

ارزش ریزریخت‌شناسی صفات برگ و دانه گرده برای تفکیک گونه‌های جنس بلوط در جنگلهای ایران

پریسا پناهی^{۱*}، محمدرضا پورمجیدیان^۲، زیبا جم‌زاد^۳ و اصغر فلاح^۲

*۱- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران.

پست الکترونیک: Panahi@rifr-ac.ir

۲- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه مازندران.

۳- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۲/۱۷

چکیده

گونه‌های مختلف جنس بلوط سطوح وسیعی را در جنگلهای شمال، ارسباران و زاگرس می‌پوشانند. رده‌بندی‌هایی که تاکنون در داخل کشور در مورد جنس بلوط انجام شده فقط بر مبنای ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ و میوه بوده، اما با توجه به گوناگونی این صفات، ناجوربرگی و نیز تولید دورگ‌های احتمالی، اختلاف‌نظر در این زمینه زیاد است. امروزه در تمام نقاط دنیا سعی می‌شود که به کمک میکروسکوپ الکترونی از صفات ثابتی مانند ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ و دانه گرده برای شناسایی و تفکیک دقیق‌تر گونه‌های این جنس استفاده شود. در این پژوهش برای اولین بار در ایران ارزش ریزریخت‌شناسی صفات برگ (شامل نوع کرک، تعداد بازوهای کرک و طول آنها، نوع موم سطح برگ، نوع و شکل روزنه) و دانه گرده (شامل شکل دانه گرده و نوع تزئینات سطح آن) ۶ گونه بلوط بومی جنگلهای ایران شامل بلندمازو (*Quercus castaneifolia* C.A.Mey. subsp. *castaneifolia* (subsp. *castaneifolia* (Steven) Krassiln. اوری (*Q. macranthera* Fisch. and C.A.Mey. ex Hohen.)، سفیدمازو (*Q. petraea* L. ex Liebl.)، مازودار (*Q. libani* Oliv.)، و ی‌ول (*Q. infectoria* Oliv. subsp. *boissieri* (Reut.))، و برودار (*Q. brantii* Lindl. subsp. *brantii* var. *brantii* Zohary) (O.Schwarz) می‌باشند، ارزیابی شده است. پس از نمونه‌گیری از پایه‌های طبیعی و نیز نمونه‌های هرباریومی، آماده‌سازی نمونه‌های برگ و گرده انجام شد و سپس با استفاده از میکروسکوپ الکترونی و نوری مورد مطالعه قرار گرفتند. در مجموع ۵ نوع کرک، ۲ نوع موم، ۴ نوع شکل گرده، ۴ نوع الگوی ساختاری سطح پوسته، ۴ نوع الگوی تزئیناتی و ۳ نوع ریزتزئینات گرده در گونه‌های مورد مطالعه شناسایی شد. براساس نتایج بدست آمده در دو گونه اوری و سفیدمازو نوع کرک، تعداد بازو، طول بازو، شکل و تزئینات دانه گرده و در گونه مازودار شکل، تزئینات دانه گرده و پوشش کامل حاشیه روزنه توسط موم و در گونه‌های بلندمازو، ی‌ول و برودار نیز نوع کرک، شکل و تزئینات دانه گرده صفات کلیدی و تعیین‌کننده می‌باشند؛ بنابراین ارزش تاکسونومیکی صفات مورد بررسی در این جنس تأیید شد.

واژه‌های کلیدی: ایران، بلوط، دانه گرده، ریزریخت‌شناسی، کرک، میکروسکوپ الکترونی.

مقدمه

تیره‌های متنوع گیاهی محسوب شده و پراکنش وسیعی در نیمکره شمالی دارد. این تیره دارای ۳ زیرتیره و ۱۰ جنس است که بلوط با ۳۰۰ (Lawrence, 1951; Elias, 1971)

تیره راش (Fagaceae) با دارا بودن حدود ۹۰۰ گونه درختی و درختچه‌ای خزان‌کننده و همیشه‌سبز یکی از

نمودند. با شروع استفاده از میکروسکوپ الکترونی، تحول شگرفی در ریزریخت‌شناسی کرک‌ها بوجود آمد، به طوری که کامل‌ترین طبقه‌بندی‌های کرک در جنس بلوط توسط Hardin (1976, 1979a, b) و Jones (1986) با مطالعه بلوط‌های آمریکا ارائه شد. ریزریخت‌شناسی کرک با استفاده از تصاویر حاصل از میکروسکوپ الکترونی در پژوهش‌های مختلفی در سرتاسر جهان مورد توجه بوده است. به‌عنوان مثال (Uzunova & Palamarev 1985, 1992a, b, 1993) ویژگی‌های کرک برگ و اهمیت آن را به‌عنوان یک صفت تعیین کننده در گونه‌های بلوط اروپا مورد مطالعه قرار دادند. (Bussotti & Grossoni 1997) ریزریخت‌شناسی کرک برگ را در ۲۷ گونه از بلوط‌های اروپا و مدیترانه بررسی نمودند. (Scareli-Santoz *et al.* 2007) مطالعه مشابهی را در مورد گونه‌های *Q. eduardii* و *Q. conzattii* و هیبرید آنها در مکزیک انجام دادند. در تمام مطالعات یادشده بر ارزش تاکسونومیکی کرک برگ در شناسایی گونه‌های مورد مطالعه تأکید شده است.

به‌موازات پژوهش‌های ذکر شده استفاده از سایر ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ شامل نوع موم سطح برگ، تزئینات آن، نوع و شکل روزنه نیز توسط پژوهشگران مختلفی در شناسایی گونه‌های بلوط مورد استفاده قرار گرفته است که همگی دلالت بر ارزشمند بودن این صفات در رده‌بندی این جنس دارند (Uzunova & Palamarev, 1993; Bussotti & Grossoni, 1997; Uzunova *et al.*, 1997; Nikolić *et al.*, 2003; Scareli-Santoz *et al.*, 2007).

در مورد دانه گرده به‌عنوان یک صفت تعیین کننده مهم در تفکیک گونه‌ای بلوط نیز تاکنون در نقاط مختلف دنیا مطالعات متعددی انجام شده است. شاید در ابتدا تصاویر بدست آمده از میکروسکوپ نوری کمک شایانی به رده‌بندی این جنس نکرد، اما پس از اختراع میکروسکوپ الکترونی، ارزش این صفت مشخص و مرزبندی دقیق‌تر گونه‌های بلوط امکان‌پذیر شد. از جمله پژوهش‌های مهمی

تا ۶۰۰ (Soepadmo, 1972) گونه بزرگترین جنس این خانواده را تشکیل می‌دهد (Jones, 1986; Johnson *et al.*, 2002). جنس بلوط شامل گونه‌های متنوعی از درختان و درختچه‌های همیشه‌سبز و خزان کننده است که از اقلیم‌های سرد تا جنگلهای گرمسیری آسیا و آمریکا گسترش دارند. تنوع زیاد ریخت‌شناسی در این جنس به دلیل وسعت رویشگاهی آنها، ناجوربرگی و نیز دورگ‌های احتمالی سبب ایجاد مشکلات فراوانی در رده‌بندی و تعیین مرز گونه‌های این جنس شده است (Djavanchir Khoie, 1967; Tucker, ۱۳۵۵؛ Jones, 1986; Johnson *et al.*, 2002; Tucker, 1974). به‌عنوان مثال به دلیل ناجوربرگی نتایج متناقضی از رده‌بندی جنس بلوط بر مبنای ریخت‌شناسی برگ بدست آمده است (Tucker, 1974). بنابراین روشهای کلاسیک متداول در سیستماتیک گیاهی برای شناسایی و تفکیک گونه‌های جنس بلوط سبب اختلاف نظر زیادی بین گیاه‌شناسان شده است. با توجه به مشکلات اشاره شده، امروزه سعی می‌شود در کنار مطالعه ریخت‌شناسی برگ و میوه از صفات تعیین کننده دیگری که باثبات بوده و دقت بیشتری دارند برای شناسایی گونه‌های مختلف این جنس استفاده شود.

بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ (کرک‌های موجود در سطوح فوقانی و تحتانی برگ، روزنه‌ها و موم سطح برگ) و دانه‌های گرده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM) ارزش قابل توجهی در مطالعات تاکسونومیکی دارد. قدمت بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی کرک برگ در جنس بلوط به مطالعه انجام شده توسط Dyal (1936) بر می‌گردد. وی کرک‌های موجود بر روی برگ بلوط‌ها را به دو دسته عمده کرک‌های غده‌ای (glandular trichomes) و کرک‌های غیرغده‌ای (non-glandular trichomes) طبقه‌بندی نمود. (Lutz 1938) و (Camus 1936-1938) به ترتیب با شناسایی ۴ و ۷ نوع کرک این طبقه‌بندی را کامل‌تر

و در مورد سایر گونه‌های درختی و درختچه‌ای نیز پژوهش‌های انجام شده محدود می‌باشد که به برخی از آنها اشاره می‌شود. نیلوفری (۱۳۵۶) در نخستین مطالعه انجام شده در مورد درختان و درختچه‌های ایران به بررسی گرده‌شناسی ۵۵ گونه از درختان گز ایران و جهان با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پرداخت. در نتیجه این تحقیق مشخص شد که گرده‌های درختان گز اکثراً سه‌وجهی و به‌ندرت چهاروجهی بوده و ابعاد آنها بین $۲۶-۹/۵ \times ۳۰-۱۲/۵$ میکرومتر متغیر می‌باشد. در نتیجه تحقیق دیگری در مورد ریزریخت‌شناسی دانه گرده ۱۲ گونه از جنس بادام (*Amygdalus L.*) نیز با توجه به تفاوت‌های موجود در شکل دانه گرده و تزئینات آن در گونه‌های مورد مطالعه مشخص شد که با استفاده از صفات دانه گرده می‌توان با دقت نسبتاً خوبی تاکسون‌های مختلف را در سطح گونه تفکیک نمود (Vafadar et al., 2010). بابایی و همکاران (۱۳۸۹) نیز دانه گرده ۷ گونه از جنس بید (*Salix L.*) را با استفاده از میکروسکوپ نوری و الکترونی مورد مطالعه قرار دادند. نتایج بدست آمده نشان داد که به‌طور کلی دانه‌های گرده گونه‌های مورد مطالعه سه‌شیری بوده و اندازه آنها بسیار متغیر است. همچنین با توجه به وجود تفاوت‌هایی در تزئینات سطح دانه گرده می‌توان از این ویژگی در تفکیک گونه‌های مورد مطالعه استفاده نمود.

از خانواده راش سه جنس راش (*Fagus L.*)، بلوط (*Quercus L.*) و شاه‌بلوط (*Castanea Mill.*) در ایران وجود دارند که بیشترین تنوع گونه‌ای در این بین متعلق به جنس بلوط است. گونه‌های مختلف بلوط سطوح وسیعی را در جنگلهای هیرکانی، ارسباران و زاگرس به‌خود اختصاص داده‌اند. در مورد رده‌بندی گونه‌های بلوط در جنگلهای ایران نیز به‌دلایل اشاره شده اظهار نظرهای متفاوتی توسط صاحب‌نظران علوم جنگل و گیاه‌شناسان ارائه شده (به‌عنوان مثال مبین و تره‌گوبوو، ۱۳۴۳؛ ثابتی، ۱۳۵۵؛ قهرمان، ۱۳۶۹؛ Parsa, 1949; Djavan chir Khoie,

که در این زمینه انجام شده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود. Solomon (1983a, b) در قالب دو تحقیق مجزا پژوهش کاملی در مورد دانه گرده بلوط‌های گروه Red oak و White oak آمریکا انجام داد و بر مبنای ویژگی‌های ریخت‌شناسی دانه گرده، رده‌بندی جدیدی از بلوط‌های دو گروه مذکور ارائه داد. Colombo et al. (1983) در پژوهشی دیگر ارزش تاکسونومیکی دانه گرده را در ۸ گونه از بلوط‌های مدیترانه مطالعه نمودند. Médus & Flores (1984) ریخت‌شناسی دانه گرده ۱۶ گونه از بلوط‌های مکزیک را مورد بررسی قرار دادند. Jarvis et al. (1992) نیز مطالعه مشابهی را در مورد دانه گرده بلوط‌های همیشه‌سبز و خزان‌کننده جنوب‌غربی ایالت Sichuan چین انجام دادند. Matryniuk & Vankley (2006) ریخت‌شناسی دانه گرده ۱۸ گونه از بلوط‌های شرق تگزاس در آمریکا را مطالعه و ویژگی‌های دانه گرده آنها را توصیف کردند. Naryshkina & Evstigneeva (2009) با استفاده از دانه‌های گرده مستخرج از رسوبات دوره هولوسن متعلق به مناطق جنوبی دریای ژاپن به بررسی تزئینات سطح آنها با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پرداختند. براساس نتایج این تحقیق، در مجموع ۶ نوع تزئینات در نمونه‌های مورد مطالعه شناسایی شد که ۴ نوع آن متعلق به بلوط‌های خزان‌کننده و دو نوع دیگر متعلق به بلوط‌های همیشه‌سبز بود. همچنین ویژگی‌های تزئینات یادشده با ذکر جزئیات آنها مورد بررسی قرار گرفت. Fortini et al. (2009) ارزش ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ ۵ گونه بلوط جنگلهای مناطق جنوبی و مرکزی ایتالیا متعلق به زیرجنس *Quercus* را در تفکیک گونه‌ای آنها مورد مطالعه قرار دادند. همانند صفت کرک در مورد دانه گرده نیز مطالعات یادشده به ارزش تاکسونومیکی این صفت برای شناسایی گونه‌های بلوط اشاره داشته‌اند. در داخل کشور تاکنون در مورد ریزریخت‌شناسی صفات برگ و دانه گرده جنس بلوط مطالعه‌ای انجام نشده

استفاده قرار گرفتند. به‌منظور مطالعه صفات برگ از هر تاکسون ۵ نمونه و برای صفات دانه گرده از هر تاکسون دو نمونه متعلق به مناطق مختلف مورد توجه قرار گرفت که مشخصات هرباریومی آنها در جدول ۱ قید شده است. به‌منظور مطالعه اپیدرم برگ در هر نمونه فقط برگهای بالغ، سالم و فاقد هر گونه علائم بیماری یا ضعف مورد توجه قرار گرفتند. برای عکسبرداری با میکروسکوپ الکترونی، ابتدا برش‌هایی از سطوح فوقانی و تحتانی برگ حد فاصل حاشیه برگ و رگبرگ میانی به مساحت یک سانتی‌متر مربع تهیه و به‌وسیله چسب‌های دوطرفه بر روی استاپ‌های آلومینیومی چسبانده شدند. سپس به‌مدت ۵ دقیقه با دستگاه Humer II، لایه نازکی از پوشش طلا داده شدند. عکسبرداری با استفاده از میکروسکوپ الکترونی Hitachi مدل (S-4160) در ولتاژ ۱۵ کیلوولت انجام شد. برای شناسایی نوع کرک‌های سطوح فوقانی و تحتانی برگ و نوع موم سطح برگ از منابع موجود (Hardin, 1976, 1979a; Barthlott et al., 1998) استفاده شد.

برای نمونه‌های گرده ابتدا در فصل بهار گرده‌های سالم و بالغ گونه‌های موردنظر از طبیعت جمع‌آوری شدند. مراحل آماده‌سازی و استولیز دانه‌های گرده با روش (Harley 1992) انجام شد. سپس با استفاده از میکروسکوپ نوری Olympus مدل BH2-RFCA با عدسی (100X)، طول محور قطبی (Polar axis =P) و قطر محور استوایی (Equatorial diameter =E) ۵۰ دانه گرده اندازه‌گیری و نسبت P به E که بیانگر شکل دانه گرده می‌باشد، محاسبه شد. برای عکسبرداری با میکروسکوپ الکترونی نیز محلول تهیه شده حاوی دانه‌های گرده بر روی استاپ‌های آلومینیومی ریخته شده و مشابه برگها، پوشش طلا داده شدند و ریزنگاره‌های آنها تهیه شد. به‌منظور تشخیص شکل دانه گرده و تزیینات آن از منابع موجود (Erdtman, 1952; Halbritter et al.,

1967; Menitsky, 1971)، اما همگی بر وجود ۳ گونه بلوط به نام‌های بلندمازو (*Quercus castaneifolia* (C.A.Mey. subsp. *castaneifolia* (Q. اوری) و سفیدمازو (*Q. petraea* L. ex Liebl. subsp. *iberica* (Q. Steven) Krassiln.)) در جنگلهای شمال و ارسباران و ۳ گونه دیگر به نام‌های مازودار (*Q. infectoria* Oliv. (subsp. *boissieri* (Reut.) O.Schwarz) و وی‌ول (*Q. libani* Oliv.) در جنگلهای زاگرس وحدت نظر دارند. از آن جا که در مورد ریزریخت‌شناسی صفات برگ و دانه گرده جنس بلوط در جنگلهای ایران تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده، در این تحقیق سعی شد تا صفات یادشده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی مورد بررسی قرار گرفته و ارزش تاکسونومیکی آنها برای بلوط‌های ایران ارزیابی شوند. در گام اول و در این تحقیق، بررسی این صفات در مورد گونه‌های بلوط جنگلهای ایران که مورد قبول تمام گیاه‌شناسان و صاحب‌نظران جنگل می‌باشد، مورد توجه قرار گرفت.

مواد و روشها

به‌منظور مطالعه ریزریخت‌شناسی صفات برگ و دانه گرده ۶ گونه بلوط اشاره شده، در فصل پاییز طی جنگل‌گردشهای متمادی در محدوده پراکنش جغرافیایی هر گونه، درختان موردنظر با استفاده از صفات ریخت‌شناسی برگ و میوه شناسایی، شماره‌گذاری و نمونه‌های هرباریومی لازم تهیه شدند که در هرباریوم مرکزی ایران (هرباریوم مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور؛ TRAI) نگهداری می‌شوند. همچنین نمونه‌های موجود در این هرباریوم، هرباریوم دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران (NRF) و هرباریوم مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان (RCS) نیز مورد

نامشخص (tricolporoidate) و شکل کلی آنها در نمای قطبی سه گوش تا دایره‌ای و در نمای استوایی دایره‌ای-بیضوی است. در گونه‌های مطالعه شده شکل‌های prolate- و spheroidal, oblate-spheroidal, suboblate spheroidal دیده می‌شوند که ابعاد آنها کمی متفاوت هستند (جدول ۳). پوسته خارجی گرده‌ها دارای روزن‌های ریزی است که شکل آنها در گونه‌های مختلف متفاوت می‌باشد. به‌طور کلی روزن‌های سطح دانه گرده در جنس بلوط با آرایش‌های متراکم (dense) مانند مازودار، پراکنده (sparse) مانند بلندمازو و خطی (lineate) مانند اوری دیده می‌شوند. تزئینات پوسته در ناحیه رأس قطبی (apocolpium) و در ناحیه بین شیارها در نمای استوایی (mesocolpium) کم و بیش مشابه هستند.

(2006; Hesse *et al.*, 2009; Solomon, 1983a, b استفاده شد.

نتایج

در مجموع ۵ نوع کرک از گروه کرک‌های غیرغده‌ای در سطوح فوقانی و تحتانی برگ گونه‌های مورد مطالعه شناسایی شدند (جدول ۲) که عبارتند از کرک‌های یک‌ردیفی ساده (simple-uniseriate)، کرک‌های منفرد (solitary)، کرک‌های دسته‌ای / گروهی (fasciculate)، کرک‌های چندشعاعی (multiradiate) و کرک‌های ستاره‌ای (stellate).

دانه‌های گرده در گونه‌های مطالعه شده سه‌شیار-روزنه‌ای (tricolporate) یا سه‌شیاری با روزن‌های درونی

جدول ۱- مشخصات هرباریومی نمونه‌های مورد مطالعه

مشخصات هرباریومی	گونه
TARI-۲۲۴۲- ایلام: کیلومتر ۱۰ مسیر ایلام به اسلام‌آباد، ۱۴۰۰ متر، شوشتری و حاتمی،	<i>Q. brantii</i> subsp. <i>brantii</i> var. <i>brantii</i>
TARI-۳۸۳۷- فارس: ۴۰ کیلومتری غرب نورآباد، ۱۳۰۰ تا ۱۵۰۰ متر، اسدی و ابوحمزه،	
TARI-۹۵۰۱۵- کردستان: بانه، میرحسام، قبرستان چهارده ریگه، ۱۴۷۷ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۱۴۳۰- کردستان: بانه، قبرستان سلیمان‌بک، ۱۴۸۹ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۱۴۰۴- کردستان: بانه، کیلومتر ۱۰ مسیر بانه به سردشت، ۱۵۷۲ متر، پناهی و پورهاشمی،	<i>Q. castaneifolia</i> subsp. <i>castaneifolia</i>
TARI-۹۵۰۹۷- گلستان: گرگان، جنگل توسکاستان، ۸۵۰ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۵۰۷۵- گیلان: آستارا، روستای شیخ‌محل، ۲۵ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۵۰۷۹- گیلان: آستارا، روستای خانه‌های آسیاب، ۷۶ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۲۷۳۸۲- مازندران: چالوس، کیلومتر ۷ مسیر جنگل ویسر، ۱۴۲۰ متر، مظفریان،	<i>Q. infectoria</i> subsp. <i>boissieri</i>
TARI-۹۵۷۵۴- مازندران: چالوس، دشت نظیر، ۹۴۵ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۵۰۵۰- آذربایجان غربی: میرآباد، روستای خدرآباد، ۱۲۹۰ متر، پناهی و پورهاشمی،	
NRF-۲۰۴۷a- کردستان: مریوان، جنگلهای چناره، جوانشیر،	
TARI-۹۱۴۳۳- کردستان: بانه، بین آرموده و نیروان، ۱۵۲۳ متر، پناهی و پورهاشمی،	<i>Q. libani</i>
NRF-۲۰۴۶- کردستان: مسیر بانه به سردشت، جوانشیر،	
RCS-۲۰۴۵- کرمانشاه: شمال غربی جوانرود، مسیر سفیدبرگ به گنداب، ۱۳۵۰ متر، فتاحی و توکلی،	
TARI-۹۵۰۵۳- آذربایجان غربی: میرآباد، قبرستان ملاله، ۱۴۲۵ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۵۱۰۶- کردستان: مسیر بانه به مریوان، روستای حاجی عبدال، ۱۸۷۸ متر، پناهی و پورهاشمی،	<i>Q. macranthera</i>
TARI-۹۵۰۳۳- کردستان: کیلومتر ۱۱ مسیر بانه به آرموده، ۱۷۲۷ متر، پناهی و پورهاشمی،	
NRF-۲۰۵۳j- کردستان: بانه، مسیر بلکه، جوانشیر،	
NRF-۲۰۵۳r- کردستان: بانه، مسیر بلکه، جوانشیر،	
TARI-۱۷۰۵۷- آذربایجان شرقی: ارسباران، کلیبر، بین مکیدی و وینق، ۱۷۰۰ متر، وندلبو و اسدی،	<i>Q. petraea</i> subsp. <i>iberica</i>
TARI-۹۵۱۰۲- اردبیل: خلخال، جنگل اندبیل، ۲۱۰۰ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۹۵۰۰۳- سمنان: فولادمحل، روستای رودبارک، ۲۴۷۰ متر، پناهی و پورهاشمی،	
TARI-۲۵۵۹۱- گلستان: ۴۰ کیلومتری جنوب علی‌آباد، بین گرگان و آزادشهر، ۱۸۰۰ متر، اسدی،	
NRF-۲۰۵۴c- مازندران: چالوس، سیاه‌بیشه، جوانشیر،	<i>Q. petraea</i> subsp. <i>iberica</i>
TARI-۲۰۳۶۵- آذربایجان شرقی: ارسباران، کوه‌های جنوب وایقان، ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ متر، اسدی و معصومی،	
TARI-۱۷۰۲۶- آذربایجان شرقی: کلیبر، مسیر مکیدی به وینق، وندلبو و اسدی،	
TARI-۹۵۱۰۳- آذربایجان شرقی: کلیبر، جنگل ارسباران، ۱۱۹۰ متر، پناهی و پورهاشمی،	
NRF-۲۰۴۵c- مازندران: چالوس، ویسر، جوانشیر،	<i>Q. petraea</i> subsp. <i>iberica</i>
TARI-۲۸۰۸۲- مازندران: سیاه‌بیشه، ۲۴۵۰ متر، رونمارک و مظفریان،	

که قطر آنها کمتر از یک میکرومتر است به صورت microscabrate، microverrucate، micropsilate و microgemmate یا microechinate می‌باشند (شکل ۱). لازم به ذکر است که شناسایی ریزتزیئات در برخی تاکسون‌ها به سختی انجام می‌شود.

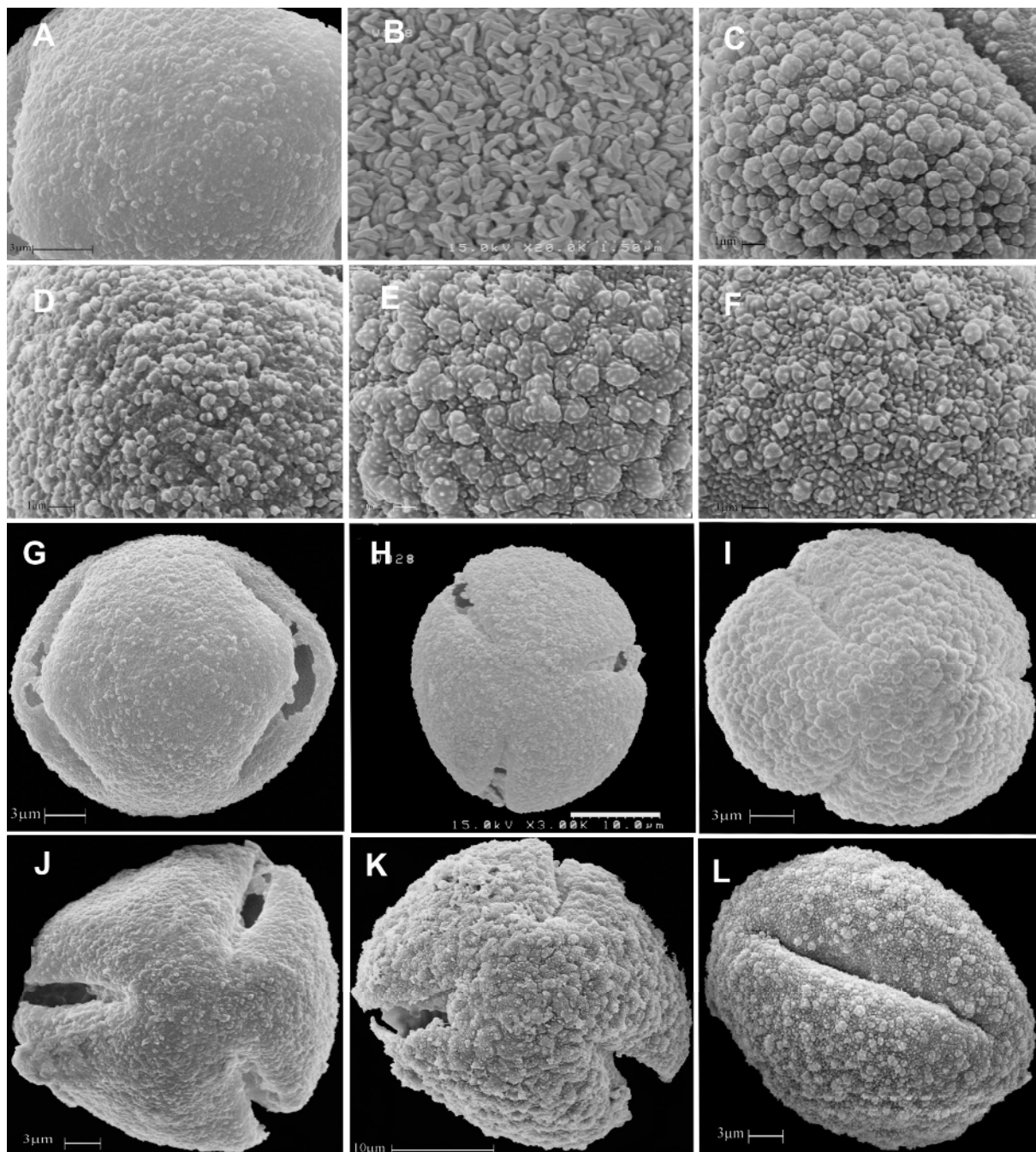
بررسی ریزنگاره دانه‌های گرده نشان داد که الگوهای ساختاری (structural patterns) سطح پوسته (tectum) (surface) دانه‌های گرده در گونه‌های مطالعه شده به شکلهای rugulate، scabrate، verrucate و psilate، الگوهای تزئیناتی (sculptural patterns) به شکلهای rugulate و striate، verrucate، gemmate و ریزتزیئات

جدول ۲- انواع کرک‌های موجود در سطوح فوقانی و تحتانی برگ تاکسون‌های مورد مطالعه (سطح تحتانی / سطح فوقانی؛ +: دارای کرک، -: فاقد کرک)

نوع کرک					گونه
ستاره‌ای	چندشعاعی	دسته‌ای	منفرد	یک‌ردیفی ساده	
+/+	+/+	-/-	-/+	-/-	<i>Q. brantii</i> subsp. <i>brantii</i> var. <i>brantii</i>
+/+	-/+	+/+	-/+	-/+	<i>Q. castaneifolia</i> subsp. <i>castaneifolia</i>
-/+	-/-	-/+	-/+	-/+	<i>Q. infectoria</i> subsp. <i>boissieri</i>
-/+	-/-	-/+	-/+	-/-	<i>Q. libani</i>
-/-	-/-	+/+	+/+	-/+	<i>Q. macranthera</i>
-/+	-/-	-/-	-/+	-/+	<i>Q. petraea</i> subsp. <i>iberica</i>

جدول ۳- آماره‌های توصیفی متغیرهای مورد بررسی دانه گرده تاکسون‌های مورد مطالعه

نسبت طول محور قطبی به قطر محور استوایی	قطر محور استوایی (میکرومتر)		طول محور قطبی (میکرومتر)		گونه
	میانگین ±	کمینه - بیشینه	میانگین ±	کمینه - بیشینه	
۰/۹۸	۳۱±۱/۶	۲۷-۳۵	۳۰±۲/۲	۲۶-۳۶	<i>Q. brantii</i> subsp. <i>brantii</i> var. <i>brantii</i>
۰/۹۴	۳۲±۱/۵	۲۹-۳۴	۳۰±۱/۴	۲۷-۳۳	<i>Q. castaneifolia</i> subsp. <i>castaneifolia</i>
۰/۹۶	۲۹±۱/۸	۲۵-۳۳	۲۸±۲/۱	۲۴-۳۲	<i>Q. infectoria</i> subsp. <i>boissieri</i>
۰/۹۴	۳۲±۱/۹	۲۸-۳۶	۳۰±۲/۲	۲۴-۳۴	<i>Q. libani</i>
۰/۸۶	۴۱±۲	۳۵-۴۵	۳۵±۲/۶	۲۹-۴۳	<i>Q. macranthera</i>
۱/۱۴	۳۴±۲/۴	۲۸-۳۸	۳۸±۲/۸	۳۳-۴۵	<i>Q. petraea</i> subsp. <i>iberica</i>



شکل ۱- تصاویر میکروسکوپ الکترونی دانه گرده و تزئینات آن در تاکسون‌های مورد مطالعه؛ A: برودار؛ B: بلندمازو؛ C: مازودار؛ D: وی‌ول؛ E: اوری؛ F: سفیدمازو؛ G: نمای استوایی برودار؛ H: نمای قطبی بلندمازو؛ I: نمای قطبی مازودار؛ J: نمای قطبی وی‌ول؛ K: نمای قطبی اوری؛ L: نمای استوایی سفیدمازو (مقیاس تصویرهای C, D, E, F = یک میکرومتر؛ B = ۱/۵ میکرومتر؛ A, G, I, J, L = ۳ میکرومتر؛ H, K = ۱۰ میکرومتر).

ریزترینات نیز از نوع *microscabrate* است که به خوبی قابل مشاهده نیستند.

- بلندمازو (*Q. castaneifolia* C.A.Mey. subsp. (*castaneifolia*)

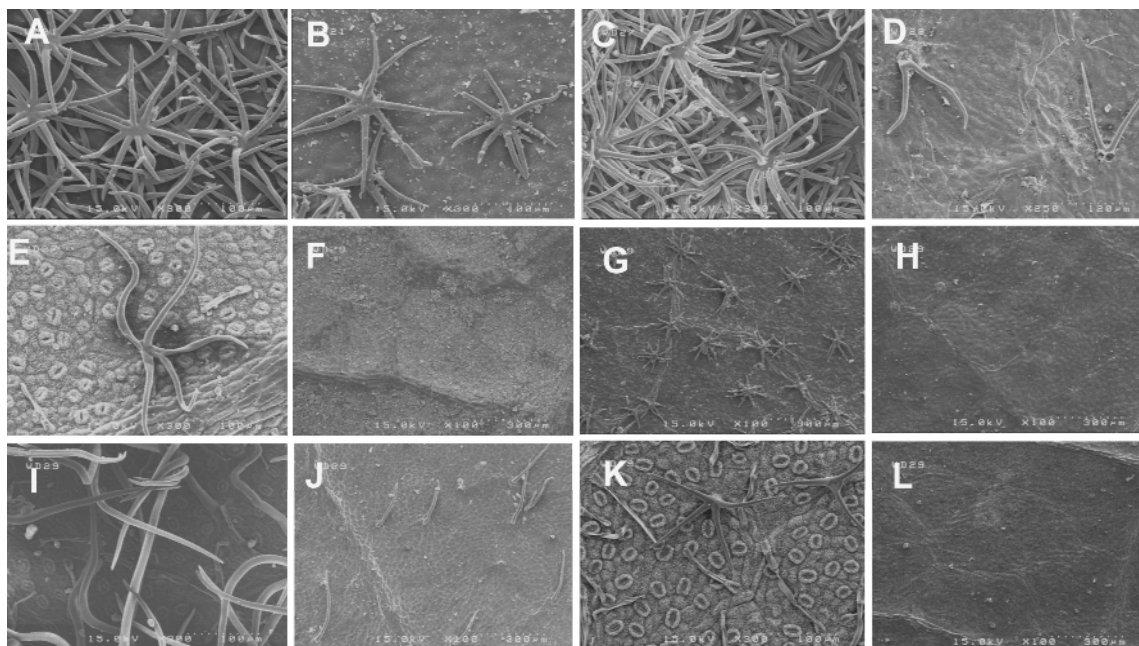
در سطح تحتانی برگ این تاکسون، تراکم قابل ملاحظه‌ای از سه نوع کرک ستاره‌ای بدون پایه (*-sessile*) و *stellate*) و چندشعاعی با ۴ تا ۱۸ بازو (اغلب ۸ تا ۱۴) و طول ۸۰ تا ۱۸۰ میکرومتر و نیز کرک‌های یک‌ردیفی ساده چندسلولی مشاهده می‌شود که دو نوع کرک اول کرک‌های غالب هستند. بازوهای داخلی کرک‌های چندشعاعی برافراشته و بازوهای جانبی آنها کم و بیش موازی سطح برگ بوده و معمولاً بر روی سطح برگ پخش هستند. کرک‌های سطح فوقانی برگ بسیار محدود و همگی از دو نوع کرک‌های ستاره‌ای با ۳ تا ۱۰ بازو (اغلب ۴ تا ۶) و کرک‌های دسته‌ای دارای ۲ بازو هستند که به صورت پراکنده و نامنظم مشاهده می‌شوند. بر روی رگبرگ میانی نیز کرک‌های منفرد با طول متوسط، کرک‌های دسته‌ای بلند با ۲ تا ۶ بازوی برافراشته و کرک‌های ستاره‌ای با ۴ بازو قابل مشاهده‌اند. موم سطح تحتانی برگ از نوع لایه‌ای نرم بوده، روزنه‌ها برجسته (در ارتفاعی بالاتر از سطح برگ قرار دارند)، هم روزنه و هم حاشیه آن به شکل بیضوی کامل می‌باشند. شکل دانه گرده *oblate-spheroidal* است. ویژگی‌های ساختاری سطح پوسته دانه گرده از نوع *rugulate* با روزن‌های پراکنده بوده که به صورت نامنظم در سطح پوسته پراکنش دارند. تزئینات سطح اگزین از نوع *striate* تا *rugulate* و ریزترینات نیز از نوع *micropsilate* (فاقد ریزترینات) است.

توصیف ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی گونه‌های مورد مطالعه

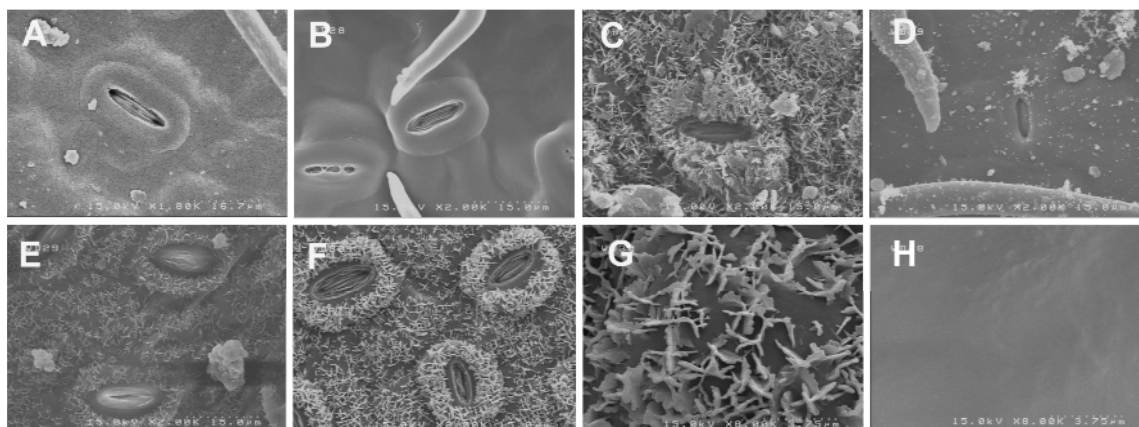
ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ شامل کرک، موم و روزنه به تفکیک گونه در شکل‌های ۲ و ۳ و تشریح آنها در زیر ارائه شده است.

- برودار (*Q. brantii* Lindl. subsp. *brantii* var. (*brantii* Zohary)

در این تاکسون، هر دو سطح تحتانی و فوقانی برگ دارای کرک بوده ولی تراکم کرک در سطح تحتانی به مراتب بیشتر از سطح فوقانی است. در سطح تحتانی دو نوع کرک قابل مشاهده است که عبارتند از کرک‌های ستاره‌ای و کرک‌های چندشعاعی با ۴ تا ۱۸ بازو (اغلب ۸ تا ۱۰) و طول ۷۰ تا ۱۵۰ میکرومتر. کرک‌های ستاره‌ای فراوانتر از کرک‌های چندشعاعی می‌باشند. هر دو نوع کرک یادشده با تراکم و تعداد بازوی کمتر (۴ تا ۸ بازو) در سطح فوقانی نیز مشاهده می‌شوند. روی رگبرگ میانی سه نوع کرک ستاره‌ای و چندشعاعی با ۴ تا ۶ بازو و طول ۹۰ تا ۱۴۰ میکرومتر به همراه تعداد محدودی کرک‌های منفرد با طول متوسط (حدود ۲۰۰ میکرومتر) قابل مشاهده‌اند. نوع موم سطح تحتانی برگ لایه‌ای نرم (*smooth layers*) می‌باشد که تمام سطح برگ را پوشانده است. روزنه‌ها کمی برجسته و بیضوی شکل بوده و حاشیه آنها کاملاً توسط موم پوشانده شده، ولی منفذ روزنه قابل مشاهده است. شکل دانه گرده *oblate-spheroidal* است. سطح پوسته دانه گرده نسبتاً نرم و ساختار آن از نوع *psilate* تا *rugulate* همراه با روزن‌های بسیار ریز و پراکنده است که به سختی دیده می‌شوند. تزئینات سطح اگزین از نوع *verrucate* با ابعاد کوچک بوده که به طور کاملاً منظم بر روی اگزین قرار گرفته‌اند.



شکل ۲- تصاویر میکروسکوپ الکترونی کرک‌های سطوح تحتانی و فوقانی برگ تاکسون‌های مورد مطالعه؛ A و B: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ برودار؛ C و D: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ بلندمازو؛ E و F: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ مازودار؛ G و H: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ وی‌ول؛ I و J: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ اوری؛ K و L: به ترتیب سطح تحتانی و فوقانی برگ سفیدمازو (مقیاس تصویرهای A = 60 میکرومتر؛ B, C, E, I, K = 100 میکرومتر؛ D = 120 میکرومتر؛ F, G, H, J, L = 300 میکرومتر)



شکل ۳- تصاویر میکروسکوپ الکترونی روزنه و موم سطح برگ تاکسون‌های مورد مطالعه؛ A: برودار؛ B: بلندمازو؛ C: مازودار؛ D: وی‌ول؛ E: اوری؛ F: سفیدمازو؛ G: موم سفیدمازو؛ H: موم بلندمازو (مقیاس تصویرهای A = 167 میکرومتر؛ B, C, D, E, F = 15 میکرومتر؛ G, H = 375 میکرومتر)

میکرومتر به صورت پراکنده و تعداد بسیار کمی کرک‌های یک‌ردیفی ساده چندسلولی. دو نوع کرک منفرد بلند (270 تا 350 میکرومتر) و کرک‌های دسته‌ای با 2 تا 4 بازوی برافراشته بلند (215 تا 400 میکرومتر) نیز روی رگبرگ

مازودار (*Q. infectoria* Oliv. subsp. *boissieri* (Reut.) O.Schwarz) در سطح تحتانی برگ این تاکسون دو نوع کرک وجود دارد: کرک‌های ستاره‌ای با 2 تا 5 بازو و طول 90 تا 210

– اوری (*Q. macranthera* Fisch. and C.A.Mey. ex Hohen.

هر دو سطح تحتانی و فوقانی برگ این گونه دارای کرک بوده، ولی تراکم کرک در سطح تحتانی به مراتب بیشتر از سطح فوقانی است. فراوانترین کرک‌های موجود در سطح تحتانی برگ به ترتیب عبارتند از: کرک‌های دسته‌ای پایک‌دار (stipitate-fasciculate)، کرک‌های دسته‌ای پایه‌دار (pedestaled-fasciculate) و کرک‌های یک‌ردیفی ساده. کرک‌های دسته‌ای دارای ۲ تا ۸ بازوی خیلی بلند (به طول ۱۹۰ تا ۴۵۵ میکرومتر) می‌باشند. در سطح فوقانی برگ نیز فقط تعداد بسیار کمی کرک‌های منفرد و کرک‌های دسته‌ای دارای ۲ بازو وجود دارند که به صورت پراکنده و نامنظم بر روی سطح برگ مشاهده می‌شوند. بر روی رگبرگ میانی نیز کرک‌های منفرد بلند (با طول بیش از ۳۰۰ میکرومتر) و کرک‌های دسته‌ای (اغلب دارای ۲ تا ۳ بازوی بلند) به فراوانی دیده می‌شوند. نوع موم سطح تحتانی برگ پلاکتی نامنظم است که به طور یکنواخت ولی نامنظم پراکنش دارد. پلاکت‌ها در فضاهای باز بین روزنه‌ها کوتاه‌تر بوده و فرسایش یافته‌اند. روزنه‌ها برجسته و بیضوی شکل و حاشیه روزنه فاقد موم است. شکل دانه گرده در این گونه suboblate و ویژگی‌های ساختاری سطح پوسته دانه گرده از نوع verrucate همراه با روزن‌های پراکنده است که در برخی نقاط به شکل خطی دیده می‌شوند. تزئینات سطح آگزین از نوع gemmate و ریزتزئینات نیز از نوع microverrucate تا microgemmate و یا microechinate است که این برآمدگی‌های نوک‌تیز و خارمانند به خوبی قابل مشاهده‌اند.

– سفیدمازو (*Q. petraea* L. ex Liebl. subsp. iberica Steven) Krassiln.

دو نوع کرک در سطح تحتانی برگ این تاکسون مشاهده می‌شوند که عبارتند از: کرک‌های یک‌ردیفی ساده

میانی قابل مشاهده‌اند. نوع موم سطح تحتانی برگ پلاکتی نامنظم (irregular platelets) بوده که یکنواخت ولی به‌طور نامنظم پراکنش دارد. روزنه‌ها برجسته و بیضوی شکل و حاشیه روزنه کاملاً توسط موم پوشانده شده، ولی منفذ روزنه قابل مشاهده است. در این گونه شکل دانه گرده oblate-spheroidal و spheroidal و ویژگی‌های ساختاری سطح پوسته دانه گرده از نوع verrucate همراه با روزن‌های متراکم و بسیار ریز می‌باشد. تزئینات سطح آگزین از نوع gemmate کاملاً فشرده است که در بیشتر نقاط به یکدیگر جوش خورده و قطری بیشتر از یک میکرومتر دارند. بنابراین در نقاطی که این تزئینات به یکدیگر متصل شده‌اند، سطح پوسته و روزن‌ها به خوبی قابل مشاهده نیستند. همچنین ریزتزئینات از نوع microscabrate تا microverrucate بر روی آنها مشاهده می‌شوند.

– وی‌ول (*Q. libani* Oliv.)

در این گونه سطح فوقانی برگ فاقد کرک بوده و سطح تحتانی برگ نیز فقط دارای کرک‌های ستاره‌ای با ۴ تا ۸ بازو و با طول متوسط (۵۰ تا ۱۵۰ میکرومتر) می‌باشد. بر روی رگبرگ میانی کرک‌های منفرد بلند همراه با کرک‌های ستاره‌ای و دسته‌ای مشاهده می‌شوند. نوع موم سطح تحتانی برگ لایه‌ای نرم، روزنه‌ها تقریباً هم‌سطح برگ و بیضوی شکل، حاشیه روزنه‌ها با موم پوشانده شده، ولی منفذ روزنه قابل مشاهده است. شکل دانه گرده oblate-spheroidal و ویژگی‌های ساختاری سطح پوسته دانه گرده از نوع rugulate همراه با روزن‌های پراکنده و بسیار ریز است. تزئینات سطح آگزین از نوع gemmate با ابعاد کوچک است که قطر آنها حدود ۰/۵ میکرومتر بوده و به‌طور منظم بر روی سطح آگزین پراکنش دارند. ریزتزئینات نیز از نوع microscabrate است.

امکان‌پذیر نیست، بنابراین بررسی و مطالعه صفات بارزش ریزریخت‌شناسی که به دلیل ثبات ویژگی‌هایشان می‌توانند نقش مهمی در شناسایی و تفکیک گونه‌های مختلف این جنس داشته باشند، از اولویت و اهمیت خاصی برخوردار است. این مهم در مطالعات متعددی که در نقاط مختلف دنیا انجام شده، از مدت‌ها قبل مورد توجه بوده، ولی در داخل کشور تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای در این مورد انجام نشده است. از این‌رو مطالعه صفات ریزریخت‌شناسی برگ و دانه گرده که از مهمترین و کلیدی‌ترین صفات تعیین کننده به‌شمار می‌آیند و در این پژوهش محور تحقیق بوده‌اند، می‌تواند گام مهم و مؤثری در تعیین ارزش تاکسونومیکی این صفات و نیز شناسایی گونه‌های بلوط باشد.

براساس نتایج بدست‌آمده مشخص شد که ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی مورد مطالعه در ۶ گونه بلوط دارای تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای هستند. گونه اوری و سفیدمازو هر دو در یک ناحیه رویشی مشترک در جنگلهای هیرکانی و ارسباران پراکنش دارند. این دو گونه به‌همراه گونه مازودار که رویشگاه آن جنگلهای زاگرس است، جزو بلوط‌هایی طبقه‌بندی می‌شوند که برگ آنها لوب‌دار است. اوری درختی است با ارتفاع متوسط که در ارتفاعات فوقانی جنگلهای خزری از ۱۸۰۰ تا ۲۴۰۰ متر پراکنش دارد. همچنین این گونه یکی از عناصر اصلی سازنده جنگلهای ارسباران است که در این منطقه عمدتاً به‌صورت شاخه‌زاد مشاهده می‌شود. از مشخصات بارز آن گوشوارک‌های باریک و نخ‌مانند پایدار و نیز وجود کرک‌های خزی یا نمدی پُریشت بر روی شاخه‌های یکساله، دوساله، جوانه‌ها و دم‌برگ می‌باشد (ثابتی، ۱۳۵۵). سفیدمازو درختی است با ارتفاع متوسط که همراه با دو گونه اوری و بلندمازو در جنگلهای شمال پراکنش دارد. همچنین در ارتفاعات کمتر از ۲۰۰۰ متر در جنگلهای ارسباران مشاهده می‌شود. مازودار نیز درخت متوسطی است با ارتفاع ۶ متر یا بیشتر، تاج گسترده،

با ۲ تا ۳ سلول و کرک‌های ستاره‌ای دارای ۴ (گاهی ۲ و ۳) بازوی متقارن کوتاه (به طول ۷۵ تا ۱۲۰ میکرومتر). کرک‌های ستاره‌ای به‌صورت منظم بر روی سطح برگ پراکنش دارند. سطح فوقانی برگ فاقد کرک است. رگبرگ میانی نیز دارای تعداد کمی کرک‌های منفرد بلند (به‌طول بیش از ۲۰۰ میکرومتر) است. نوع موم سطح تحتانی برگ پلاکتی نامنظم می‌باشد که به‌طور غیریکنواخت پراکنش داشته، به‌طوری که فضاهای خالی بین پلاکت‌ها مشاهده می‌شود. روزنه‌ها برجسته و بیضوی شکل هستند که با تاجی از پلاکت‌های موم پوشانده شده‌اند. حاشیه روزنه نیز بیضوی بوده و فاقد پوشش مومی است. در این گونه شکل دانه گرده *prolate-spheroidal* و ویژگی‌های ساختاری سطح پوسته دانه گرده از نوع *scabrate* تا *verrucate* همراه با روزن‌های فراوانی است که به‌طور متراکم و منظم بر روی سطح آگزین پراکنش دارند. تزئینات سطح آگزین از نوع *gemmate* تا *verrucate* است که اکثراً زاویه‌دار و نوک‌تیز هستند و قطر آنها عمدتاً کمتر از یک میکرومتر است. ریزتزئینات نیز از نوع *microscabrate* است که به‌وضوح دیده می‌شود.

بحث

تعیین مرز واقعی گونه‌های گیاهی بر مبنای ویژگی‌های ریخت‌شناسی که اساس رده‌بندی کلاسیک می‌باشد، در برخی از جنس‌ها بسیار دشوار است که دلیل آن موارد مختلفی از قبیل تغییرپذیری صفات مورد مطالعه در یک گونه مشخص، شباهت ویژگی‌های ریخت‌شناسی و تولید دورگ می‌باشد. جنس‌های مشتمل بر گونه‌های چوبی (درختی و درختچه‌ای) نیز از این قاعده مستثنی نبوده، به‌طوری که در رده‌بندی برخی از این جنس‌ها اختلاف‌نظر زیادی بین گیاه‌شناسان وجود دارد. همان‌طور که اشاره شد جنس بلوط به‌دلیل تنوع زیاد گونه‌ای، تنوع زیاد رویشگاهی، ناجوربرگی و تولید دورگ ازجمله جنس‌هایی است که تفکیک گونه‌های آن به‌سهولت

ریزریخت‌شناسی کرک این گونه با استفاده از نمونه‌های هرباریومی جمع‌آوری شده از کشورهای ترکیه، لبنان، یونان و اسرائیل در پژوهش انجام شده توسط Uzunova *et al.* (1997) نیز تشریح شده که با نتایج این تحقیق شباهت دارد.

سه گونه بلندمازو، برودار و وی‌ول جزو بلوط‌هایی هستند که برگ آنها دنداندار است. بلندمازو خاص جنگلهای هیرکانی بوده، ولی دو گونه دیگر فقط در جنگلهای زاگرس پراکنش دارند. بلندمازو درختی است بلندقامت که ارتفاع آن به ۴۰ متر می‌رسد. این گونه ویژه جنگلهای قفقاز و هیرکانی بوده و از جلگه تا ارتفاع ۲۴۰۰ متر پراکنش دارد. دارای تاجی گسترده و پوستی ضخیم به‌رنگ خاکستری تیره می‌باشد. برودار درخت بزرگی است که ارتفاع آن به ۲۰ متر نیز می‌رسد، ولی در وضعیت موجود جنگلهای زاگرس ارتفاع آن کمتر از ۱۰ متر است. این گونه دارای وسیعترین رویشگاه در بین گونه‌های جنس بلوط در حوزه رویشی زاگرس می‌باشد و گونه غالب این جنگلهاست. وی‌ول نیز درختی است به ارتفاع ۱۰ تا ۱۲ متر با پوست خاکستری تیره و شکاف‌دار که رویشگاه آن زاگرس شمالی بوده و فقط در محدوده جنگلهای دو استان آذربایجان غربی و کردستان (از پیرانشهر تا مریوان) پراکنش دارد (ثابتی، ۱۳۵۵). از نظر ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی، گونه وی‌ول به دلیل عدم وجود کرک در سطح فوقانی برگ و نیز عدم وجود کرک چندشعاعی در سطح تحتانی برگ به راحتی از دو گونه دیگر متمایز می‌شود. در دو گونه بلندمازو و برودار نیز که کرک چندشعاعی در سطح تحتانی برگ مشاهده می‌شود، تراکم این نوع کرک در گونه بلندمازو بیشتر است. همچنین تراکم کرک سطح فوقانی برگ در گونه برودار به مراتب بیشتر از گونه بلندمازو است. Bussotti & Grossoni (1997) نیز در پژوهش خود با تشریح ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی کرک و روزنه دو گونه بلندمازو و وی‌ول با استفاده از نمونه‌های هرباریومی تهیه

پوست تنه خاکستری و ترک خورده با شیاریهای طولی (ثابتی، ۱۳۵۵). پراکنش این گونه در زاگرس شمالی (از پیرانشهر تا مریوان) به صورت پیوسته بوده و رویشگاه‌های منفصل آن تا شهرستان نورآباد لرستان مشاهده می‌شود (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲).

گونه اوری به دلیل داشتن کرک‌های فراوان دسته‌ای پایک‌دار و پایه‌دار با طول زیاد و با تعداد ۲ تا ۸ بازو در سطح تحتانی برگ به سهولت از گونه سفیدمازو که دارای کرک‌های ستاره‌ای کوتاه با تعداد ۲ تا ۴ بازو، قابل تفکیک می‌باشد. در این زمینه وجود کرک‌های دسته‌ای در گونه اوری با نتایج بدست‌آمده از تحقیقات Gellini *et al.* (1992)، Bussotti & Grossoni (1997) و Uzunova *et al.* (1997) که با استفاده از نمونه‌های هرباریومی تهیه شده از جنگلهای طبیعی و باغهای گیاه‌شناسی کشورهای مختلف اروپایی انجام شده، تطبیق دارد. همچنین اشاره به عدم وجود پوشش موم در حاشیه روزنه‌ها و نیز نوع کرک‌های شناسایی شده سطوح تحتانی و فوقانی برگ گونه سفیدمازو در پژوهش انجام شده توسط Fortini *et al.* (2009) با نتایج تحقیق پیش‌رو مطابقت دارد. از سوی دیگر شکل دانه گرده در گونه اوری suboblate با نسبت طول محور قطبی به قطر محور استوایی برابر با ۰/۸۶ و در گونه سفیدمازو prolate-spheroidal با نسبت طول محور قطبی به قطر محور استوایی برابر با ۱/۱۴ است که صفت تعیین کننده خوبی به شمار می‌آید. وجود کرک‌های ستاره‌ای با تعداد ۲ تا ۵ بازو با طول متوسط و کاملاً خوابیده و با تراکم کم بر روی سطح برگ، پوشش کامل حاشیه روزنه با موم پلاکتی نامنظم، شکل دانه گرده oblate-spheroidal با نسبت طول محور قطبی به قطر محور استوایی برابر با ۰/۹۶ و تزئینات کاملاً فشرده و متصل به یکدیگر از نوع gemmate همراه با ریزتزئینات microscabrate، گونه مازودار را که یکی دیگر از بلوط‌های با برگ لوب‌دار ایران به شمار می‌آید، به راحتی از گونه‌های یادشده تفکیک می‌نماید. ویژگی‌های

از آن جا که در مورد رده‌بندی جنس بلوط در داخل کشور نیز اظهار نظرهای متفاوتی وجود داشته و برخی پژوهشگران به وجود تنوع بیشتری در این جنس اعتقاد دارند، اجرای این پژوهش به‌عنوان گام اول در مسیر رده‌بندی دقیق‌تر این جنس کمک شایانی خواهد نمود. بنابراین در مطالعات آینده به شناسایی جزئی‌تر و کامل‌تر تاکسون‌های مختلف این جنس در داخل کشور پرداخته خواهد شد و سعی می‌شود با استفاده از ویژگی‌های ارزشمند صفات کلیدی مورد مطالعه در این پژوهش، گام‌های مؤثری به‌منظور رده‌بندی دقیق‌تر تاکسون‌های بلوط و تعیین مرز دقیق بین آنها برداشته شود.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از اعتبارات و امکانات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری و مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شده که جا دارد از مسئولان محترم کمال تشکر و قدردانی به‌عمل آید. همچنین ضروریست از همکاری صمیمانه آقایان دکتر ثاقب‌طالبی، دکتر اعتماد، دکتر شیروانی، مهندس سفرکار، مهندس کریمی‌دوست، مهندس مقصدلو، مهندس خضری، مهندس شرفیه، محمد قارلقی، محمد نظری و خانم‌ها پولادیان، حسنی‌نژاد و عباس‌عظیمی که در مراحل مختلف اجرای این پژوهش یاریگر ما بودند، نهایت قدردانی به‌عمل آید. در تهیه تصاویر میکروسکوپ الکترونی نیز از امکانات دانشکده فنی دانشگاه تهران استفاده شد که بدین‌وسیله از آقای مهندس ثقفی تشکر می‌شود.

منابع مورد استفاده

- بابایی، ف.، پاکروان‌فرد، م.، معصومی، ع.ا. و توسلی، ا.، ۱۳۸۹. بررسی گرده در تعدادی از گونه‌های جنس بید. مجموعه خلاصه مقالات شانزدهمین کنفرانس سراسری و

شده از باغ گیاه‌شناسی Kew لندن، باغ گیاه‌شناسی سلطنتی ادینبورگ انگلستان و آربراتوم Barres فرانسه، به ارزش آنها تأکید کرده‌اند. صفت تعیین کننده مهم دیگری که سه گونه یادشده را به‌خوبی از یکدیگر تفکیک می‌نماید، الگوهای تزئیناتی سطح پوسته دانه گرده است. این تزئینات در گونه بلندمازو از نوع striate تا rugulate با ریزتزئینات microsilate، در گونه برودار از نوع verrucate با ابعاد کوچک و در گونه وی‌ول از نوع gemmate با ریزتزئینات microscabrate می‌باشد.

با توجه به نتایج بدست‌آمده از این تحقیق که به اعتبارسنجی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی برگ و دانه گرده در جنس بلوط در جنگلهای ایران می‌پردازد، ارزش و اهمیت صفات مورد مطالعه به‌عنوان صفات کاربردی و تعیین کننده در شناسایی و تفکیک گونه‌های بلوط مشخص شد. در نتیجه می‌توان چنین بیان نمود که با استفاده از این صفات و ریزنگاره‌های حاصل از میکروسکوپ الکترونی با بزرگ‌نمایی قابل ملاحظه و وضوح زیاد، این امکان وجود دارد که بتوان بسیاری از ابهامات موجود در رده‌بندیهای کلاسیک این جنس را در داخل کشور برطرف نمود. ارزش برخی از این صفات در تحقیقاتی که قبلاً در داخل کشور در مورد گونه‌های جنگلی انجام شده نیز به اثبات رسیده (نیلوفری، ۱۳۵۶؛ بابایی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Vafadar et al., 2010)، با این تفاوت که در پژوهش‌های اشاره شده فقط به بررسی ویژگی‌های ریزریخت‌شناسی دانه گرده پرداخته شده است. در منابع خارجی نیز اشکالات رده‌بندی جنس بلوط با استفاده از این صفات مورد چالش و ارزیابی قرار گرفته و در اغلب موارد تصحیحات لازم در رده‌بندیهای کلاسیک انجام شده است (Solomon, 1983a, b; Colombo et al., 1983; Médus & Flores, 1984; Jarvis et al., 1992; Uzunova & Palamarev, 1993; Bussotti & Grossoni, 1997; Uzunova et al., 1997; Nikolić et al., 2003; Matryniuk & Vankley, 2006; Scareli-Santoz et al., 2007).

- Gellini, R., Bussotti, F., Bettini, D., Grossoni, P. and Bottacci, A., 1992. Species of the genus *Quercus* in Italy: characterization by means of leaf surface observation. *Giornale Botanico Italiano*, 126: 481-504.
- Halbritter, H., Weber, M., Zetter, R., Frosch-Radivo, A., Buchner, R. and Hesse, M., 2006. PalDat-Illustrated handbook on pollen terminology. University of Vienna, 61 p.
- Hardin, J.W., 1976. Terminology and classification of *Quercus* trichomes. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 92: 151-161.
- Hardin, J.W., 1979a. Atlas of foliar surface features in woody plants, I. vestiture and trichome types of eastern North American *Quercus*. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 106: 313-325.
- Hardin, J.W., 1979b. Patterns of variation in foliar trichomes of eastern North American *Quercus*. *American Journal of Botany*, 66: 576-585.
- Harley, M.M., 1992. The potential value of pollen morphology as an additional taxonomic character in subtribe Ociminae (Ocimeae: Nepetoideae: Labiatae). In: Harley, R.M. and Reynolds, T., (Eds.), *Advances in Labiatae Science*. Royal Botanic Gardens, Kew, Richmond, Surrey, UK: 125-138.
- Hesse, M., halbritter, H., Weber, M., Buchner, R., Frosch-Radivo, A. and Ulrich, S., 2009. Pollen terminology: An illustrated handbook. Springer Publication, 264 p.
- Jarvis, D.I., Leopold, E.B. and Liu, Y., 1992. Distinguishing the pollen of deciduous oaks, evergreen oaks and certain Rosaceous species of southwestern Sichuan province, China. *Review of Paleobotany and Palynology*, 75: 259-271.
- Johnson, P.S., Shifley, S.R. and Rogers, R., 2002. *The Ecology and Silviculture of oaks*. CABI publishing, 503 p.
- Jones, J.H., 1986. Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 73: 228-275.
- Lawrence, G.H.M., 1951. *Taxonomy of vascular plants*. MacMillan Co., New York, 823 p.
- Liu, Y.S., Zetter, R., Ferguson, D.K. and Mohr, B.A.R., 2006. Discriminating fossil evergreen and deciduous *Quercus* pollen: A case study from the Miocene of eastern China. *Review of Paleobotany and Palynology*, 145 (3-4): 289-303.
- Lutz, A., 1938. Beiträge zur Pharmakognosie der Salicales Juglandales and Fagales. *Anatomie des Laubblattes*. Dissertation, Universität Basel, 173 p.
- Matryniuk, O.O. and Vankley, J.E., 2006. Comparison of pollen morphology of *Quercus* species from different East Texas habitats. Abstracts of 109th annual meeting of the Texas Academy of Science, Lamar University, Beaumont, Texas: 47.
- Médus, J. and Flores, G.G., 1984. Pollen morphology of some Mexican oaks. *Grana*, 23: 77-84.
- Menitsky, G.L., 1971. Fagaceae. In: Rechinger, K.H., (ed.), *Flora Iranica*. Akademische Druck, Verlagsanstalt Graze, Austria, 7: 1-20.
- چهارمین کنفرانس بین‌المللی زیست‌شناسی ایران، دانشگاه فردوسی، مشهد، صفحه ۹۹۸.
- ثابتی، ح.، ۱۳۵۵. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات وزارت کشاورزی و منابع طبیعی، تهران، ۸۷۶ صفحه.
- جزیره‌ای، م.ح. و ابراهیمی رستاقی، م.، ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس. انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ صفحه.
- قهرمان، ا.، ۱۳۶۹. کوروموفیت‌های ایران (سیستماتیک گیاهی). جلد اول، مرکز نشر دانشگاهی تهران، ۳۵۰ صفحه.
- مبین، ص. و تره‌گوبوو، و.، ۱۳۴۳. جغرافیای گیاهی: اجتماعات رویشی، خطوط اصلی رویش‌های ایران. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۰۶ صفحه.
- نیلوفری، پ.، ۱۳۵۶. بررسی گرده‌شناسی درختان گز ایران و جهان. نشریه دانشکده منابع طبیعی کرخ، ۳۵: ۶۲-۴۹.
- 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.
- Bussotti, F. and Grossoni, P., 1997. European and Mediterranean oaks (*Quercus* L.; Fagaceae): SEM characterization of the micromorphology of the abaxial leaf surface. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 124: 183-199.
- Camus, A., 1936-1938. Les Chênes. Monographie du Genre *Quercus*. *Encyclopedie Economique de Sylviculture*, Tomes I, II. Lechevalier, Paris, 383 p.
- Colombo, P.M., Lorenzoni, F.C. and Grigoletto, F., 1983. Pollen grain morphology supports the taxonomical discrimination of Mediterranean oaks (*Quercus*, Fagaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 141: 273-284.
- Djavanichir Khoie, K., 1967. Les Chênes de L'Iran. Ph.D. thesis, Université de Montpellier, Faculte des Sciences, 221 p.
- Dyal, S.C., 1936. A key to the species of oaks of eastern North America based on foliage and twig characters. *Rhodora*, 38: 53-63.
- Elias, T.S., 1971. De genera of Fagaceae in the southeastern United States. *Journal of the Arnold Arboretum*, 52: 159-195.
- Erdtman, G., 1952. *Pollen Morphology and Plant Taxonomy, Angiosperms (an introduction to palynology)*. Evert Jan Brill Publisher, Leiden, 553 p.
- Fortini, P., Viscosi, V., Maiuro, L., Fineschi, S. and Vendramin, G.G., 2009. Comparative leaf surface morphology and molecular data of five oaks of the subgenus *Quercus* Oerst (Fagaceae). *Plant Biosystems*, 143 (3): 543-554.

- Uzunova, K. and Palamarev, E., 1985. The foliar epidermis studies of Fagaceae Dumort. From the Balkan Peninsula. II. *Quercus* [Subgenera Sclerophyllodrys Schwarz and Cerris (Spach) Oersted]. *Fitologia*, 29: 3-20.
- Uzunova, K. and Palamarev, E., 1992a. Study of the leaf epidermis of the Balkan representatives of the Fagaceae Dumort. III. *Quercus* L. [Subgenus *Quercus*, sect. Roburoides (Schwarz) Schwarz and Dascia Kotschy]. *Fitologia*, 42: 22-48.
- Uzunova, K. and Palamarev, E., 1992b. The foliar epidermis studies of Fagaceae Dumort. From the Balkan Peninsula. IV. *Quercus* L. (Subgenus *Quercus*, sect. Robur Reichend.). *Fitologia*, 43: 3-30.
- Uzunova, K. and Palamarev, E., 1993. An investigation of the leaf epidermis of the European (non-Balkan) species of the genus *Quercus*. *Fitologia*, 45: 3-15.
- Uzunova, K., Palamarev, E. and Ehrendorfer, F., 1997. Anatomical changes and evolutionary trends in the foliar epidermis of extant and fossil Euro-Mediterranean oaks (Fagaceae). *Plant Systematics and Evolution*, 204: 141-159.
- Vafadar, M., Attar, F., Maroofi, H. and Mirtadzadini, M., 2010. Pollen morphology of *Amygdalus* L. (Rosaceae) in Iran. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae*, 79 (1): 63-71.
- Naryshkina, N.N. and Evstigneeva, T.A., 2009. Sculpture of pollen grains of *Quercus* L. from the Holocene of the south of the Sea of Japan. *Paleontological Journal*, 43 (10): 1309-1315.
- Nikolić, N.P., Merkulov, L.S., Krstić, B.D. and Orlović, S.S., 2003. A comparative analysis of stomata and leaf trichome characteristics in *Quercus robur* L. genotypes. *Proceeding of Natural Sciences, Matica Srpska Novi Sad*, 105: 51-59.
- Parsa, A., 1949. *Flore de L'IRAN: Fagaceae*. Imprimerie Mazaheri Tehran, 4: 1319-1332.
- Scareli-Santos, C., Herrera-Arroyo, M.L., Sanchez-Mondragon, M.L., Gonzalez-Rodriguez, A., Bacon, J. and Oyama, K., 2007. Comparative analysis of micromorphological characters in two distantly related Mexican oaks, *Quercus conzattii* and *Q. eduardii* (Fagaceae) and their hybrids. *Brittonia*, 59: 37-48.
- Soepadmo, E., 1972. Fagaceae. *Flora Malesiana, Series I*, 7 (2): 265-403.
- Solomon, A.M., 1983a. Pollen morphology and plant taxonomy of white oaks in eastern North America. *American Journal of Botany*, 70 (4): 481-494.
- Solomon, A.M., 1983b. Pollen morphology and plant taxonomy of red oaks in eastern North America. *American Journal of Botany*, 70 (4): 495-507.
- Tucker, J.M., 1974. Patterns of parallel evolution of leaf forms in new world oaks. *Taxon*, 23: 129-154.

Importance of micromorphological characteristics of foliar and pollen grains for delimitation of Oak species in Iran

P. Panahi ^{1*}, M.R. Pourmajidian ², Z. Jamzad ³ and A. Fallah ²

1* - Corresponding author, Ph.D. student, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, Sari, Iran. E-mail: Panahi@rifr-ac.ir

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran, Sari, Iran.

3- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Received: 23.11.2010

Accepted: 07.03.2011

Abstract

Several species of oaks (*Quercus* spp.) grow abundantly in the Hyrcanian, Arasbaran and Zagros forests of Iran. Taxonomy of oaks is difficult because of its immense size and wide distribution, heterophylly, hybridization and changes in morphological features. Micromorphological characteristics of foliar and pollen features provide a valuable set of analytical characters for species delimitation in *Quercus*, so it's the goal of recent studies in taxonomy of genus *Quercus*. In this research, for the first time in Iran, some of micromorphological characteristics of foliar (type of trichomes, the number and length of trichome rays, type of epicuticular waxes, type and shape of stomata), and pollen (shape and exine ornamentations) were studied in six *Quercus* species (*Q. castaneifolia* C.A.Mey. subsp. *castaneifolia*, *Q. macranthera* Fisch. and C.A.Mey. ex Hohen., *Q. petraea* L. ex Liebl. subsp. *iberica* (Steven) Krassiln., *Q. libani* Oliv., *Q. infectoria* Oliv. subsp. *boissieri* (Reut.) O.Schwarz and *Q. brantii* Lindl. subsp. *brantii* var. *brantii* Zohary). The mentioned species have been accepted by different botanists and foresters. The samples were prepared from individuals in nature and the herbarium specimens and photographed by SEM and LM. Overall, five types of trichomes, two types of epicuticular waxes, four shapes of pollens, four types of structural patterns of tectum surface, four types of sculptural patterns and three types of suprasculptural patterns of pollens were recognized in the studied taxa. The most important and valuable characteristics in the studied taxa were type of trichome, the number and length of trichome rays and shape of pollen in *Q. macranthera* and *Q. petraea* subsp. *iberica*; shape and exine ornamentations of pollen in *Q. infectoria* subsp. *boissieri* and type of trichome, shape and exine ornamentations of pollen in *Q. castaneifolia* subsp. *castaneifolia*, *Q. libani* and *Q. brantii* subsp. *brantii* var. *brantii*. Based on our results, the studied micromorphological characteristics have high taxonomic value in the differentiation of *Quercus* species, and when employed in combination with other morphological features permit correct species identification.

Key words: Iran, micromorphology, pollen, *Quercus*, trichome, SEM.