تاکسونومی و بیوسیستماتیک، سال چهارم، شماره دهم، بهار ۱۳۹۱، صفحه ۱۱-۲۶
دریافت مقاله: ۱۳۹۰/۰۹/۱۳ پذیرش نهایی: ۱۳۹۰/۱۱/۱۶

ریخت‌شناسی برگ، روزنه و کرک در گونه‌های جنس ممرز (*Carpinus* L.)

ایمان چاپلاق پریدری [۱]، سید غلامعلی جلالی [۱]*، علی سنبلی [۲] و مهرداد زرافشار [۱]
[۱] گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
[۲] گروه زیست‌شناسی، پژوهشکده گیاهان و مواد اولیه دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

چکیده

گونه‌های جنس ممرز پراکنش وسیعی در سطح جنگل‌های هیرکانی و ارسباران دارند که در مطالعات قبلی فقط بر اساس خصوصیات ماکرومورفولوژیک بذر و برگ رده‌بندی شده‌اند و با توجه به متغیر بودن این صفات، اختلاف نظر بسیاری در این زمینه در میان محققان وجود دارد. در این تحقیق، علاوه بر بررسی صفات برگ، برای نخستین بار اقدام به بررسی صفات میکرومورفولوژیک برگ، از قبیل روزنه و کرک با استفاده از میکروسکوپ نوری و میکروسکوپ الکترونی بر روی نمونه‌های هرباریومی موجود در باغ اکولوژیک نوشهر و همچنین، نمونه‌های جمع‌آوری شده از رویشگاه‌های طبیعی شده است. برای ارزیابی صفات ماکرومورفولوژیک برگ، در ابتدا طبقه‌بندی سه گونه ممرز (*Carpinus betulus*)، کچف (*C. schuschaensis*) و لور (*C. orientalis*) در جنگل‌های شمال بر اساس صفات ماکرومورفولوژیک برگ، به ویژه ابعاد برگ مورد تحقیق قرار گرفت. محورهای مستخرج شده از تجزیه مؤلفه‌های اصلی ضمن همبستگی بالا با برخی از صفات ابعاد برگ، نتوانست سه گروه را به طور کامل از هم تفکیک نماید و هم راستا با آن آنالیز تشخیص نیز تنها ۶۴/۷ درصد صحت این گروه‌بندی را تأیید کرد. گونه ممرز بزرگترین ابعاد را در مورد کلیه صفات روزنه و کُرک داراست و گونه لور دارای کوچکترین ابعاد است و گونه کچف حالت بینابینی دارد. در گونه ممرز سه نوع تیپ پاراسیتیک (paracytic) و آنموسیتیک (anomocytic) و آنیزوسیتیک (anisocytic) شناسایی شد که در آن سلول‌های روزنه بالاتر از سلول‌های اپیدرم است، در حالی که در گونه لور تیپ لتروسیتیک (laterocytic) و در کچف تیپ آنیزوسیتیک و لتروسیتیک شناسایی شد که در این دو گونه سلول‌های روزنه پایین‌تر از سلول‌های اپیدرم است. اگر چه کرک‌ها از نوع ساده هستند، ولی این سه گونه از لحاظ تراکم و اندازه کرک تا حدودی از هم قابل تفکیک هستند، ولی با توجه به این که این صفات تحت تأثیر مستقیم شرایط اکولوژیک قرار دارند، دارای ارزش تاکسونومیک نیستند. بنابراین، تحقیق حاضر ضمن عدم تأیید کارآیی ریخت‌شناسی برگ در تاکسونومی ممرز پیشنهاد می‌کند که ریزریخت‌شناسی بذر و براکته و در نهایت مطالعات مولکولی مد نظر گیاه‌شناسان قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: ممرز، ریخت‌شناسی برگ، شاخص روزنه، کرک

* jalali_g@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

جنس ممرز (*Carpinus* L.) با حدود ۳۵ گونه به همراه *Corylus*، Scop. *Ostrya* و *Ostryopsis* Decne. به عنوان چهار جنس از تیره فندق (Corylaceae) معرفی شده است (Chen, 1994)؛ که در برخی از منابع تیره فندق گاهی به عنوان یکی از زیر تیره‌های توس (Betulaceae) منظور می‌شود (Cronquist, 1981; Winkler, 1904). در مجموع، جنس ممرز شامل ۳۵ گونه درختی، خزان‌کننده و یک پایه است که به صورت بومی در نیمکره شمالی از اروپا تا شرق آسیا، جنوب هیمالیا و شمال تا مرکز آمریکا پراکندگی دارد (Krüssmann, 1984; Hillier, 1991; Furlow, 1990; Suszka *et al*., 1998).

ممرزها درختانی کُند رشد (حدود سه متر رشد ارتفاعی در ده سال) با تاج هرمی شکل در جوانی هستند که البته، در دوران کهنسالی به شکل بیضی و گرد تغییر شکل می‌دهند (Suszka *et al*., 1998). این گونه دامنه وسیعی از شرایط مختلف نوری و خاکی را تحمل می‌کند و دارای دامنه اکولوژیک وسیعی است اما نور کامل و خاک غنی و با زهکشی خوب شرایط بهینه برای رشد آنهاست (Metzger, 1990). به علت شباهت‌های ریخت‌شناسی، رده‌بندی جنس ممرز کمتر مورد توجه گیاه‌شناسان در قاره آسیا قرار گرفته است (Li and Cheng, 1979). این موضوع در مورد گونه‌های ممرز در جنگل‌های خزری نیز کاملاً صادق است، زیرا در منابع موجود هیچ اتفاق نظری در مورد این گونه‌ها و واریته‌های آن وجود ندارد (ثابتی، ۱۳۸۱؛ مبین، ۱۳۵۸؛ قهرمان، ۱۳۷۷؛ مظفریان، ۱۳۸۳). همچنین، تنوع بالای ریخت‌شناسی آن به علت وسعت رویشگاه و نیز دورگه احتمالی سبب دشواری فراوان در رده‌بندی گونه‌های این جنس شده است (ثابتی، ۱۳۷۳؛ Li and Cheng, 1979). بنابراین، لزوم مطالعات جامع و عمیق بیش از پیش در مورد تفکیک این گونه‌ها در جنگل‌های شمال کشور احساس می‌شود (ثابتی، ۱۳۸۱).

مبین (۱۳۵۸) سه گونه ممرز شامل: *Carpinus betulus* L.، *C. schuschaensis* H. Winkl (کچف) و *C. orientalis* Mill. (لور) را برای جنگل‌های شمال گزارش کرده است در حالی که قهرمان (۱۳۷۷) گونه کچف را یک گونه دورگ بین ممرز و لور معرفی کرده است. مظفریان (۱۳۸۳) گونه ممرز را با واریته‌های *C. betulus* var. *betulus* و *C. betulus* var. *parva* Radde-Fomin و گونه لور را شامل زیر گونه *C. orientalis* Mill. subsp. *orientalis* و *C. orientalis* Mill. subsp. *macrocarpa* (Willk.) Browicz را تأیید می‌کند، در حالی که به گونه کچف هیچ اشاره‌ای نکرده است. ثابتی (۱۳۸۱) علی‌رغم معرفی گونه‌های ممرز، کچف، تغر (*C. macrocarpa*) و لور، چهار واریته برای گونه ممرز با نام‌های: *C. betulus* L.، *C. betulus* L. var. *betulus* Browicz، *C. betulus* L. var. *carpinizza* (Host) Neilr، var. *parava* Radde-Fomin و *C. betulus* L. var. *typic* Medo را به عنوان تیپ اصلی ممرز با پراکنش وسیع در جنگل‌های شمال تأیید کرده است. خصوصیات تشریحی و ریخت‌شناسی جزو نخستین و پُر کاربردترین نشانگرهایی هستند که از دیر باز همواره مورد توجه گیاه‌شناسان بوده‌اند که در این میان صفات ریختی برگ دارای جایگاه ویژه‌ای در رده‌بندی گیاهان است (Wang *et al*., 2001).

از دیگر صفات برگ که در رده‌بندی گیاهان مورد توجه قرار می‌گیرد، روزنه‌ها هستند (Miskin *et al*.,

Archive of SID

www.SID.ir

(1972). محققان معتقدند که تعداد و تراکم روزنه در واحد سطح در بین جنس‌ها، گونه‌ها و واریته‌ها دارای تفاوت و قابل بررسی و مطالعه است. از دیگر صفات مهم در تاکسونومی گیاهان کرک‌های سطح برگ و دمبرگ است (Dennert, 1884). برای مثال، Hardin (۱۹۷۶) و Jones (۱۹۸۶) طبقه‌بندی کاملی بر اساس کرک در مورد جنس بلوط در امریکا انجام دادند. بنابراین، مرور تحقیقات گذشته بیانگر اهمیت صفات برگ در رده‌بندی گونه‌های مختلف است. در اغلب موارد، تفکیک نمونه‌های هرباریومی جنس ممرز به علت عدم حضور بذر، به ناچار بر اساس خصوصیات ماکرومورفولوژیک برگ انجام شده، در حالی که طبق نظر Yoo و Wen (۲۰۰۲)، این نتایج باید با احتیاط مد نظر قرار گیرد. لذا در تحقیق حاضر، علاوه بر بازنگری در صفات ماکرومورفولوژیک برگ، با استفاده از میکروسکوپ الکترونی (SEM) و میکروسکوپ نوری (LM) برخی از خصوصیات میکرومورفولوژیک روزنه و کرک نیز برای نخستین بار در مورد این جنس مطالعه شد تا تصمیم‌گیری با قاطعیت بیشتری انجام شود.

مواد و روش‌ها

در مجموع، ۴۴ نمونه هرباریومی شامل: ۱۸ نمونه ممرز، ۱۸ نمونه کچف و ۸ نمونه لور از هرباریوم باغ اکولوژیک نوشهر بررسی و مطالعه شد (جدول ۱). شایان ذکر است که نمونه‌های هرباریومی باغ اکولوژیک از مناطق مختلف جنگل‌های شمال و جنگل‌های ارسباران جمع‌آوری شده است، ولی با این وصف، مطالعه ۲۶ نمونه از گونه ممرز، ۱۰ نمونه از گونه کچف و ۵ نمونه از گونه لور از رویشگاه‌های طبیعی این گونه‌ها به وسیله نگارندگان در جنگل‌های شهرستان نوشهر در مناطق کدیر، کجور، سی‌سنگان و قائم‌شهر نیز انجام گرفت. در مجموع، ۱۴ صفت کمّی برگ، ۳ صفت کمّی روزنه به همراه صفات کیفی روزنه و تراکم کرک بر روی دمبرگ و سطح پشتی برگ بر روی ۵ عدد برگ از هر نمونه ارزیابی شد (جدول ۲).

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) یکی از روش‌های چند متغیره آماری است که با کاهش حجم اطلاعات، سبب تسهیل در تجزیه و تحلیل اطلاعات می‌گردد (Sneath and Sokal, 1973; Johnson and Wichern, 2002). با آنالیز مؤلفه‌های اصلی، مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر تفکیک سه گونه مورد نظر تعیین و در قالب عوامل اولیه که توجیه‌کننده حداکثر واریانس بوده، استخراج گردید. نمره‌های (score) ارائه شده در هر عامل مبنای انجام آنالیز واریانس یک‌طرفه قرار گرفت. لذا آنالیز واریانس برای تفکیک سه گونه بر اساس دو مؤلفه انجام شد و سپس از آزمون LSD برای مقایسه دو به دو هر گونه در هر عامل استفاده شد. پخش پایه‌های درختی در فضای محور مختصات حاصل از دو محور اولیه که حدود ۹۵ درصد واریانس‌ها را توجیه کرده بود، انجام شد تا گروه‌بندی گونه‌ها ارزیابی گردد. در نهایت، به منظور تأیید صحت گروه‌بندی از آنالیز تشخیص استفاده گردید (Sattarian *et al.*, 2011). به منظور مطالعه شاخص‌های روزنه به وسیله میکروسکوپ نوری، نمونه‌های برگ به مدت پنج دقیقه در آب جوش قرار گرفته، سپس به وسیله تیغ از لایه‌های اپیدرم برگ در سطح زیرین نمونه‌های بسیار نازک جدا و توسط لام و لامل نمونه تهیه گردید.

Archive of SID

www.SID.ir

شاخص‌های روزنه از قبیل طول و عرض روزنه، با نرم‌افزار Image tools به دقت اندازه‌گیری شد. تراکم روزنه نیز در واحد میلی‌متر مربع شمارش گردید. به منظور مقایسه شاخص‌های کمّی روزنه اطلاعات کمّی پس از انجام آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از آزمون دانکن با نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۶ انجام گرفت. میکروگراف‌های روزنه و کرک به وسیله میکروسکوپ الکترونی تهیه شد. بدین منظور، ابتدا قطعه کوچکی از نمونه‌های برگ جدا شد و توسط چسب بر روی پایک‌های (stub) مخصوص قرار گرفته و پس از طلاکوب شدن این پایک‌ها به درون محفظه میکروسکوپ الکترونی انتقال داده شدند. میکروگراف‌ها به وسیله میکروسکوپ Philips مدل XL 3 گرفته شد.

جدول ۱- مشخصات نمونه‌های هرباریومی مورد مطالعه از جنس ممرز (هرباریوم نوشهر)

نام گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع	جمع‌آوری کننده	شماره هرباریومی
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۴۰۰	زارع	۸۶۶۶
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	نوشهر، کجور، روستای اویل	۱۵۰۰	امینی	۸۶۷۸
C. betulus	رامسر، جاده رودبار تا اشکورات	۲۰۰۰	زارع، امینی، عباسی	۸۶۷۹
C. betulus	ساری، دو دانگه، سنگده	۱۶۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۰
C. betulus	ساری، پارت کولا	۱۷۰۰-۱۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۱
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	چالوس، کندوان، هاریجان	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۲
C. betulus	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	امینی	۸۶۸۶
C. betulus	ارسباران	۱۱۸۰	آخوندنژاد	۱۰۶۷۸
C. betulus	ارسباران	-	آخوندنژاد	۱۰۶۷۷
C. betulus	ارسباران	-	آخوندنژاد	۱۰۶۷۹
C. betulus	چالوس، کندوان، سیاه بیشه	۲۲۰۰	زارع، امینی	۸۶۶۷
C. betulus	ساری، پارت کولا	۱۷۰۰-۱۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۸۱
C. schuschaensis	نوشهر، کجور، کدیر، جاده تهخان لش	۱۷۰۰	زارع	۸۶۷۱
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دو دانگه، رودخانه شیرین رود	۱۰۰۰-۸۰۰	زارع	۸۶۶۸
C. schuschaensis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۱۹۰۰-۱۶۰۰	زارع، امینی	۸۶۶۹
C. schuschaensis	ساری، چهار دانگه، منطقه پشت کوه	۲۴۰۰-۲۰۰۰	زارع	۸۶۷۰
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع	۸۶۶۴
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع	۸۶۶۴
C. schuschaensis	باغ گیاه‌شناسی نوشهر	-۲۱	زارع، امینی	۸۶۶۵

Archive of SID

www.SID.ir

نام گونه	محل جمع‌آوری	ارتفاع	جمع‌آوری کننده	شماره هرباریومی
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	نوشهر، منطقه کجور، شاه کوه	۱۵۰۰–۲۸۰۰	زارع	۸۶۷۲
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	چالوس، کندوان، سیاه بیشه، دلیر	۱۷۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۳
C. schuschaensis	نور، علمده، گلندرود	–	زارع	۸۶۷۵
C. schuschaensis	نور، علمده، گلندرود	–	زارع	۸۶۷۵
C. schuschaensis	چالوس، مرزن آباد	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۰
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	نور، جنگل واز	–۲۱	زارع	۸۶۷۷
C. orientalis	نور، علمده، گلندرود	–	پور مرادی	۴۴۹۰
C. orientalis	کردکوی	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۲
C. orientalis	آمل	–	آخوندنژاد	۱۰۶۸۱
C. orientalis	ساری، دودانگه، سنگده، جنگل بولا، پشت لت	۲۴۰۰	زارع، امینی	۸۶۷۶
C. orientalis	نور، جنگل واز	–۲۱	زارع	۸۶۷۷

جدول ۲- صفات مورد مطالعه در برگ جنس ممرز

ردیف	صفت مورفولوژیک	مقیاس	علامت اختصاری
۱	طول برگ	سانتی‌متر	LL
۲	حداکثر پهنای برگ	سانتی‌متر	LW
۳	طول دمبرگ	سانتی‌متر	PL
۴	فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	سانتی‌متر	BW
۵	تعداد جفت رگبرگ اصلی	عدد	V
۶	تعداد دندانه اصلی	عدد	T
۸	عرض برگ در ۰/۱ طول آن	سانتی‌متر	LL 0.1
۹	عرض برگ در ۰/۹ طول آن	سانتی‌متر	LL 0.9
۱۰	مساحت برگ	سانتی‌متر مربع	LA
۱۱	نسبت طول به عرض پهنک	-	LL/PL
۱۲	نسبت طول به فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	-	LL/BW
۱۳	فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ به طول دمبرگ	-	BW/PL
۱۴	شکل پهنک (نسبت طول به عرض)	-	LL/LW
۱۵	طول روزنه	میکرومتر	SL
۱۶	عرض روزنه	میکرومتر	SW
۱۷	تراکم روزنه	تعداد در میلی‌متر مربع	SD

Archive of SID

www.SID.ir

نتایج

صفات ماکرومورفولوژیک برگ

مقادیر میانگین صفات کمّی برگ به علاوه انحراف معیار و ضریب تغییرات به تفکیک هر گونه در جدول ۳ ارائه شده است. ارزیابی ضریب تغییرات در اکثر صفات کمّی برگ حاکی از دامنه وسیع تغییرات صفات گونه‌های جنس ممرز است.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، حاکی از آن است که حدود ۹۷ درصد واریانس در سه مؤلفه اول توجیه شده است؛ به طوری که سهم عامل اول ۷۰ درصد، عامل دوم ۲۴ درصد و عامل سوم ۲/۵ درصد بوده است. در رابطه با عامل اول و دوم، صفاتی از قبیل طول برگ (LL) و مساحت برگ (LA) و تعداد دندانه (T) بیشترین سهم را در بین واریانس‌ها دارا هستند. در عامل دوم صفات (LL) و مساحت (LA) دارای همبستگی مثبت و صفت تعداد دندانه (T) دارای همبستگی منفی است. صفات نسبی، از قبیل طول برگ به طول دمبرگ (LL/PL) و فاصله حداکثر پهنای برگ تا قاعده برگ به طول دمبرگ (BW/PL) همبستگی نسبتاً بالایی را با عامل سوم نشان می‌دهند (جدول ۴).

آنالیز واریانس بر مبنای عوامل مستخرج از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام شد که نتایج آن حاکی از آن است که فقط در عوامل اول و دوم که همبستگی بالایی با صفات طول برگ، مساحت برگ و تعداد دندانه دارند، گونه‌های مورد نظر با یکدیگر اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند، ولی در عامل سوم، گونه‌ها اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهند (جدول ۵).

جدول ۳- مقادیر میانگین وانحراف معیار و ضریب تغییرات در صفات مورد مطالعه به تفکیک هر گونه

صفت	ممرز			کچف			لور		
	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات	میانگین	انحراف معیار	ضریب تغییرات
LL	۸/۴۴	۲/۹	۲۱/۴۴	۶/۲۸	۱/۵۶	۲۴/۸۴	۵/۷۶	۰/۸۷	۱۵/۱۰
LW	۴/۱۹۶	۰/۹	۳۱/۹۴	۳/۱۴	۰/۶۹	۲۱/۹۷	۳/۱	۰/۴۲	۱۳/۵۴
PL	۱/۱۸	۰/۳۷۷	۳۲/۷۸	۰/۹۸	۰/۲۹	۲۹/۵۹	۰/۸۹	۰/۲۹	۳۲/۵۸
BW	۳/۶	۱/۲	۲۲/۰۴	۲/۵۷	۰/۷۷	۲۹/۹۶	۲/۷	۰/۷۵۵	۲۷/۹۶
LW 0.1	۲/۵۴	۰/۵۶	۲۱/۰۳	۱/۹۸	۰/۵	۲۵/۲۵	۱/۹۳	۰/۴۱	۲۱/۲۴
LW 0.9	۰/۸۰	۰/۱۷	۳۶/۲۲	۰/۷۶	۰/۲۱۷	۲۸/۵۵	۰/۷۳۸	۰/۱۰	۱۴/۳۶
LA	۲۲/۸۶	۸/۲۸	۱۳/۶۴	۴/۱۴	۶/۲۳	۴۳/۱۴	۱۴/۵۲	۳/۳۵	۲۳/۰۷
V	۱۳/۳۴	۱/۸۲	۱۷/۳۰	۱۳/۲۸	۱/۲۷	۹/۵۶	۱۱/۵۱	۴/۹۴	۱۶/۸۵
T	۴۳/۹۳	۷/۶	۱۰/۴۹	۴۲/۸	۱۰/۹۳	۲۵/۵	۳۴/۷۶	۵/۴۴	۱۵/۶۵
LL/LW	۲/۰۲	۰/۲۱۲	۲۰/۰۷	۲/۰۲	۰/۲۸	۱۳/۸۶	۱/۸۶	۰/۱۷۳	۹/۳۰
LL/PL	۷/۵۲	۱/۵۱	۲۳/۷	۶/۷۱	۲/۹۵	۴۳/۹۶	۶/۶۸	۰/۹	۱۳/۴۷
LL/BW	۲/۴۴	۰/۵۸	۲۴/۲۱	۲/۵	۰/۴	۱۶	۲/۳۲	۰/۶۱۶	۲۶/۵۵
BW/PL	۳/۱۸	۰/۷۷	۲۱/۴۴	۲/۷۵	۰/۷۹	۲۸/۷۲	۳/۰۸	۰/۵۴	۱۷/۵۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- ریشه‌های مخفی صفات ماکرومورفولوژیک برگ در سه محور اول

صفات برگ	عامل ۱	عامل ۲	عامل ۳
LL	۰/۱۴	۰/۱۴	۰/۰۱
LW	۰/۰۶	۰/۰۶	−۰/۰۲
PL	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۵-
BW	۰/۰۶	۰/۰۸	-۰/۰۱
LW 0.1	۰/۰۳	۰/۰۲	-۰/۰۲
LW 0.9	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۲
LA	۰/۶۲	۰/۷۳	۰/۳۱-
V	۰/۰۹	-۰/۰۵	۰/۰۵
T	۰/۷۵	-۰/۶۴	-۰/۰۲
LL/LW	۰/۰۰	-۰/۰۰	۰/۰۱
LL/PL	۰/۰۳	۰/۰۰	۰/۹۸
LL/BW	-۰/۰۰	−۰/۰۲	۰/۰۱
BW/PL	۰/۰۰	۰/۰۲	۰/۱۶
مقادیر ویژه	۹۷۶۳/۶۱۱	۳۳۲۵/۹۹۸	۳۵۶/۱۴۰
واریانس توجیحی	۷۰/۳۷۲	۲۳/۹۷۳	۲/۵۷۶
واریانس تجمعی (۰/۰)	۷۰/۳۷۲	۹۴/۳۴۵	۹۶/۹۱۲

جدول ۵- آنالیز واریانس بر مبنای عوامل مستخرج از آنالیز مؤلفه‌های اصلی

		مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	معنی‌داری
عامل ۱	بین گروه‌ها	۱۸۹۷/۱۹	۲	۹۵۹/۴۴	۱۰/۰۲	۰/۰۰
	درون گروه‌ها	۷۸۴۴/۶۹	۸۲	۹۵/۶۶		
	کل	۵۸۷/۹۷	۸۴			
عامل ۲	بین گروه‌ها	۷۷۶/۶۴	۲	۳۲۱/۳۸	۹/۸۲	۰/۰۰
	درون گروه‌ها	۲۲۹/۲۸	۸۲	۳۲/۷۲		
	کل	۳۳۲۶	۸۴			
عامل ۳	بین گروه‌ها	۵/۲۶	۲	۲/۶۳	۰/۶۱۵	۰/۵۴
	درون گروه‌ها	۳۵۰/۸۷	۸۲	۴/۲۷		
	کل	۳۵۶/۱۳	۸۴			

نتایج آزمون LSD در مورد عامل اول، حاکی از اختلاف معنی‌دار دو گونه ممرز و لور است در حالی که گونه کچف با دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در عامل دوم گونه کچف با دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهد، در حالی که دو گونه ممرز و لور اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد. در تأیید نتایج آنالیز واریانس در عامل سوم گونه‌های اختلاف معنی‌داری را با یکدیگر نشان نمی‌دهند (جدول ۶).

Archive of SID

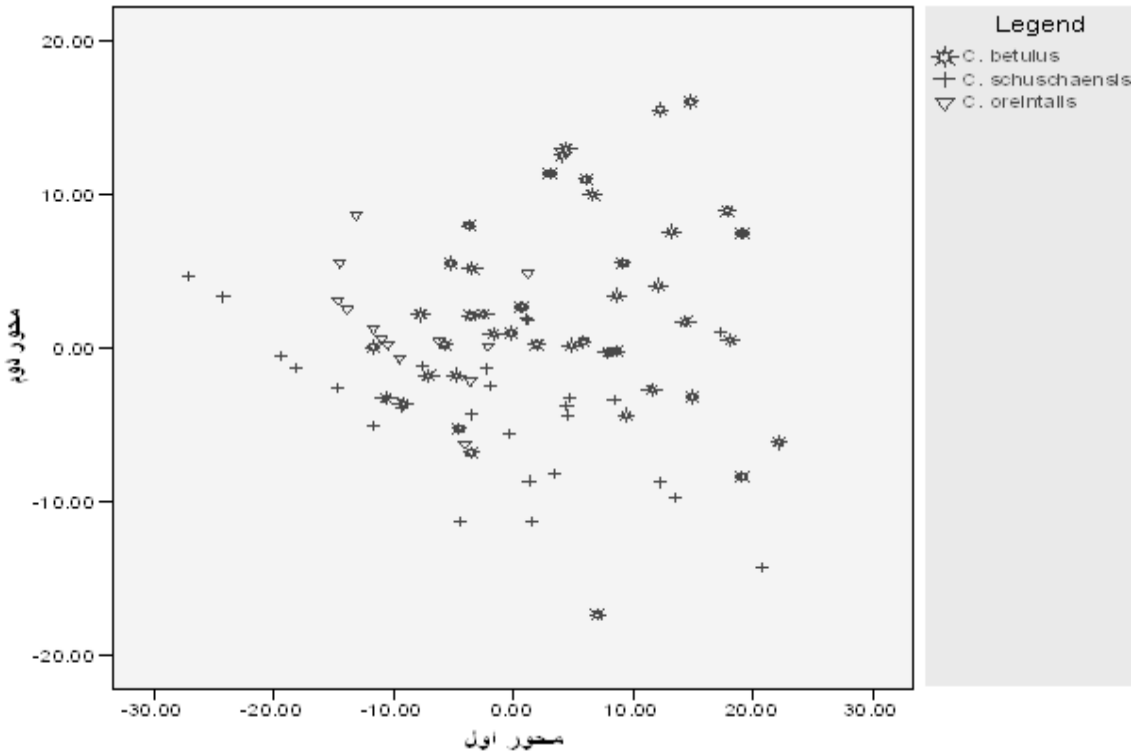
www.SID.ir

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمون LSD

	نوع گونه	ممرز	کچف
عامل ۱	ممرز		^{ns}۰/۰۶
	لور	**۰/۰۰	^{ns}۰/۶۲
عامل ۲	ممرز		**۰/۰۰
	لور	^{ns}۰/۷۱	**۰/۰۰۷
عامل ۳	ممرز		^{ns}۰/۲۹۲
	لور	^{ns}۰/۵۳	^{ns}۰/۰۸۶

از آنجایی که در دو محور اول مستخرج از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی حدود ۹۵ درصد واریانس‌ها را توجیه کردند و گونه‌ها در رابطه با این دو عامل مذکور اختلاف معنی‌داری را نشان دادند، پخش پایه‌های درختی در فضای دو محور اصلی انجام شد که سه گونه مذکور به طور کاملا واضح گروه‌بندی نشدند. در مجموع، برخی از پایه‌های درختی از سه گونه شباهت بسیار زیادی را به یکدیگر نشان داده، قابل تفکیک در گروه‌های مجزا نیست (شکل ۱).

نتایج آنالیز تشخیص نیز در تأیید گروه‌بندی‌های یاد شده نشان می‌دهد که صحت گروه‌بندی‌ها تا حدود ۶۴/۷ درصد قابل تأیید است؛ به طوری که از ۴۴ نمونه مورد مطالعه از گونه ممرز ۳۰ پایه در گروه ممرز، ۶ پایه در گونه کچف و ۸ پایه در گروه لور قرار گرفت و در مورد گونه کچف نیز از ۲۸ پایه بررسی شده تنها ۱۷ گونه در گروه کچف، ۶ پایه در گروه ممرز و ۵ پایه در گروه لور قرار گرفته است. با وجود این، ۶۰/۷ درصد گروه‌بندی مورد تأیید است و در پایان در مورد گونه لور از ۱۳ پایه بررسی شده، ۸ پایه در گروه لور، ۱ پایه در گروه ممرز و ۴ پایه در گروه کچف قرار گرفت که حدود ۶۱/۵ درصد گروه‌بندی قابل تأیید است (جدول ۷).



شکل ۱- نمودار پراکنش نمونه‌های درختی در فضای محور مختصات بر اساس دو مؤلفه اول حاصل از تجزیه مؤلفه‌های اصلی

www.SID.ir

جدول ۷- نتایج حاصل از آنالیز تشخیص

	ممرز	کچف	لور	کل
ممرز	۳۰	۶	۸	۴۴
کچف	۶	۱۷	۵	۲۸
لور	۱	۴	۸	۱۳
درصد صحت گروه‌بندی هر گونه	۶۸/۲	۶۰/۷	۶۱/۵	۶۴/۷
درصد کل	۶۸/۲	۱۳/۶	۱۸/۲	۱۰۰

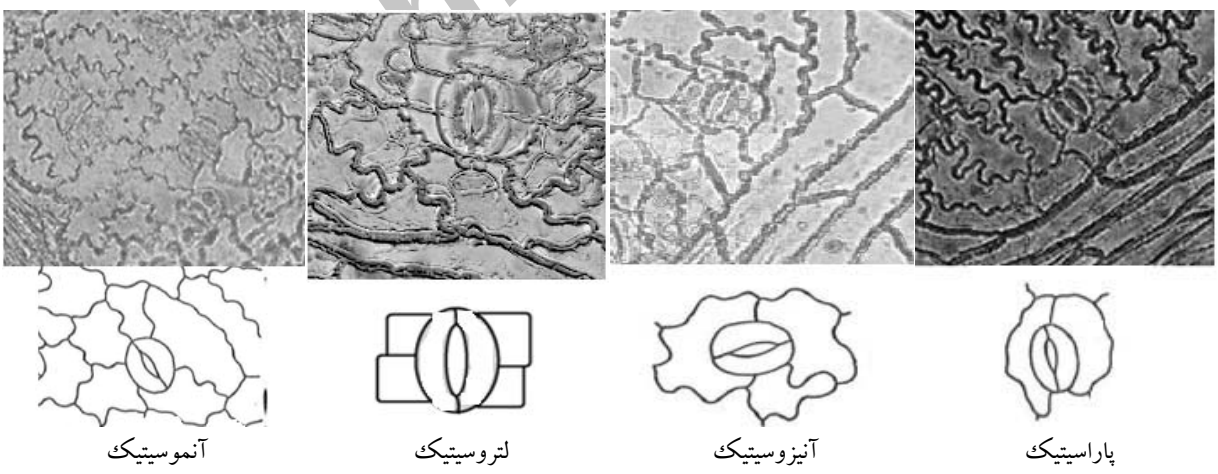
صفات میکرومورفولوژیک برگ

صفات ابعاد روزنه: مقادیر میانگین و انحراف معیار و ضریب تغییرات برای صفات مورفولوژیک روزنه در جدول ۸ گزارش شده است.

نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه، گویای آن است که طول و عرض روزنه در گونه ممرز در مقایسه با دو گونه دیگر بیشتر است و در مقابل تراکم روزنه در دو گونه لور و کچف بیشتر از گونه ممرز است. مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن نشان داد که بین ممرز با دو گونه دیگر از لحاظ ابعاد روزنه و همچنین، تراکم آن اختلاف معنی‌داری وجود دارد، در حالی این مقادیر بین دو گونه لور و کچف معنی‌دار نشد. بیشترین مقدار از لحاظ ابعاد در گونه ممرز مشاهده شد و بیشترین تراکم روزنه نیز در گونه لور به دست آمد.

جدول ۸- مقادیر میانگین و انحراف معیار و دامنه تغییرات صفات ابعاد روزنه. SL: طول روزنه؛ SW: عرض روزنه؛ SD: تراکم روزنه. حروف متفاوت (a، b و c) نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین داده‌هاست.

صفات	ممرز			کچف			لور		
	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات	میانگین	ضریب تغییرات	دامنه تغییرات
SL	^{a}۱۵/۶۷	۱۴/۶۷	۱۵/۶۷±/۶۲	^{b}۱۱/۲۷	۹/۵۸	۱۱/۲۷±/۳۱	^{b}۱۰/۶۰	۱۱	۱۰/۶±/۲۸
SW	^{a}۱۰/۲۸	۱۲/۶۴	۱۰/۲۸±/۳۵	^{b}۶/۱۳	۱۴/۰۲	۶/۱۳±/۲۹	^{b}۶/۲۱	۱۷/۵۵	۶/۲۱±/۲۳
SD	^{b}۳۲۵/۷۴	۲۲/۷۹	۳۲۵/۷۴±۱۹/۳۸	^{a}۴۰۲/۶۰	۱۵/۶۵	۴۰۲/۶±۱۳/۳۴	^{a}۳۹۷/۷۹	۱۲/۳۴	۳۹۷/۷۹±۱۶/۷۲



شکل ۲- تیپ‌های مختلف روزنه جنس ممرز در جنگل‌های هیرکانی (پاراسیتیک: سلول‌های همراه در امتداد محور طولی سلول‌های محافظ قرار دارند (Dilcher, 1974)، آنیزوسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ اندازه‌های متفاوت دارند (Metcalfe and Chalk, 1950)، لتروسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ سه یا بیشتر است (Den Hortag and Bass, 1978)، آنموسیتیک: سلول‌های همراه اطراف سلول‌های محافظ یک شکل و یکسان بوده و می‌توان گفت فاقد سلول همراه هستند (Metcalfe and Chalk, 1950).

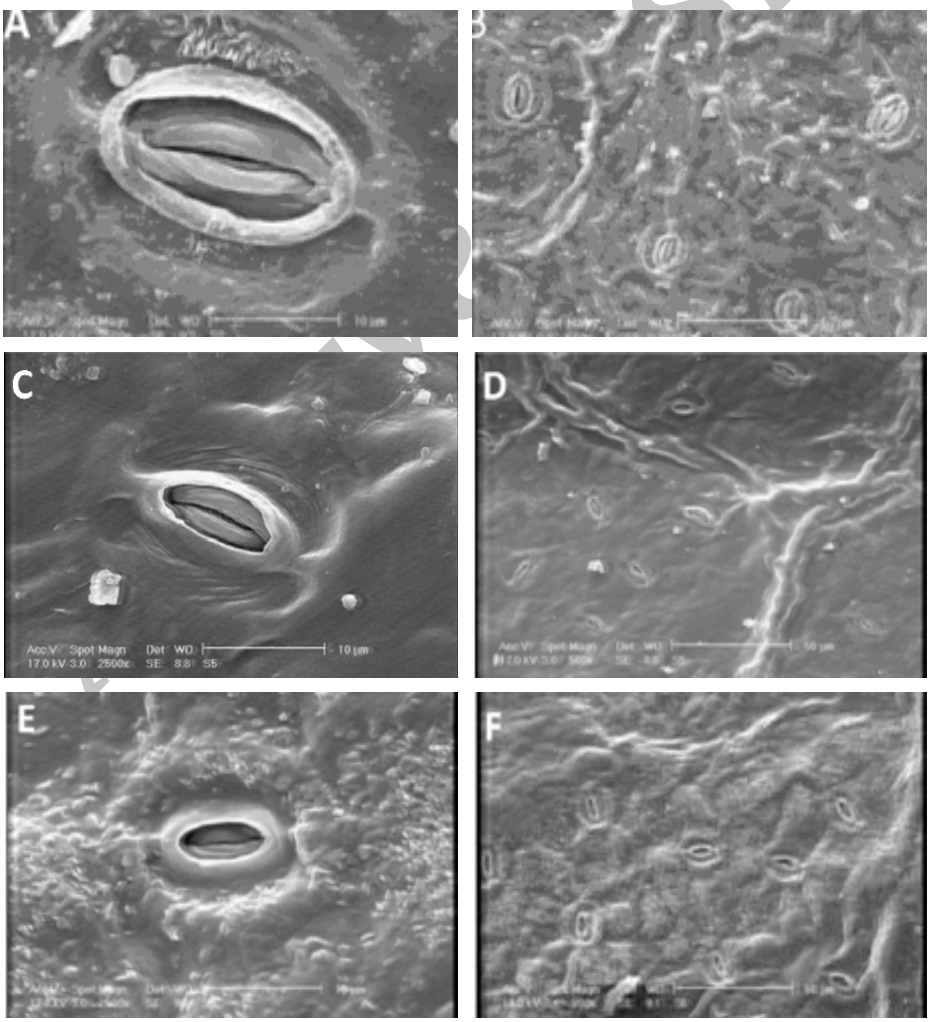
Archive of SID

www.SID.ir

صفات کیفی روزنه

در بررسی صفات روزنه در سطح پشتی برگ سه نوع تیپ روزنه شامل پاراسیتیک و آنموسیتیک و آنیزوسیتیک در گونه ممرز شناسایی شد. در گونه لور نوع دیگری از روزنه به نام لتروسیتیک مشاهده گردید. در گونه کچف نیز تیپ لتروسیتیک و آنیزوسیتیک بیشترین درصد را به خود اختصاص داد (شکل ۲).

در نتایج به دست آمده از میکروگراف‌های حاصل از میکروسکوپ الکترونی، گونه ممرز از دو گونه دیگر به وضوح از لحاظ ابعاد قابل تفکیک هستند. در بررسی موقعیت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم که تحت تأثیر شرایط اکولوژیک است در گونه ممرز که از شرایط نسبتاً مناسب اکولوژیک مانند رطوبت کافی و اعتدال هوا برخوردار است، روزنه‌ها همسطح و تا اندازه‌ای بالاتر از سلول‌های اپیدرم قرار گرفته‌اند. در مقابل، سلول‌های اپیدرم در گونه لور و کچف که در ارتفاعات بالای جنگل‌های هیرکانی پراکنش دارند بالاتر از روزنه قرار دارند (شکل ۳).

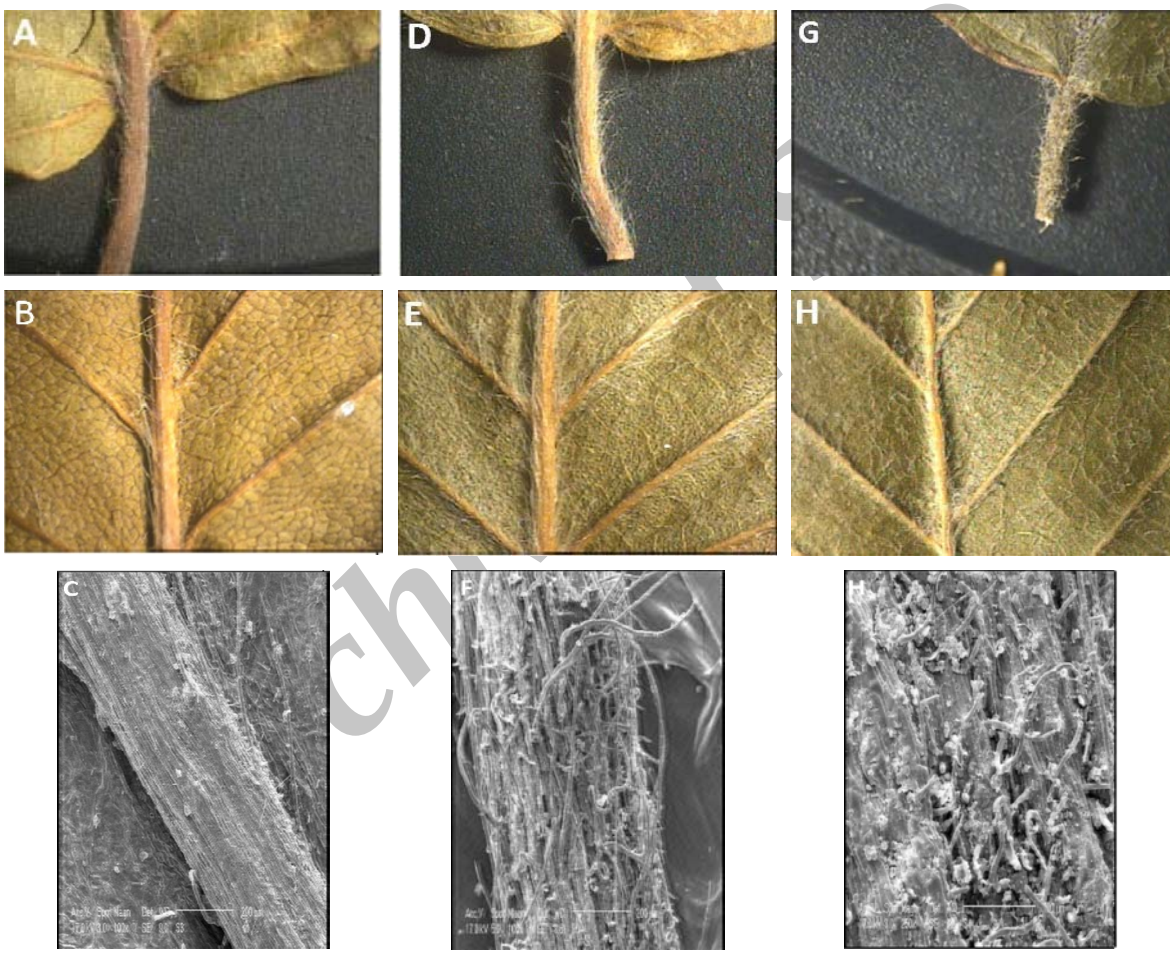


شکل ۳- میکروگراف عکس‌های حاصل از میکروسکوپ الکترونی (SEM) مربوط به سطح زیرین برگ در جنس ممرز (A و B مربوط به گونه ممرز؛ C و D گونه لور؛ F و E گونه کچف)

www.SID.ir

تراکم و نوع کرک

نوع کرک در بررسی به وسیله میکروسکوپ الکترونی در هر سه گونه از نوع کرک‌های ساده و منفرد است. در بررسی تراکم و ابعاد کرک در روی دمبرگ و پشت برگ که به وسیله استریومیکروسکوپ، بزرگنمایی و سپس عکس‌برداری شد، نتایج به دست آمده نشان داد که گونه‌های جنس ممرز از لحاظ تراکم و ابعاد کرک قابل تشخیص هستند به طوری که در گونه ممرز، کرک‌های با ابعاد بزرگ و تراکم بسیار پایین مشاهده می‌شود، در حالی که گونه لور از لحاظ ابعاد بسیار کوچکتر از ممرز و در مقابل بسیر فشرده و متراکم است، گونه کچف نیز در مقایسه با این دو گونه حالت بینابینی دارد (شکل ۴).



شکل ۴- تصاویر مربوط به قرارگیری کرک در سطح پشتی برگ و روی برگ با استفاده از استریومیکروسکوپ و میکروسکوپ الکترونی نگاره (A، B و C: کرک‌های سطح پشتی برگ و دمبرگ مربوط به گونه ممرز، D، E و F: گونه لور، G، H و I: گونه کچف)

بحث

از آنجایی که ارتباط معنی‌داری بین شرایط اکولوژیک و صفات ریختی برگ گزارش شده است (Linhart and Grant, 1996) می‌توان تنوع و اختلاف در ابعاد برگ سه گونه ممرز، لور و کچف را در ارتباط با گسترشگاه‌ها و شرایط اکولوژیک حاکم بر آن تحلیل کرد. گونه لور در ارتفاعات فوقانی جنگل‌های شمال و ارسباران پراکنش داشته و کوچکترین ابعاد

www.SID.ir

برگ را به خود اختصاص داده است، در حالی که گونه ممرز با پراکنش وسیع حدود ۳۰ درصد حجم جنگل‌های شمال را به خود اختصاص داده (مهاجر، ۱۳۸۰) و تنوع زیاد در ابعاد برگ آن مشهود است. در این راستا، پناهی و همکاران (۱۳۹۰) نیز تنوع بسیار بالایی را در برگ گونه‌های بلوط با گسترش گاه وسیع مشاهده کردند. مرور منابع حاکی از آن است که گونه کچف با لور تشابه ریختی بسیاری داشته (مبین، ۱۳۵۸) که البته، در این پژوهش نیز روش‌های آماری چند متغیره (multivariate analysis) تفاوت معنی‌داری بین سه گونه را به طور قطعی تأیید نمی‌کند. آنالیز تشخیص نیز صحت تفکیک سه گونه ممرز را تا حدود ۶۴/۷ درصد تأیید می‌کند؛ لذا به نظر می‌رسد که در رده‌بندی جنس ممرز صفات ماکرومورفولوژیک برگ، به ویژه ابعاد برگ کارآیی لازم را ندارد که البته پیش از این نیز Yoo و Wen (۲۰۰۲) این یافته را در تاکسونومی جنس ممرز متذکر شده‌اند.

از صفات مهم دیگر در رده‌بندی گیاهان روزنه‌ها هستند که نقش مهمی در میزان و کارآیی گیاه در مصرف آب دارند. تعداد و تراکم روزنه به علت رابطه تنگاتنگ با خصوصیات رویشگاه، در سطح جنس، گونه و واریته‌هایی که دارای برد اکولوژیک متفاوت هستند، قابل تأمل‌اند (Luo and Zhou, 2001) زیرا عوامل ژنتیکی نیز به شدت بر شکل‌گیری این صفات دخیل است (Teare *et al*., 1971; Miskin *et al*., 1972). از آن جایی که گونه ممرز به عنوان گونه همراه در بلوطستان‌ها و راشستان‌ها از شرایط رطوبتی مناسب‌تری بهره‌مند است، لذا ابعاد بزرگتر روزنه در این گونه قابل توجیه است. افزایش تراکم در گونه‌هایی که در ارتفاعات بالاتر پراکنش دارند، ممکن است برای افزایش بازده دی اکسید کربن باشد (McElwain, 2004) و یا استراتژی گیاه در نگهداری آب باشد (Schoettle and Rochelle, 2000). بنابراین، روزنه‌های کوچکتر با تراکم بیشتر برای دو گونه لور و کچف که در ارتفاعات فوقانی جنگل‌های شمال پراکنش دارند، دور از انتظار نیست. گونه لور در مناطق بالابند جنگلی به همراه درختان کوتاه قد از قبیل بلوط اوری (*Quercus macranthera*)، کیکم (*Acer cinerasens*) پراکنش داشته که تابش مستقیم نور خورشید و اشعه ماوراء بنفش بر عرصه‌های باز جنگلی نیز مزید علت بر کمبود رطوبت رویشگاه‌های آن در مقایسه با رویشگاه‌های متراکم و مرطوب ممرز است. در تحقیقی مشابه، Uzunova (۱۹۹۹) به این نتیجه رسید که گونه ممرز بزرگترین ابعاد و لور کوچکترین را از لحاظ اجزای اپیدرم در خانواده Corylaceae دارا هستند. تیپ روزنه بر اساس تعداد سلول‌های همراه اطراف آن مشخص می‌شود که این سلول‌ها نقش مؤثری در باز و بسته شدن روزنه‌ها دارد (Oyeleke *et al*., 2004) و از طرفی در بررسی تفاوت بین گونه‌ها قابل بررسی هستند (Blunden and Jewers, 1973). در تحقیقی بر روی جنس ممرز از لحاظ صفات روزنه دو نوع تیپ سیکلوسیتیک و لتروسیتیک در لور و برای ممرز تیپ پاراسیتیک گزارش شد که این نوع روزنه بیشتر در گیاهان گلدار ابتدایی، به خصوص دولپه‌ای‌ها مشاهده می‌شود (Baranova, 1992). تیپ روزنه در جنگل‌های هیرکانی با نتایج تحقیق Uzunova (۱۹۹۹) بر روی نوع روزنه و سلول‌های همراه ممرز و لور مشابهت دارد. البته، تیپ روزنه در جمعیت‌های مختلف یک گونه نیز متفاوت است به طوری که یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) چهار نوع تیپ مختلف روزنه را در

Archive of SID

www.SID.ir

گونه نمدار در جنگل‌های هیرکانی گزارش نمودند. قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های همراه، از دیگر موارد همسان شدن با شرایط اکولوژیک است (Cutler, 1982). بنابراین، قرارگیری آن در سطح پایین‌تر در گونه لور و کچف به خاطر شرایط سخت‌تر اکولوژیک قابل توجیه است. یوسف‌زاده و همکاران (۱۳۸۹) گزارش کردند که در قسمت‌های بالابند جنگل‌های هیرکانی، روزنه پایین‌تر از سطح سلول‌های اپیدرم قرار دارد در حالی که در مناطق میان‌بند روزنه همسطح سلول‌های اپیدرم قرار دارد و علت آن را هم در ارتباط با وضعیت رویشگاه دانستند.

کرک‌ها اجزای مهمی در برابر تنش‌های محیطی، از قبیل خشکی و تابش اشعه‌های مضر هستند که می‌توان از ساختار و نوع آنها در مطالعات تاکسونومی نیز استفاده کرد (Agrawal and Fishbein, 2006). در واقع، نوع کرک یک صفت تاکسونومیک است که در گونه‌های مختلف ممرز تفاوتی از این لحاظ مشاهده نشد. این در حالی است که تنوع نوع کرک در رده‌بندی گونه‌های دیگر، از جمله نمدار یکی از کلیدهای اصلی شناسایی است (یوسف‌زاده، ۱۳۹۰). در رابطه با سه گونه ممرز کرک‌های ساده مشاهده شد و فقط ابعاد و تراکم کرک که در ارتباط مستقیم با شرایط اکولوژیک بوده، متغیر است. یافته‌های این مطالعه در مورد گونه لور کرک‌های بسیار ریز با تراکم بالا در سطح دمبرگ و پشت برگ، در مورد گونه ممرز کرک‌های بلند با تراکم پایین و حالت بینابینی در مورد کچف را تأیید کرده است. در نهایت، می‌توان بیان کرد که تنوع مشاهده شده در صفات ریختی برگ، از قبیل کرک‌های متراکم و روزنه‌هایی با ابعاد کوتاه‌تر در جهت سازگاری به شرایط محیطی است (Zhang and Marshall, 1995).

نتیجه‌گیری

ارزیابی تنوع ریختی برگ، روزنه و کرک‌های پوششی در جنس ممرز نشان داد که این صفات یاد شده نه تنها در ارتباط نزدیک با شرایط اکولوژیک رویشگاه بوده، بلکه ارزش تاکسونومیک قابل توجهی ندارند. به نظر می‌رسد که تنوع جمعیت‌های هر گونه عامل اصلی ابهام در تفکیک صحیح این گونه‌هاست بنابراین، پیشنهاد می‌شود به منظور تفکیک دقیق‌تر گونه‌های ممرز و افزایش صحت گروه‌بندی آنها ریخت‌شناسی و ریزریخت‌شناسی بذر و در نهایت، مطالعات مولکولی مد نظر گیاه‌شناسان قرار بگیرد.

منابع

پناهی، پ.، پورمجیدیان، م.، جم‌زاد، ز.، فلاح، ا. (۱۳۹۰) ارزش ریز ریخت‌شناسی صفات برگ و گرده برای تفکیک گونه‌های جنس بلوط در ایران. مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران ۱۹(۱) :۱۶۳-۱۷۹.

ثابتی، ح.(۱۳۸۱) درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات دانشگاه یزد، یزد.

قهرمان، ا. (۱۳۷۷) تنوع زیستی گونه‌های گیاهی ایران. مؤسسه انتشارات و نشر دانشگاه تهران، تهران.

مبین، ص. (۱۳۵۸) رُستنی‌های ایران. فلور گیاهان آوندی. جلد ۲، مؤسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

مظفریان، و. (۱۳۸۳) درختان و درختچه‌های ایران. مؤسسه انتشارات و نشر دانشگاه تهران، تهران.

مهاجر، م. (۱۳۸۰) جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، تهران.

یوسف‌زاده، ح. (۱۳۹۰) بیوسیستماتیک جنس نمدار در ایران. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران.

یوسف‌زاده، ح.، حسین‌زاده کلاگر، ا.، طبری، م.، ستاریان، ع.، اسدی.، م. (۱۳۸۹) شناسایی تیپ‌های مختلف روزنه برگ نمدار (*Tilia* spp.) در جنگل‌های هیرکانی. مجله تاکسونومی و بیوسیستماتیک ۵: ۱۷-۲۸.

Agrawal, A. A. and Fishbein, M. (2006) Plant defence syndromes. Ecology 87:132-149.

Baranova, M. (1992) Epidermal structure and taxonomical place of Austrobaileyaceae. Botanicheskii Zhurnal 77: 1-17.

Blunden, G. and Jewers, K. (1973) The comparative leaf anatomy of *Agave*, *Beschorneria*, *Doryanthes* and *Furcraea* species (Agavaceae: Agaveae). Botanical Journal of the Linnean Society 66: 157-179.

Chen, Z. D. (1994) Phylogeny and phytogeography of the Betulaceae. Acta Phytotaxonomica Sinica 32:101-153.

Cronquist, A. (1981) An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, London.

Cutler, D. F. (1982) Cuticular sculpturing and habitat in certain Aloe species (Liliaceae) from southern Africa. In: The plant cuticle (eds. Cutler, D. F., Alvin, K. L. and Price, C. E) 2: 425-44. Academic Press, London.

Den Hortag, R. M. and Bass, P. (1978) Epidermal characters of Celastraceae sensu lato. Acta Botanica Neerlandica 27: 355-388.

Dennert, E. (1884) Contributions to the comparative anatomy of the leaf stem of Cruciferae feren. Marburg.

Dilcher, D. L. (1974) Approaches to the identification of angiosperm leaf remains. Botanical Review 40: 1-157.

Furlow, J. J. (1990) The genera of Betulaceae in the southeastern United States. Journal of the Arnold Arboretum 71: 1-67.

Hardin, J. W. (1976) Terminology and classification of *Quercus trichomes*. Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society 92: 151-161.

Hillier, N. (1991) The Hillier manual of trees and shrubs. Redwood Press, London.

Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (2002) Applied multivariate statistical analysis, 5th ed. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Jones, J. H. (1986) Evolution of the Fagaceae: the implications of foliar features. Annals of the Missouri Botanical Garden 73: 228-275.

Krüssmann, G. (1984) Manual of cultivated broad-leaved trees and shrubs. Vol. 2. Timber Press, Devon.

Li, P. C. and Cheng, S. H. (1979) Betulaceae. In: Flora Reipublicae Popularis Sinicae. (eds. Kuang, K. Z. and Lee, P. C.) 21: 44-137. Science Press, Beijing.

Linhart, Y. B. and Grant, M. C. (1996) Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. Annual Review of Ecology and Systematic 27: 237-277.

Luo, Y. and Zhou, Z. K. (2001) Cuticle of *Quercus sugen*. Cyclobalanopsis (Oerst.) chneid. (Fagaceae).

Archive of SID

www.SID.ir

Acta Phytotaxonomica Sinica 39:489-501.

McElwain, J. C. (2004) Climate-indipendent paleoaltimetry using stomatal density in fossil leaves as proxy for CO_2 partial pressure. Geology 32: 1017-1020.

Metcalfe, C. R. and Chalk, L. (1950) Anatomy of the dicotyledons, 2. vols. Clarendon Press, Oxford, UK.

Metzger, F. T. (1990) *Carpinus caroliniana* Walt. In: Silvics of North America (eds. Burns R. M. and Honkala B. H.) 2: 490-496. Hardwoods. Department of Agriculture, Forest Service, Washington, DC.

Miskin, K. E., Rasmusson D. C. and Moss, A. C. (1972) Inheritance and physiological effects of stomata frequence in barley. Crop Science 12:780-783.

Oyeleke, M. O., AbdulRahaman, A. A. and Oladele, F. A. (2004) Stomatal anatomy and transpiration rate in some afforestation tree species. Nigerian Society for Experimental Biology Journal (NISEB) 4: 83-90.

Sattarian, A., Akbarian, M. R., Zarafshar, M., Bruschi, P. and Fayyaz, P. (2011) Phenotypic variation and leaf fluctuating asymmetry in natural populations of Parrotia persica (Hamamelidaceae), an endemic species from the Hyrcanian forest (Iran). Acta Botanica Mexicana 97: 65-81

Schoettle, A. W. and Rochelle, S. G. (2000) Morphological variation of *Pinus flexilis* (Pinaceae), a bird-dispersed pine, across a range of elevations. American Journal of Botany 87: 1797-1806.

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

Suszka, B., Muller, C. and Bonnet-Masimbert, M. (1998) Seeds of forest broad-leaves: from harvest to sowing. Institut National de la Recerche Agronomique, Paris

Teare, I. D., Peterson, C. J. and Law, A. C. (1971) Size and frequency of leaf stomata in cultivars species. Crop Science 11:496-498.

Uzunova, K. R. (1999) A comparative study of leaf epidermis in European Corylaceae. Feddes Repertorium 110: 209-218.

Wang, Y. F., Ferguson, K. D., Zetter, R., Denk, T. and Garfi, G. (2001) Leaf architecture and epidermal characters in *Zelkova*, Ulmaceae. Botanical Journal of the Linnean Society 136: 255-265.

Winkler, H. (1904) Betulaceae. In: Die Natürlichen Pflanzenfamilien (eds. Engler, A. and Prantl, K.). Engelmann, Leipzig.

Yoo, K. O. and Wen, J. (2002) Phylogeny and biogeography of *Carpinus* and subfamily Coryloideae (Betulaceae). International Journal of Plant Sciences 163: 641-650.

Zhang, J. W. and Marshall, J. D. (1995) Variation in carbon isotope discrimination and photosynthetic gas exchange among populations of Pseudotsuga menziesii and Pinus ponderosa in different environments. Functional Ecology 9: 402-412.

Archive of SID

www.SID.ir

Leaf, Stomata and Trichome Morphology of the species in *Carpinus* Genus

Iman Chapolagh Paridari [1], Seyyed Gholamali Jalali [1]*, Ali Sonboli [2] and Mehrdad Zarafshar [1]

[1] Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
[2] Department of Biology, Medicinal Plants and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran

Archive of SID

Abstract

The species of *Carpinus* genus are widely distributed in the Hyrcanian and Arasbaran forests. Previous researches identified the species only by leaf and seed macro-morphological traits. Leaf morphological variations in the different ecological conditions led to some problems in taxonomy of the genus. In the current research for first time, stomata and trichome morphology were surveyed on plant collections of Noshahr Herbarium by scanning electron microscope (SEM) and light microscope (LM). Some plant samples were collected from natural sites by the authors. First, separation accuracy of *Carpinus betulus*, *C. schuschaensis* and *C. oreintalis* was investigated by multivariate analysis. Extracted components of Principal Component Analysis (PCA) were highly correlated with some leaf size parameters but could not clearly separate the three groups. Discriminate analysis proved accuracy of grouping about 64.7%. *Carpinus betulus* had the largest dimension in stomata and trichome trait while *C. orientalis* had the smallest about this trait and *C. schuschaensis* had the medium size between of two species. Stomata type in *C. betulus* was paracytic, anomocytic, and Anisocytic and *C. oreintalis* were laterocytic and *C. schuschaensis* was Anisocytic and laterocytic. In contrast to other species, cells of stomata located upper than epidermal cells in *C. betulus*. Simple unicellular trichome was determined for the genus. Although the size and dense of trichome on the leaf and petiole were different among three species, these traits were highly associated with ecological conditions. We concluded that these traits did not have any taxonomic significant in the genus. The current research calls for seed and bract morphology as well as molecular markers to be revised.

Key words: *Carpinus*, Leaf morphology, Stomatal index, Trichome index

*Corresponding Author: jalali_g@modares.ac.ir

www.SID.ir