

شناسایی تیپ‌های مختلف روزنه برگ نمدار (*Tilia spp.*) در جنگل‌های هیرکانی

حامد یوسف‌زاده، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
اباصلت حسین‌زاده کلاگر^{*}، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه مازندران، بابل
مسعود طبری، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران
علی ستاریان، گروه جنگلداری، مجتمع علوم کشاورزی و منابع طبیعی گنبد، گنبد
مصطفی اسدی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

چکیده

تحقیق حاضر به منظور شناسایی تیپ‌های مختلف روزنه و تعیین موقعیت قرارگیری آن نسبت به سلول‌های اپیدرم در گونه نمدار (*Tilia spp.*) انجام شد. نتایج آنالیز طرح آشیانه‌ای، حاکی از تفاوت معنی‌دار بین جمعیت‌های مختلف از نظر صفات طول روزنه، عرض روزنه و مساحت روزنه و عدم تفاوت معنی‌دار است. بیشترین میزان مساحت روزنه مربوط به جمعیت لوه (شرق جنگل‌های هیرکانی) و کمترین آن مربوط به جمعیت چمستان است. بررسی همبستگی بین صفات روزنه با مشخصات جغرافیایی رویشگاه نشان داد که با افزایش عرض جغرافیایی و کاهش طول جغرافیایی اندازه روزنه، به ویژه مساحت آن کاهش می‌یابد. نتایج آنالیز تشخیص، حاکی از مطابقت ۶۰ درصدی بین خصوصیات روزنه با شرایط اکولوژیکی رویشگاه است. چهار تیپ روزنه شامل: آنموسیتیک، آنیزوسیتیک، پاراسیتیک و آنموسیتیک با دیواره سلول‌های همراه مواج، برای جنس *Tilia L.* شناسایی شدند. از نظر موقعیت قرار گرفتن روزنه نسبت به سلول‌های همراه نیز سه تیپ متمایز بسته به شرایط اقلیمی رویشگاه شناسایی گردید. تیپ اول: روزنه پایین‌تر از سطح سلول‌های اپیدرم، که در ارتفاعات فوقانی جنگل‌های هیرکانی و بالاتر از ۲۰۰۰ متر مشاهده شد؛ تیپ دوم: روزنه بالاتر از سلول‌های سطحی، که در جنگل‌های هیرکانین شرقی (رویشگاه لوه) دیده شد؛ تیپ سوم: روزنه هم سطح با سلول‌های اپیدرمی، که برای درختان واقع در رویشگاه‌های میانی جنگل‌های شمال کشور (شامل رویشگاه‌های ولیک بن، واز، چمستان) مشاهده گردید.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، ریخت‌شناسی برگ، شاخص روزنه، نمدار (*Tilia spp.*)

مقدمه

تا شرق آمریکای شمالی گسترش دارد (Plotnik, 2000; Rehder, 1987). ضمن اینکه تخریب بی‌رویه سبب از دست رفتن بسیاری از ذخایر ژنتیکی *Tilia spp.* گردید، متأسفانه بین گیاه‌شناسان در مورد

جنس نمدار (*Tilia spp.*) با حدود ۳۰ گونه درختی، در اکثر مناطق معتدله نیمکره شمالی، در آسیا (دارای بیشترین تنوع گونه‌ای)، آفریقا، اروپا، کانادا و

(۱۹۸۰) ۳۱ نوع روزنه برای گیاهان تک لپه شناسایی و معرفی نمودند. امروزه مطالعه صفات ریختی روزنه به طور فزاینده‌ای بین متخصصان علوم گیاهی برای بررسی تنوع در بین گونه‌های گیاهی، رایج شده است (Lubbinge, 1971; Cutler, 1982; Smith and Van Wyk, 1992; Haron and Moore, 1996).

Chenqqi و همکاران (۲۰۰۷) کارآیی ساختار سطحی برگ و نوع آرایش روزنه را در تفکیک گونه‌های جنس *Camellia* L. تأیید نمودند. Uzunova (۱۹۹۹) توانست با مقایسه نوع روزنه و سلول‌های همراه، گونه‌های مختلف جنس *Carpinus* (*bettulus*) را از یکدیگر تفکیک کند. گونه‌های جنس *Tilia* L. دارای ارزش دارویی و صنعتی زیادی در جنگل‌های هیرکانی است که متأسفانه طی سالیان اخیر بسیاری از رویشگاه‌های آن تخریب شده است. از آنجایی که اتخاذ راهکار مدیریتی مناسب، مستلزم شناخت بهتر نیازهای اکولوژیک و سطح تنوع آن است، پژوهش حاضر از یک سو به منظور مطالعه صفات ریختی روزنه با هدف شناسایی تیپ‌های مختلف روزنه در *Tilia* spp. و میزان ارتباط صفات ریختی روزنه با شرایط اقلیمی رویشگاه صورت گرفت و از سوی دیگر، اهمیت این صفات ریختی، به ویژه تیپ روزنه در تفکیک گونه‌های مختلف یک جنس، با هدف تقویت فرضیه حضور گونه‌های مختلف از جنس *Tilia* L. در شمال ایران انجام شد.

مواد و روش‌ها

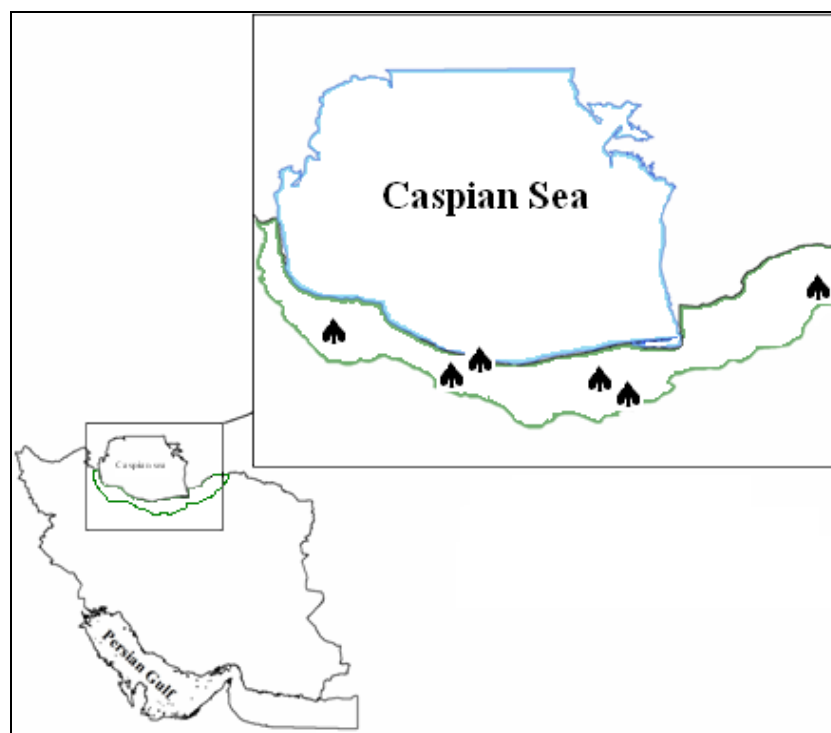
در این تحقیق، ابتدا شش رویشگاه *Tilia* spp. در جنگل‌های هیرکانی انتخاب شدند (جدول ۱). سپس به

نوع و تعداد گونه‌های این جنس در شمال ایران نیز اتفاق نظر وجود ندارد. برخی از پژوهشگران نمدارهای ایران را *Tilia begonifolia* Steven (Maleev, 1949) *T. caucasica* Ruprecht (Browics, 1978) و *T. dasystyla* subsp. *caucasica* Steven (Pigott and Francis, 1999) معرفی کردند و برخی دیگر، *T. platyphyllos* Scop. (Ghahraman, 1993) و یا *T. begonifolia* Steven (Sabeti, 1976) معرفی نمودند. از سوی دیگر، حفاظت ذخایر ژنتیک گیاهی، مستلزم شناخت نیازهای اکولوژیک و آگاهی از سطوح تنوع ژنتیکی آن با به کارگیری روش‌های مناسب، ضروری است. ریخت‌شناسی روزنه به عنوان یک معیار تاکسونومیک مناسب برای تعیین گونه‌های مختلف یک جنس، سالیان متمادی است که استفاده می‌شود (Watson, 1962; Metcalfe, 1988; Prabhaker, 2004).

روزنه اندام اصلی در گیاهان آوندی برای تبادل گاز بین سلول‌های مزوفیل برگ و محیط است. در واقع، گیاهان سبز برای تولید انرژی نیاز به ورود دی‌اکسید کربن از طریق روزنه دارند که این عمل خود سبب از دست رفتن آب از این طریق می‌شود. بنابراین، گیاهان برای برقراری توازن بین ورود دی‌اکسید کربن و خروج آب، در شرایط رویشگاهی متفاوت، تعداد (تراکم) روزنه در واحد سطح خود را تنظیم می‌کنند (Körner et al., 1986). اولین بار Stresburger در سال ۱۸۶۶ و به دنبال وی Vesque در سال ۱۸۸۹، بر اساس ترتیب قرار گرفتن سلول‌های همراه اطراف روزنه و نحوه شکل‌گیری آن، چهار نوع متفاوت از روزنه را شناسایی کردند. در این راستا، Metcalfe و Chalk (۱۹۸۸)، ۲۵ نوع روزنه برای گیاهان دو لپه و

شد و نمونه‌ها به مدت ۱۰-۱۵ دقیقه در دستگاه لایه نشان (sputter coater) قرار گرفت و طبق روش Physical Vapor Deposition لایه نازکی از طلا بر روی آن قرار گرفت. سپس ساختار روزنه‌های برگ با بزرگنمایی متفاوت توسط میکروسکوپ الکترونی مطالعه شد. برای بررسی تفاوت معنی‌دار بین صفات کمی روزنه در بین جمعیت‌های مختلف، از آزمون آنالیز واریانس استفاده گردید. مقایسه میانگین با استفاده از آزمون توکی (Tukey) انجام گرفت. برای بررسی میزان تمایز درختان مطالعه شده بر اساس شرایط رویشگاه‌ها، از آنالیز تشخیص (Discriminant Analysis) استفاده شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS ver. 16.0 انجام پذیرفت.

روش Miles و همکاران (۱۹۹۵) تعدادی برگ (حتی‌الامکان در یک جهت و از سمت بیرونی تاج) از پنج تا هشت پایه، با فواصل حداقل ۱۰۰ متر در هر رویشگاه، جمع‌آوری گردید. برگ‌های خشک شده به مدت ۵ دقیقه در آب جوش قرار گرفت و با استفاده از اسکالپل از سطح پشتی برگ‌ها برش‌های نازکی تهیه گردید. برش‌ها حدود ۵ دقیقه داخل آب ژاول قرار گرفت. پس از این زمان، از نمونه‌ها با میکروسکوپ نوری عکس‌برداری شد و صفات ریختی روزنه، شامل قطر بزرگ، قطر کوچک، مساحت، تراکم روزنه با نرم‌افزار Image Tools ver. 2.0 اندازه‌گیری گردید. برای عکس‌برداری روزنه‌ها با میکروسکوپ الکترونی SEM، ابتدا از برگ تازه برش کوچکی تهیه



شکل ۱- موقعیت نسبی رویشگاه‌های مورد مطالعه در گستره جنگل‌های هیرکانی

جدول ۱- مختصات جغرافیایی رویشگاه‌های مورد مطالعه

ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی (UTM)	طول جغرافیایی (UTM)	شهرستان	استان	علامت اختصاری	منطقه
۱۹۰۰-۲۲۰۰	۵۰۸۲۵۰	۴۰۲۰۴۲۳	چالوس	مازندران	DA	دلیر
۱۳۰۰	۵۹۸۶۲۴	۴۰۲۰۹۰۳	نور	مازندران	VZ	واز
۵۰	۵۹۶۴۱۲	۴۰۳۹۵۹۷	نور	مازندران	CH	چمستان
۲۵۰۰-۲۷۰۰	۶۹۹۵۲۵	۳۹۸۵۶۱۲	سواد کوه	مازندران	BA	بندین
۱۲۰۰-۱۳۵۰	۶۹۵۲۲۱۰	۴۰۰۰۳۱۲	ساری	مازندران	VB	ولیک بن
۱۱۰۰-۱۳۵۰	۳۸۰۴۰۶	۴۱۳۰۳۵۲	گالیکش	گلستان	LO	لوه

نتایج

صفات کمی روزنه برگ: نتایج آنالیز طرح

آشپانه‌ای، نشان داد بین جمعیت‌های مختلف از نظر صفات طول، عرض و مساحت روزنه تفاوت معنی‌داری وجود دارد. اثر جمعیت بر روی تراکم روزنه برگ معنی‌دار نیست (جدول ۲) و بیشترین میزان مساحت روزنه مربوط به جمعیت لوه (شرق جنگل‌های هیرکانی) و کمترین آن به جمعیت چمستان مربوط است (جدول ۳). بررسی همبستگی بین صفات روزنه با مشخصات

جغرافیایی رویشگاه نشان داد که با افزایش عرض جغرافیایی و کاهش طول جغرافیایی اندازه روزنه، به ویژه مساحت آن کاهش یافت (جدول ۴). تجزیه واریانس به مؤلفه‌های آن حاکی از سهم بالای «درخت» (۶۵ درصد) و بسیار ناچیز «جمعیت» (۰/۴۷ درصد) در ایجاد تفاوت بین پایه‌ها از نظر صفت تراکم روزنه است؛ طوری که برای مساحت روزنه ۴۱/۷ درصد واریانس مربوط به سهم جمعیت و ۲۸ درصد واریانس مربوط به درخت مشاهده شد (جدول ۵).

جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مطالعه شده در قالب طرح آشپانه‌ای (میانگین مربعات)

خطا	درخت	جمعیت	
۴/۳۹	۸۶/۴۷*	۸۲۱/۷*	قطر بزرگ روزنه
۲/۴۳	۳۹/۹۳*	۹۶۷/۱*	قطر کوچک روزنه
۳۰۰۴	۶۰۰۸۸*	۱۳۶۷۴۹۵*	مساحت روزنه
۰/۰۰۲۸	۰/۰۴۳*	۰/۲۳ ^{ns}	تراکم روزنه

* در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات روزنه جمعیت‌های مطالعه شده

دلیر چالوس	واز نور	چمستان	بند بن سواد کوه	ولیک بن ساری	لوه گالیکش	
۲۹/۱±۰/۴ ^{ab}	۲۷/۹۲±۱/۱ ^{ab}	۲۶/۱۳±۰/۷ ^b	۲۸/۷±۰/۶۲ ^{ab}	۲۸/۳±۱/۰۳ ^{ab}	۳۰/۴±۰/۵۳ ^a	قطر بزرگ روزنه (میکرون)
۲۰/۲۷±۰/۴۴ ^{ab}	۱۹/۲۷±۱/۰۲ ^{ab}	۱۸/۳±۰/۳۳ ^b	۲۰/۲۵±۰/۴۴ ^{ab}	۱۸/۹±۰/۳۸ ^{ab}	۲۲/۶۱±۰/۲۹ ^a	قطر کوچک روزنه (میکرون)
۴۶۱±۱۴ ^b	۴۳۴±۳۰ ^b	۳۷۷±۱۱/۹ ^c	۴۵۱±۱۳/۸ ^b	۴۲۵±۱۷ ^b	۵۴۹±۱۴/۴ ^a	مساحت روزنه (میکرومتر مربع)
۰/۳۸±۰/۰۲ ^a	۰/۲۸±۰/۰۲ ^a	۰/۳۷±۰/۰۲ ^a	۰/۲۶±۰/۰۲ ^a	۰/۳۱±۰/۰۴ ^a	۰/۳۲±۰/۰۲ ^a	تراکم روزنه (تعداد در میکرومتر مربع)

حروف متفاوت نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار بین میانگین داده‌هاست.

جدول ۴- همبستگی (r) بین صفات روزنه با مشخصات جغرافیایی رویشگاه

تراکم روزنه	مساحت روزنه	قطر کوچک روزنه	قطر بزرگ روزنه	
-۰/۴۳	۰/۳۹	۰/۳۸	۰/۵۲	ارتفاع از سطح دریا
۰/۲۸	۰/۶۶	۰/۶۸	۰/۴۸	طول جغرافیایی
-۰/۴۳	-۰/۷۲	-۰/۷۲	-۰/۶۱	عرض جغرافیایی

جدول ۵- تجزیه واریانس به مؤلفه‌های آن و تعیین سهم هر مؤلفه در ایجاد واریانس برای صفات مطالعه شده

تراکم روزنه	مساحت روزنه	قطر کوچک روزنه	قطر بزرگ روزنه	
۰/۴۷	۴۱/۷	۴۳	۱۴/۶	جمعیت
۶۵/۵	۲۸	۲۱/۴	۳۹/۸	درخت
۳۳/۹	۳۰/۱	۳۵/۵	۴۵/۴	خطا

بقیه کوچکتر است. این تیپ روزنه تنها در برگ درختان رویشگاه بندین مشاهده شد.

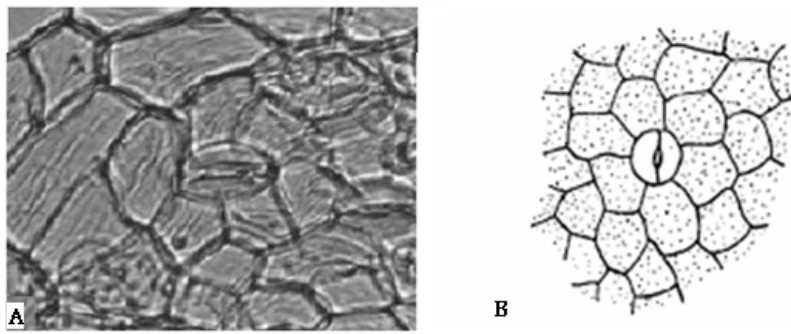
در تیپ پاراسیتیک (شکل ۴)، روزنه توسط دو سلول همراه محصور است که محور طولی آن موازی با طول روزنه است. این تیپ روزنه در برگ رویشگاه‌های دلیر، واز، چمستان، بندین و ولیک بن مشاهده گردید.

در تیپ آنموسیتیک با دیواره سلول‌های همراه مواج (شکل ۵) که بر اساس روش Vesque (۱۸۸۹) به تیپ Caryophyllaceous نیز معروف است، دیواره سلول‌های همراه آن مواج است. این تیپ روزنه در برگ رویشگاه‌های چمستان، واز و ولیک بن (رویشگاه‌های میان‌بند) مشاهده شد.

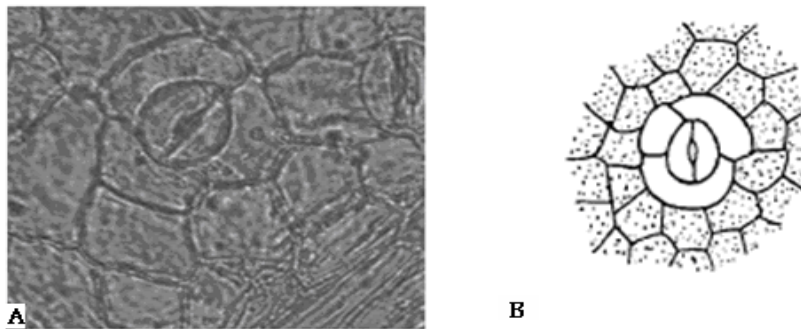
تیپ روزنه: نتایج نشان داد که در جمعیت‌های مورد مطالعه، روزنه تنها در سطح پشتی برگ وجود دارد و سطح رویی آن بدون روزنه است. همچنین، چهار تیپ مختلف روزنه شامل: آنموسیتیک، آنیزوسیتیک، پاراسیتیک و آنموسیتیک با دیواره سلول‌های همراه مواج، شناسایی شدند (شکل‌های ۲ تا ۶).

در تیپ آنموسیتیک (شکل ۲)، روزنه توسط تعداد زیادی از سلول‌های همراه محصور است، که عموماً با سلول‌های اپیدرم تفاوتی را نشان نمی‌دهند. این تیپ روزنه در برگ تمامی رویشگاه‌های مورد مطالعه مشاهده گردید.

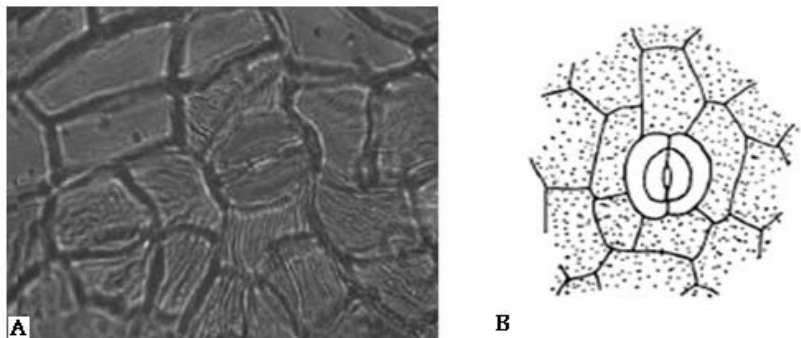
در تیپ آنیزوسیتیک (شکل ۳)، روزنه توسط سه سلول همراه محصور است که یکی از این سلول‌ها از



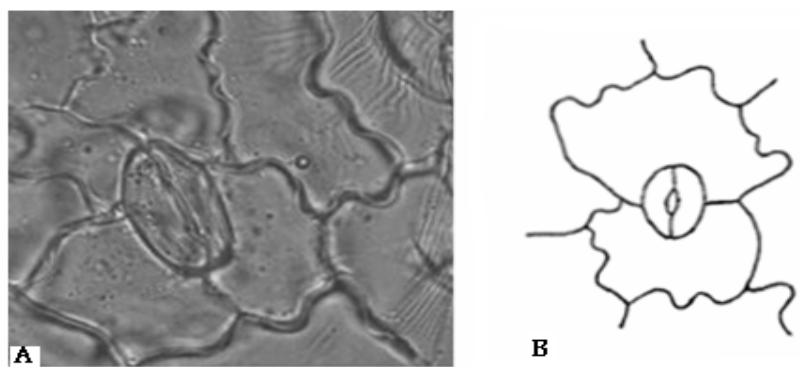
شکل ۲- تیپ آنموسیتیک روزنه (A: عکس برداری با میکروسکوپ نوری، B: شکل شماتیک)



شکل ۳- تیپ آنیزوسیتیک روزنه (A: عکس برداری با میکروسکوپ نوری، B: شکل شماتیک)



شکل ۴- تیپ پاراسیتیک روزنه (A: عکس برداری با میکروسکوپ نوری، B: شکل شماتیک)

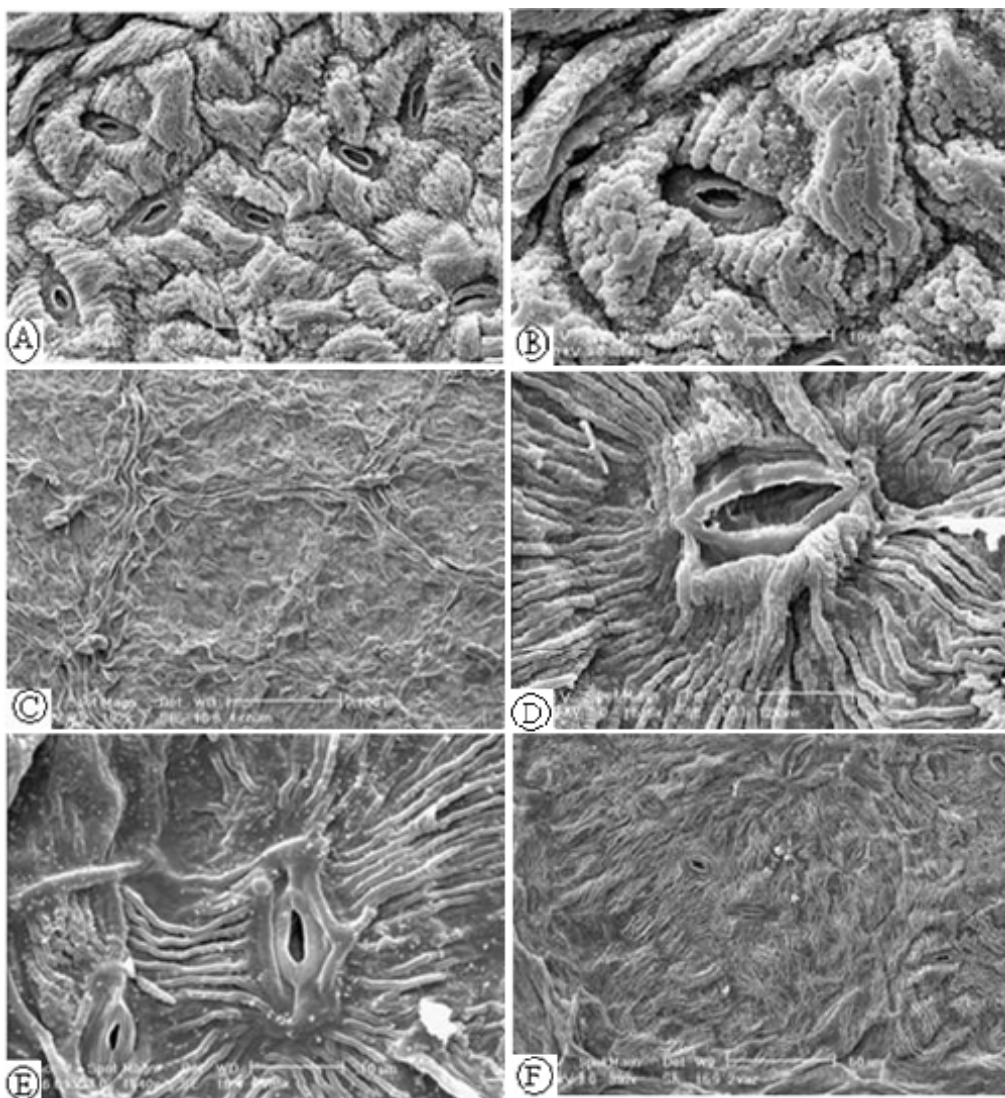


شکل ۵- روزنه با دیواره موج (A: عکس برداری با میکروسکوپ نوری، B: شکل شماتیک)

(ارتفاع ۱۱۰۰ متر) است و تیپ سوم روزنه هم‌سطح با سلول‌های اپیدرمی، که مربوط به رویشگاه‌های میانی جنگل‌های شمال کشور شامل: رویشگاه‌های ولیک بن، واز، چمستان (ارتفاع ۱۲۰۰ متر) است. شایان ذکر است که توسعه عمقی روزنه و قرارگیری آن در زیر توده‌ای از سلول‌های اپیدرمی مومی شکل مربوط به درختان واقع در منطقه دلیر بوده است (شکل ۶-A و B).

موقعیت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های

اپیدرم: بر اساس نتایج عکس‌برداری با میکروسکوپ الکترونی، موقعیت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم، بسته به شرایط اقلیمی رویشگاه در سه تیپ متفاوت شناسایی گردید (شکل ۶): تیپ اول: روزنه پایین‌تر از سطح اپیدرم، که مربوط به رویشگاه‌های دلیر و ارتفاعات فوقانی منطقه هیرکانی (ارتفاع بالاتر از ۲۰۰۰ متر) است. تیپ دوم: روزنه حالت برجسته و بالاتر از سلول‌های اپیدرم، که مربوط به رویشگاه لوه



شکل ۶- موقعیت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم سطح برگ، عکس‌برداری شده با میکروسکوپ الکترونی (A و B: روزنه پایین‌تر از سلول‌های همراه، C و D: روزنه بالاتر از سلول‌های همراه، E و F: روزنه هم‌سطح سلول‌های همراه)

منطقه دلیر را از سایر رویشگاه‌ها به وضوح تفکیک نموده است (شکل ۷). علت اصلی این تمایز، شیوه متفاوت قرارگیری روزنه نسبت به سلول‌های همراه و مساحت روزنه در دو رویشگاه لوه (شکل ۶- A و B) و دلیر (شکل ۶- C و D) نسبت به سایر رویشگاه‌های تحت مطالعه در این تحقیق است (جدول ۶).

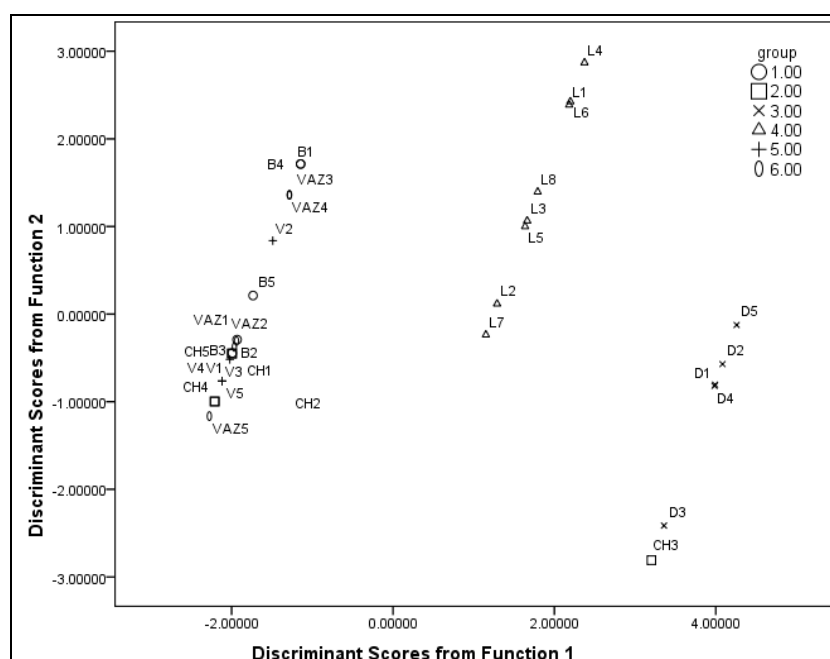
محاسبه عدم تشابه بین جمعیت‌های مورد بررسی نیز حاکی از وجود بیشترین فاصله بین جمعیت لوه با سایر جمعیت‌های تحت بررسی در این تحقیق است (جدول ۷).

برای بررسی میزان مطابقت صفات روزنه بر اساس شرایط رویشگاه از آنالیز تشخیص استفاده شد. نتایج نشان داد که دو تابع اول حاصل از آنالیز تشخیص، ۱۰۰ درصد واریانس را توجیه نموده‌اند. موقعیت قرارگیری روزنه و مساحت روزنه بیشترین همبستگی را به ترتیب با تابع اول و دوم نشان داده‌اند (جدول ۶). میزان مطابقت آنالیز تشخیص با گروه‌بندی درختان بر اساس جمعیت‌ها حدود ۶۱ درصد بوده است. پخش پایه‌های درختی در فضای دو تابع اول که ۱۰۰ درصد تغییرات را توجیه می‌کند، درختان رویشگاه لوه و تا حدودی

جدول ۶- همبستگی بین صفات مورد مطالعه با توابع اول و دوم حاصل از آنالیز تشخیص

تابع اول	تابع دوم	
۰/۹۳*	-۰/۳۴	موقعیت قرارگیری روزنه
۰/۳۷*	-۰/۱۹	تراکم روزنه
۰/۲۲	۰/۹۷*	مساحت روزنه
۰/۰۴	۰/۸۳*	قطر بزرگ روزنه
۰/۲۹	۰/۶۹*	قطر کوچک روزنه

*: در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.



شکل ۷- پخش پایه‌های درختی در فضای محورهای تابع تشخیص (L: لوه، D: دلیر، Vaz: واز، CH: چمستان، B: بندبن، V: ولیک بن)

جدول ۷- میزان عدم تشابه بین جمعیت‌های مورد مطالعه در این تحقیق

بندبن	چمستان	دلیر	لوه	ولیک بن	واز
۰	۰	۰	۰	۰	۰
۲/۸۸	۵/۵	۵/۳۴	۱۰/۰۸	۲/۲۲	۰
۱/۷۳	۱۶/۰۲	۱/۷۹	۶/۶۷	۰	۰
۵/۳۷	۳/۸۶	۲/۲۸	۰	۰	۰
۲/۵۹	۲/۵۹	۰	۰	۰	۰
۰/۲۴	۰	۰	۰	۰	۰

بحث

در پژوهش حاضر، چهار نوع روزنه برای *Tilia spp.* گزارش شد که از جمله این‌ها، تیپ پاراسیتیک است که به عنوان ابتدایی‌ترین نوع روزنه برای گیاهان گل‌دار، به ویژه دو لپه‌ای‌ها گزارش شد (Baranova, 1972, 1992). همچنین، Carr و Carr (۱۹۹۰)، Oladele و Obiremi (۲۰۰۱) و Oyeleke و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند که تعداد بیشتر سلول‌های همراه اطراف روزنه، سرعت باز شدن روزنه‌ها را افزایش می‌دهد. در این ارتباط، گیاهان با تعداد سلول‌های بیشتر (مانند تیپ تتراسیکلیک و آنموسیتیک) نقش بیشتری را در کاهش گازهای گلخانه‌ای به ویژه دی‌اکسید کربن ایفا می‌کنند. لذا پژوهشگران توصیه نمودند به علت وجود تغییرات اقلیمی در قرن حاضر، در برنامه‌های جنگل‌کاری با گونه‌های درختی، از گونه‌هایی که دارای تعداد سلول‌های همراه بیشتر (subsidiary cells) اطراف روزنه هستند، بیشتر استفاده شود (Oyeleke et al., 2004).

Oladele و Obiremi (۲۰۰۱) و Oyeleke و همکاران (۲۰۰۴) به ترتیب روی گونه‌های جنس *Citrus* و برخی از گونه‌های جنگل‌کاری شده، ارتباط

بین نوع روزنه و میزان تعرق را تأیید نمودند. در هر دو مطالعه، گونه‌های با تعداد سلول‌های همراه بیشتر اطراف روزنه، دارای تعرق بیشتری در مقایسه با گونه‌های با تعداد سلول‌های همراه کمتر، بودند. همچنین، از دیگر مکانیسم‌هایی که گونه‌های گیاهی در ارتباط با شرایط رطوبتی رویشگاه کسب می‌کنند، قرار گرفتن روزنه در سطح بالاتر از سلول‌های اپیدرم است (Cutler, 1982). چنین مکانیسمی برای بسیاری از جنس‌های گیاهی، از جمله *Agave L.* (Blunden and Jewers, 1973) و *Dracaena L.* (Klimko and Wiland-Szymańska, 2008) نیز گزارش گردید.

در این تحقیق، رویشگاه لوه به دلیل قرار گرفتن در شرقی‌ترین حد پراکنش جنگل‌های هیرکانی، دارای بارندگی و رطوبت کمتری در مقایسه با سایر رویشگاه‌های مورد بررسی است. بنابراین، وجود سلول‌های همراه بیشتر اطراف روزنه برگ و قرار گرفتن آن در بالاتر از سطح سلول‌های اپیدرم را می‌توان به شرایط خشکی این رویشگاه مرتبط دانست. از دیگر جمعیت‌هایی که دارای روزنه‌ای متفاوت با سایر جمعیت‌ها بوده است، جمعیت دلیر است. روزنه در برگ درختان این جمعیت پایین‌تر از سطح سلول‌های

تیپ روزنه در یک گونه با تغییر شرایط رویشگاهی تغییر نماید، بسیار مشکل است، چرا که دارای ارزش سیستماتیک بوده (Haron and Moore, 1996)، می‌توانند در جداسازی گونه‌های گیاهی یک جنس استفاده شوند (Baranova, 1992). در واقع، تیپ روزنه در برگ بالغ، نه تنها می‌تواند به عنوان یک صفت تشخیصی مد نظر قرار گیرد، بلکه در بسیاری موارد می‌تواند به عنوان شاخصی برای قرابت تاکسونومیک گونه‌های گیاهی نیز استفاده شود (Van Cotthem, 1970).

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج، چهار تیپ متفاوت روزنه برای جنس *Tilia* L. در شمال ایران شناسایی شد که دو تیپ آنیزوسیتیک و پاراسیتیک تیپ غالب روزنه برای برگ *Tilia* spp. در جنگل‌های هیرکانی هستند. تیپ روزنه با دیواره مواج نیز برای درختان واقع در رویشگاه‌های میان‌بند مشاهده شد. در ارتباط با موقعیت قرار گرفتن روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم، این تحقیق نشان داد که در رویشگاه‌های واقع در شرق جنگل‌های هیرکانی (جمعیت لوه) روزنه بالاتر از سطح سلول‌های اپیدرم است، در حالی که در رویشگاه‌های واقع در ارتفاعات میانی روزنه هم‌سطح سلول‌های اپیدرم و در رویشگاه‌های بالابند (مانند رویشگاه دلیر) روزنه پایین‌تر از سطح سلول‌های اپیدرم قرار گرفته است. همچنین، با توجه به اینکه تیپ روزنه دارای ارزش سیستماتیک است (Prabhaker, 2004)، امکان مشاهده تنوع جمعیتی تیپ روزنه برای یک گونه بسیار کم است. با

اپیدرم و احاطه شده با انبوهی از لایه کوتیکولی است. لایه کوتیکولی برگ در گیاهان خشک‌زی، سد اصلی گیاهان در مقابله با هدر رفت آب، حشرات و بیماری‌های قارچی و اولین لایه محافظتی در مقابل تشعشعات مضر خورشید است و خواص فیزیکی و شیمیایی آن که تحت تأثیر شرایط اقلیمی رویشگاه بوده، پاسخ گیاه را در مقابل تنش‌های محیطی تنظیم می‌کند (Dodd and Poveda, 2003).

رویشگاه دلیر واقع در ارتفاعات بالابند جنگل‌های هیرکانی دارای یک خرد اقلیم منحصر به فرد است، به طوری که در گستره اندکی، تنوع بالایی از گونه‌های درختی جنگل‌های شمال کشور در آن قابل مشاهده است، اما (به استثنای یک توده بسیار کوچک) همانند رویشگاه لوه فاقد گونه راش (*Fagus orientalis* Lipsky) به عنوان گونه شاخص مناطق مرطوب میان‌بند و بالابند جنگل‌های هیرکانی است. به نظر می‌رسد پایین بودن سطح روزنه نسبت به سلول‌های اپیدرم و محصور شدن آن توسط یک لایه کوتیکولی ضخیم، مکانیسمی برای سازگاری آن با اقلیم نیمه خشک (با زمستان‌های سرد و تابستان‌های نسبتاً خشک) و کیفیت متفاوت تابش خورشید در این رویشگاه جهت کاهش میزان تبخیر و تعرق شده است (Bosabalidis and Kofidis, 2002; Holmes and Keiller, 2002). هر چند وجود تنوع ریختی روزنه در گونه‌های با پراکنش وسیع از جمله نمدار که از ارتفاعات میان‌بند تا ارتفاعات فوقانی در جنگل‌های شمال ایران به چشم می‌خورند، قابل انتظار است (Jones and Wilkins, 1971)، لیکن پذیرفتن اینکه

سپاسگزاری

از آقای مهندس محمدرضا اکبریان و آقای مهندس جواد میرزایی که در شناسایی رویشگاه‌های مورد مطالعه و جمع‌آوری نمونه‌ها همکاری داشته‌اند، تشکر و قدردانی می‌شود.

توجه به مشاهده تیپ‌های مختلف روزنه برای *Tilia* spp. رویشگاه‌های مختلف، فرضیه احتمال حضور گونه‌های مختلف از این جنس در شمال ایران تقویت می‌گردد.

منابع

- Baranova, A. M. (1972) Systematic anatomy of the leaf epidermis in the Magnoliaceae and some related genera. *Taxon* 21: 447-469.
- 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.
- Bosabalidis, A. M. and Kofidis, G. (2002) Comparative effects of drought stress on leaf anatomy of two olive cultivars. *Plant Science* 163: 375-379.
- Browics, K. (1978) Chorology of trees and shrubs in southwest Asia. Institute of Denderology, Polish Academy of Science, Warsaw.
- Carr, S. G. and Carr, D. J. (1990) Cuticular features of the central Australian bloodwoods *Eucalyptus* section *Corymbosae* (Myrtaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 102: 123-156.
- Chenqqi, A., Chuangxing, Y. and Hongda, Z. (2007) A systematic investigation of leaf epidermis in *Camellia* using light Microscopy. *Biologia* 62: 157-162.
- 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.) 425-444. Linnean Society Symposium Series 10. London.
- Dodd, R. S. and Poveda, M. M. (2003) Environmental gradients and population divergence contribute to variation in cuticular wax composition in *Juniperus communis*. *Biochemical Systematics and Ecology* 31: 1257-1270
- Ghahreman, A. (1993) *Chromophytes of Iran (Plant systematics)*, Tehran University Press, Tehran.
- Haron, N. W. and Moore, D. M. (1996) The taxonomic significance of leaf micro morphology in the genus *Eugenia* L. (Myrtaceae). *Botanical Journal of the Linnean Society* 120: 265-277.
- Holmes, M. G. and Keiller, D. R. (2002) Effects of pubescence and waxes on the reflectance of leaves in the ultraviolet and photosynthetic wavebands: A comparison of a range of species. *Plant, Cell and Environment* 25:85-93.
- Jones, D. A. and Wilkins, D. A. (1971) *Variation and adaptation in plant species*. Heinemann, London.
- Klimko, M. and Wiland-Szymańska, J. (2008) Scanning electron microscopic studies of leaf surface in taxa of genus *Dracaena* L. (Dracaenaceae). *Botanica Steciana* 12: 1-22.
- Körner, C. H., Bannister, P. and Mark, A. F. (1986) Altitudinal variation in stomatal conductance, nitrogen content and leaf anatomy in different plant life forms in New Zealand. *Oecologia* 69: 557-588
- Lubbinge, J. (1971) 'n Studie van die anatomies bou van twee stingels en vier bloei-asse van die genus. *Aloe* 9: 13-28.

- Maleev, V. P. (1949) *Tilia*. In: Flora of the U.S.S.R (eds. Komarov, V. L. Schischkin, B. K. and Bobrov, E.G.). Academy of Sciences, Moscow and Leningrad.
- Metcalfe, C. R. (1988) The leaf: general topography and ontogeny of the tissues. In: Anatomy of the dicotyledons: systematic anatomy of leaf and stem with a brief history of the subject. (eds. Metcalfe, C. R. and Chalk, L.) Oxford, Clarendon.
- Metcalfe, C. R. and Chalk, L. (1988) Anatomy of Dicotyledons. 2nd Ed Oxford University Press, Oxford.
- Miles, L. M., Jeanne, A. M. and Robert, D. W. (1995) Provenance and progeny variation in growth and frost tolerance of *Casuarina Cunninghamiana* in California, USA. Forest Ecology and Management 79:161-171.
- Obiremi, E. O. and Oladele, F. A. (2001) Water-conserving stomatal systems in selected Citrus species. South African Journal of Botany 67: 258-260.
- 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.
- Pigott, C. D. and Francis, B. (1999) The taxonomic status of *Tilia dasystyla* in Crimea, Ukraine. Edinburgh Journal of Botany 56: 161-173.
- Plotnik, A. (2000) The urban tree book an uncommon field guide for city and town. Three Rivers Press, New York.
- Prabhaker, M. (2004) Structure, delimitation, nomenclature and classification of stomata. Acta Botanica Sinica 46: 242-252.
- Rehder, A. (1987) Manual of Cultivated Trees and Shrubs, Hardy in North America. 1st ed., Portland-Oregon, Dioscorides Press, USA.
- Sabeti, H. (1976) Forests, trees and shrubs of Iran. Research Institute of Forests and Rangelands Publishers Tehran.
- Smith, G. F. and Van Wyk, A. E. (1992) Systematic leaf anatomy of selected genera of southern African Alooideae (Asphodelaceae). South African Journal of Botany 58: 349- 357.
- Stace, C. (1980) Plant taxonomy and biosystematics. Edward Arnold Publisher Ltd., London.
- Stresburger, E. (1866) Ein Beitrag zur entwicklungsgeschichte der spaltoffnungen. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik 5: 297-342.
- Uzunova, K. R. (1999) A comparative study of leaf epidermis in European Corylaceae. Feddes Repertorium 110: 209 -218.
- Van Cotthem, W. R. J. (1970) A classification of stomatal types. Botanical Journal of the Linnean Society 63: 235 -246.
- Vesque, I. (1889) De l'emploi des caractères anatomiques dans la classification des végétaux. Bulletin de la Société Botanique de France 36: 41-77.
- Watson, L. (1962) Taxonomic significance of stomatal distribution and morphology in *Epacridaceae*. New Phytologist 61: 36-40.

Recognition of different stomata types of *Tilia* spp. in hyrcanian forests

Hamed Yosefzadeh, Abasalt Hosseinzadeh Colagar ^{1*}, Masoud Tabari ², Ali Sattarian ³
and Mostafa Assadi ⁴

¹ Department of Biology, Faculty of Science, University of Mazandaran, Babolsar

² Department of Forestry, Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, Tarbiat Modares University, Noor

³ Department of Forestry, Agriculture and Natural Resources of Gonbad University

⁴ Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Tehran

Abstract

This research was done to recognize different stomata types and to determine its position in comparison with epidermal cells in the genus *Tilia*. The results showed that the length, width and area of stomata had significant differences in the studied populations, while the density of stomata did not show any significant difference. The maximum and minimum stomata area were related to Loveh (the east of Hyrcanian forest) and Chamestan populations, respectively. Correlation analysis showed positive correlation between longitude and size of stomata, specially stomata area, and also negative correlation between latitude and size of stomata. Discriminate analysis indicated 60 percent correspondence between stomata characters and ecological condition of populations. Four stomata types of stomata including; Anisocytic, Parasitic, Anemositic and Anemositic with undulate wall identified for the Genus *Tilia* in hyrcanian forest. Also, regarding position of stomata in comparison with epidermal cells. Three types of stomata were recognized. Type1, stomata located in lower than epidermal cell, found in high altitude populations (>2000m a.s.l). Type2, stomata located in upper than epidermal cell, found in eastern populations of hyrcanian forest (Loveh populations). Type3, stomata located as level as the epidermal cell, observed in middle altitude populations (including Valikbon, Vaz and Chamestan).

Key words: Genetic variations, Leaf morphology, Stomata index, *Tilia*