متفاوت بود (در زیر جنس *Geum* پایهٔ ۱ تا ۲ سلولی و در زیرجنس *Orthostylus* پایهٔ ۳ تا ۴ سلولی دارد). این صفت اهمیت تاکسونومیک دارد (Faghir *et al.*, 2011) و برای تفکیک دو زیرجنس، مناسب است.

یافته‌های بررسی حاضر نشان داد که به‌طورکلی گونه‌های زیرجنس *Orthostylus* بشره و کوتیکول ضخیم‌تری نسبت به زیرجنس *Geum* دارند. طبق نتایج پژوهش‌های P'yankov و Kondrachuk (۲۰۰۳)، شرایط محیطی مانند دما، خشکی، نور و ارتفاع، کاملا بر ضخامت بشره و کوتیکول تاثیر می‌گذارند. براساس گزارش‌های Khatamsaz (۱۹۹۳) و Schönbech-Temesy (۱۹۶۹) و مقایسهٔ شرایط اکولوژیک این دو زیرجنس مشخص شد که سه گونهٔ زیرجنس *Orthostylus* بیشتر در استان‌های خراسان و تهران، در شرایط آب و هوایی خشک و دو گونهٔ زیرجنس *Geum* بیشتر در استان‌های شمالی کشور (تا حدودی در استان‌های آذربایجان، کرمانشاه و کردستان) و در شرایط آب و هوایی مرطوب رشد می‌کنند. تغییرات ساختار تشریحی برگ به‌ویژه ضخامت بشره و کوتیکول، در پاسخ به شرایط اکولوژیک و برای سازگاری به شرایط محیطی متفاوت اتفاق می‌افتد (Faghir *et al.*, 2011؛ P'yankov and Kondrachuk, 2003).

تعداد سلول‌های اطراف روزنه، از جمله صفات مهمی است که در زیرجنس *Orthostylus* (۵ عدد) و زیرجنس *Geum*، (۴ عدد) متفاوت است. این صفت ارزش تشخیصی دارد (Carpenter, 2006) و برای تفکیک در سطح زیرجنس مناسب است.

در پژوهش حاضر، گونه‌ها براساس تعداد لایه‌های پارانشیم نردبانی و اسفنجی به دو گروه تقسیم می‌شوند: ۱) ۲ تا ۳ لایه پارانشیم نردبانی و ۳ تا ۴ لایه پارانشیم اسفنجی دارند و شامل گونه‌های زیرجنس *Orthostylus* هستند؛ ۲) ۱ لایه پارانشیم نردبانی و ۴ تا ۵ لایه پارانشیم اسفنجی دارند و گونه‌های زیرجنس *Geum* را شامل می‌شوند. گونه‌های گروه اول به‌دلیل رشد در شرایط نیمه‌خشک، میانبرگ متراکم و لایهٔ اسفنجی محدود دارند. گونه‌های گروه دوم، با شرایط اکولوژیک معتدل و آب و هوای نسبتاً مرطوب سازگاری یافته‌اند و از این رو بافت اسفنجی وسیع دارند. نسبت توسعهٔ بافت پارانشیم نردبانی به اسفنجی

در گونه‌های مختلف، برحسب شرایط محیط رشد گیاه، متفاوت است (Ivanova and P'yankov, 2002)؛ به‌همین‌دلیل این صفت، از نظر تاکسونومیک ناکارآمد است.

ضخامت کوتیکول فوقانی و تحتانی، ضخامت بشرهٔ فوقانی و تحتانی، ضخامت کلانشیم تحتانی، طول آوند چوب و آبکش از جمله صفات بررسی‌شدهٔ رگبرگ اصلی هستند. ضخامت کوتیکول و بشره در رگبرگ اصلی، مشابه ضخامت کوتیکول و بشرهٔ پهنک است. مقایسهٔ دستجات آوندی رگبرگ اصلی در گونه‌های این پژوهش به شناسایی دو نوع دسته آوند کولاترال (هم‌پهلو) و آمفی کریبرال منتج شد. گونه‌های زیرجنس *Geum* دسته آوند نوع اول و زیرجنس *Orthostylus* دسته آوند نوع دوم را دارند. این صفت اهمیت تشخیصی دارد و برای جداسازی دو زیرجنس مفید است.

مهم‌ترین صفات بررسی‌شدهٔ دمبرگ در بررسی حاضر عبارتند از: نوع کرک و غده، ضخامت کوتیکول و اپیدرم، شکل دمبرگ، شکل و ضخامت کلانشیم، ابعاد سلول اپیدرمی، ضخامت چوب و آبکش در دستجات آوندی بزرگ، متوسط و کوچک، ضخامت فیبر خارج از چوب در دسته آوندهای بزرگ و فرعی (شامل دستجات متوسط و کوچک)، طول محور پشتی، طول محور پشتی - شکمی و نوع دسته‌آوند. شکل سلول‌های کلانشیم بافت زمینه (به‌شکل مدور و منظم در زیرجنس *Geum* و چندضلعی و نامنظم در زیرجنس *Orthostylus*) و حضور بلورهای اگزالات کلسیم (وجود بلور، تنها در گونه‌های زیرجنس *Geum*) از جمله صفات با ارزش تاکسونومیک و کاربردی برای تفکیک دو زیرجنس هستند (Metcalfe and Chalk, 1957). الگوی قرارگرفتن دستجات آوندی نیز از دیگر صفات تشریحی، با اهمیت تشخیصی در این گیاهان هستند. براساس این، Metcalfe و Chalk (1957) چهار الگوی قرارگرفتن دستجات آوندی دمبرگ را در Rosaceae گزارش کردند و دمبرگ *Geum* را با *Agrimonia*، *Potentilla* و *Fragaria*، در گروه اول (دستجات آوندی آرایش‌یافته به‌صورت قوس، درون مقطع دمبرگ) قرار دادند. براساس یافته‌های بررسی حاضر، الگوی نوع اول در گونه‌های *G. rivale* و *G. heterocarpum* مشاهده شد؛ در حالی‌که آرایش دستجات آوندی در سه گونهٔ *G. urbanum*، *G. kokanicum* و *G. iranicum* از الگوی نوع III (شامل یک دسته‌آوند منفرد هلالی درشت و چند دستهٔ آوندی کوچک که در دو بال دمبرگ قرار دارند) پیروی می‌کنند. شکل مقطع عرضی دمبرگ در گونه‌های دارای الگوی نوع سوم، به‌ویژه *G. iranicum*، بال‌دار و "V" شکل است. بنابراین، شیوهٔ قرارگرفتن دستجات آوندی و شکل مقطع دمبرگ از صفات مهم تشخیصی در این جنس و مفید برای جداسازی در سطح گونه هستند.

محققان بسیاری اهمیت بررسی صفات ریزریخت‌شناسی بشرهٔ برگ و دمبرگ را در تیره‌های گیاهی به‌ویژه تیرهٔ Rosaceae گزارش کرده‌اند (Metcalfe and Chalk, 1957; Eriksen and Yurtsev, 1999; Ganeva and Uzunova, 2010; Faghir *et al.*, 2010). مطالعهٔ ریزریخت‌شناسی تنوع کرک در گونه‌های بررسی‌شده را آشکار کرد. کرک‌های راست در دو گونه، موج‌دار در دو گونه و

خمیده در گونهٔ *G. urbanum*، همچنین کرک‌های خوابیده در دو گونه و کرک‌های نیمه‌افراشته و خوابیده در سه گونه شناسایی شدند. از نظر میزان بلندی کرک نیز گونه‌ها به دو گروه اصلی تقسیم شدند. گونه‌های زیرجنس *Orthostylus*، کرک‌های کوتاه‌تری (۱۷۳/۱۹ تا ۲۹۴/۹ میکرومتر) نسبت به زیرجنس *Geum* (۳۹۴/۰۳ تا ۴۲۰/۲۲ میکرومتر) دارند. بنابراین، صفات کرک در این گیاهان مانند سایر گونه‌های تیرهٔ گل‌سرخیان (Faghir *et al.*, 2010, 2014) ارزش تاکسونومیک دارد و برای تفکیک در سطح گونه و دو زیرجنس مفید است.

بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی، وجود موم روی کوتیکولی (Epicuticular wax) را روی سطوح برگ‌ها آشکار کرد. محققان قبلی بر اهمیت تاکسونومیک موم روی کوتیکولی در تیرهٔ Rosaceae (Eriksen and Yurtsev, 1999; Barthlott, *et al.*, 1998; Fehrenbach and Barthlott, 1988) تاکید کرده‌اند.

بررسی تصاویر میکروسکوپ الکترونی، دو الگوی پوشش موم را روی بشرهٔ پهنک در گیاهان مطالعه شده نشان داد. این دو الگوی ترکیبی (Barthlott *et al.*, 1998، شامل الف) پوسته‌پوسته با صفحات کوچک و گرانول (در گونه‌های *G.iranicum* ،*G. kokanicum* و *G. urbanum*)؛ ب) لایه‌ای صاف با صفحات کوچک و گرانول (در دو گونهٔ *G. heterocarpum* و *G. rivale*) هستند. بنابراین، این صفت برای شناسایی و تفکیک گونه‌ها مناسب است.

از جنبهٔ پراکنش موم روی روزنه‌ها، گونه‌های این جنس به سه گروه تقسیم شدند: گروه اول، لبه و سلول های نگهبان پوشیده از موم و منفذ بدون موم است که این الگو در گونه‌های *G. heterocarpum*، *G. kokanicum* و *G. urbanum* مشاهده شده است. گروه دوم، لبه، منفذ و سلول‌های نگهبان، پوشیده از موم هستند و این الگو تنها در گونهٔ *G. iranicum* وجود دارد. گروه سوم، لبه و منفذ، بدون موم ولی سلول‌های نگهبان روزنه، پوشیده از موم هستند؛ این الگو تنها در گونهٔ *G. rivale* دیده می‌شود. براساس مشاهدات، نوع پراکنش موم روی روزنه‌ها در این جنس ارزش تاکسونومیک دارد و برای تفکیک در سطح گونه استفاده می‌شود.

مطالعات قبلی، از اهمیت تاکسونومیک صفات ریزریخت‌شناسی روزنه حمایت می‌کند (Kumar and Murgan, 2015; Ergen Akin *et al*., 2013).
براساس نتایج این پژوهش، حاشیهٔ بیرونی، درونی و شکل لبه برای جداسازی گونه‌ها و نوع حاشیهٔ دریچه برای تفکیک دو زیرجنس و نیز گونه‌ها کاربرد دارد.

از صفات شاخص کرک پوششی دمبرگ؛ طول کرک، وجودداشتن یا وجودنداشتن کرک و جهت آن ارزش تشخیصی دارند. طول کرک (در زیرجنس *Orthostylus*، ۸۷/۲۹ تا ۱۰۷/۸۸ و در زیرجنس *Geum*،۱۶۱/۹۳ تا ۳۹۸/۵۷ میکرومتر) برای تفکیک در سطح زیرجنس، وجودداشتن یا وجودنداشتن کرک (گونهٔ *G. heterocarpum* تعداد بسیار اندک یا تقریبا بدون کرک) و جهت آن (*G. rivale* کرک‌های افراشته و *G. urbanum* کرک‌های افقی دارند) برای تفکیک در سطح گونه کاربرد دارند (Faghir *et al*., 2014, 2015b).

بر اساس نتایج حاصل از این بررسی، دو الگوی ترکیبی Barthlott و همکاران (۱۹۹۸) در موم دمبرگ

شناسایی شدند. الگوی اول، لایه‌ای صاف، به‌ندرت پوسته‌پوسته با گرانول در دو گونهٔ *G. heterocarpum* و *G. kokanicum* وجود دارند. الگوی دوم، پوسته‌پوسته با گرانول در گونه‌های *G. iranicum*، *G. rivale* و *G. urbanum* دیده می‌شوند. مطابق گزارش‌های قبلی (Faghir *et al*., 2014; Fehrenbach and Barthlott, 1988) و نتایج حاصل از پژوهش حاضر، الگوهای متفاوت موم برای تفکیک و شناسایی گونه‌ها کاربرد تاکسونومیک دارند.

کلید شناسایی گونه‌های *Geum* براساس صفات تشریحی و ریزریخت‌شناسی برگ و دمبرگ:

۱. بشرهٔ دمبرگ با کرک‌های غده‌ای ۲ تا ۴ سلولی، سلول‌های بافت زمینه چندضلعی و نامنظم، بلور، دستجات آوندی رگبرگ اصلی کولاترال، تعداد سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه ۵ عدد................................ (زیرجنس *Orthostylus*) ۲

بشرهٔ دمبرگ با کرک‌های غده‌ای ۲ سلولی، سلول‌های بافت زمینه گرد و منظم، دارای بلور، دستجات آوندی رگبرگ اصلی از نوع آمفی‌کریبرال، تعداد سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنه ۴ عدد........ (زیرجنس *Geum*) ۴

۲. مقطع عرضی دمبرگ "V" شکل، لبه، منفذ و سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنهٔ پهنک پوشیده از موم، حاشیهٔ دریچهٔ روزنه صاف..................... *G. iranicum*

- مقطع عرضی دمبرگ سه‌گوش، لبه و سلول‌های بشره‌ای اطراف روزنهٔ پهنک پوشیده از موم (منفذ بدون موم)، حاشیهٔ دریچهٔ روزنه موج‌دار - دندانه‌دار........... ۳

۳. تزیینات موم بشره در پهنک از نوع لایه‌ای صاف.. *G. heterocarpum*

- تزیینات موم بشره در پهنک از نوع لایه‌ای صاف و پوسته‌پوسته...................................... *G. kokanicum*

۴. کرک دمبرگ افراشته، حاشیهٔ دریچهٔ روزنه بریده‌بریده - دندانه‌دار، حاشیهٔ درونی لبهٔ روزنه افراشته... *G. rivale*

- کرک دمبرگ افقی، حاشیهٔ دریچهٔ روزنه موج‌دار، حاشیهٔ درونی لبهٔ روزنه هم‌پوشان............ *G. urbanum*

سپاسگزاری

در اینجا از جناب آقای دکتر غلامرضا امین، مسئول محترم هرباریوم دانشکدهٔ داروسازی دانشگاه علوم پزشکی تهران (TEH)، همچنین همکاران موسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (TARI) برای در اختیار قرار دادن نمونه‌های گیاهی سپاسگزاری می‌شود.

منابع

Barthlott, W., Neinhuis, C., Cutler, D., Ditsch, F., Meusel, I., Theisen, I. and Wilhelmi, H. (1998) Classification and terminology of plant epicuticular waxes. Botanical Journal of the Linnean Society 126: 237-260.

Bolle, F. (1933) Eine obersicht über die Gattung *Geum* L. und diebihr nahestehenden Gattungen. Feddes Repertorium Beih 72: 1–119.

Carpenter, K. J. (2006) Specialized structures in the leaf epidermis of basal angiosperms: morphology, distribution, and homology. American Journal of Botany 93(5): 665-681.

Ergen Akin, ö., Şenel, G. and Akin, Y. (2013) Leaf epidermis morphology of some *Onosma* (Boraginaceae) species from Turkey. Turkish Journal of Botany 37: 55-64.

Eriksen, B. and Yurster, B. A. (1999) Hair types in *Potentilla* sect. *Niveae* (*Rosaceae*) and related taxa, terminology and systematic distribution. Skrifter Utgitt av det Norske Videnskaps-Akademi Oslo. Matematisk-Naturvidenskapelig Klasse. Skrifter. Ny Serie 38: 201-221.

Faghir, M. B., Armodian, M. and Shahi Shavvon, R. (2015a) Micro–Macro morphology of the genus *Geum* L. (Rosaceae) in Iran and their taxonomic significance. Iranian Journal of Botany 21(2): 103-117.

Faghir, M. B., Attar, F. and Ertter, B. (2011) Foliar anatomy of the genus *Potentilla* L. (Rosaceae) in Iran and its taxonomic implication. Iranian Journal of Science and Technology A3: 243-256.

Faghir, M. B., Attar, F., Farazmand, A., Ertter, B. and Eriksen, B. (2010) Leaf trichome types in *Potentilla* L. (Rosaceae) and related genera in Iran. Acta Societatis Botanicorum Poloniae 79: 139 - 145.

Faghir, M. B., Khairkhah Chaichi, K. and Shahi Shavvon, R. (2014) Foliar epidermis micromorphology of the genus *Alchemilla* (Rosaceae) in Iran. Phytologia Balcanica 20(2): 215 – 225.

Faghir, M. B., Khairkhah Chaichi, K. and Shahi Shavvon, R. (2015b) Petiole indumentum types of the genus *Alchemilla* L. (Rosaceae) from Iran. Taxonomy and Biosystematics 2: 23-31.

Fehrenbach, S. and Barthlott, W. (1988) Mikromorphologie der epicuticularwachse der rosales s.l. und deren systematische gliederung. Botanische Jahrbücher für Systematik 109: 407-428.

Focke, W. O. (1894) Rosaceae (*Ed.* Engler, A.) Die Natürlichen Pflanzenfamilien. vol. 3. Engelmann, Leipzig.

Gajewski, W. (1958) Evolution in the genus *Geum*. Evolution 13: 378–388.

Ganeva, T. and Uzunova, K. (2010) Comparative leaf epidermis study in species of genus *Malus* Mill. (Rosaceae). Botanica Serbica 34: 45-50.

Ivanova, L. A. and Pyankov, V. I. (2002) Structural adaptation of the leaf mesophyll to shading. Russian Journal of Plant Physiology 49(3): 419–431.

Khatamsaz, M. (1993) Flora of Iran, Rosaceae. vol. 6. Research Institute of Forests and Rangeland, Tehran (in Persian).

Kumar, V. S. A. and Murugan, K. (2015) Taxonomic implications with special references to stomatal variations in *Solanum* species using light and scanning electron microscope. International Journal of Applied Biology and Pharmaceutical Technology 6(2): 113-125.

Metcalfe, C. R. and Chalk, L. (1957) Anatomy Dicotyledons II. Claredon press, Oxford.

P'yankov, V. I. and Kondrachuk, A. V. (2003) Basic types of structural changes in the leaf mesophyll during adaptation of Eastern Pamir plants to mountain conditions. Russian Journal of Plant 50: 28-35.

Rydberg, P. A. (1913) Rosaceae In: North American flora vol. 22. The New York Botanical Garden, New York.

Saquaro, A. (2005) Leaf morphology and anatomy of the *Ficus* plant. African Journal of Biotechnology 5(10):331-346.

Scheutz, N. J. (1870) Monographiae Georum. Uppsala, Berling.

Schönbech-Temesy, E. (1969) Rosaceae I: *Geum*. In: Flora Iranica (Ed. Rechinger, K. H.) vol. 66: 116-121. Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz.

Singh, G. (2010) Plant Systematics.1-702. 3th edition, Science Publishers Enfield, New Hampshire.

Smedmark, J. E. E. and Eriksson, T. (2002) Phylogenetic relationships of *Geum* (Rosaceae) and relatives inferred from the nrITS and *trnL-trnF* regions. Systematic Botany 27(2): 303- 317.

Smedmark, J. E. E. and Eriksson, T. (2006) Early stage of development shed light on fruit evolution in allopolyploid species of *Geum* (Rosaceae). International Journal of Plant Science 167(4): 791–803.

Smedmark, J. E. E., Eriksson, T., Evans, R. C. and Campbell, C. S. (2003) Ancient allopolyploid speciation in Geinae (Rosaceae): evidence from nuclear granule-bound starch synthase (GBSSI) gene sequences. Systematic Biology 52: 374–385.