مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد نوزدهم، شماره اول، ۱۳۹۱
http://jwsc.gau.ac.ir

ارزیابی صفات مورفولوژیک برگ در بررسی تنوع ژنتیکی *Zelkova carpinifolia* (Pallas) C.Koch در شمال ایران

فریبا بابایی[۱]، *سیدغلامعلی جلالی[۲] و داود آزادفر[۳]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، [۲]دانشیار گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نور، [۳]استادیار گروه جنگلشناسی و اکولوژی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۱۵ ؛ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۱/۱۰

چکیده

برای معرفی صفات مورفولوژیکی مؤثر در بررسی تنوع ژنتیکی گونه آزاد، ۳ رویشگاه طبیعی از این گونه در ۳ استان شمالی کشور (استان گیلان، مازندران و گلستان) مورد بررسی قرار گرفت. از هر رویشگاه ۱۰ پایه درختی انتخاب و ۵ برگ از هر درخت به‌صورت تصادفی برای مطالعات مورفولوژیک بررسی شد. از ۱۶ صفت مورد بررسی، صفات تعداد دندانه اصلی، طول و عرض برگ در ایجاد واریانس و گروه‌بندی پایه‌ها بیش‌ترین نقش را داشته و کم‌ترین میزان پلاستیسیتی را به خود اختصاص دادند. همچنین نتایج آنالیز طرح آشیانه‌ای نشان داد که واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت درخت دارای مقدار بیش‌تری در مقایسه با واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت جمعیت‌ها می‌باشد. بنابراین این صفات کم‌تر تحت‌تأثیر محیط بوده و در بررسی تنوع کارا هستند و به‌عنوان صفات پیشنهادی در بررسی تنوع ژنتیکی این گونه معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: *Zelkova carpinifolia*، صفات مورفولوژیکی، پلاستیسیتی

* مسئول مکاتبه: gholamalij@yahoo.com

مقدمه

بررسی تنوع ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای بیوشیمیایی (آنزیم و پروتئین‌های ذخیره‌ای) و مولکولی (DNA) مانند SSR[1] و RFLP[2] (بانیو و همکاران، ۲۰۱۰؛ اندروکینگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ معقولی و همکاران، ۲۰۰۵) RAPD[3] و AFLP[4] (کپریو و راس، ۲۰۰۹؛ ووس و همکاران، ۱۹۹۵) معمول است. صفات مورفولوژیکی نیز یکی از نشانگرهای ژنتیکی هستند که طبقه‌بندی اولیه گیاهان براساس آن‌ها صورت گرفته است (اسپهبدی و همکاران، ۲۰۰۵) و شامل دسته وسیعی از ژن‌های کنترل‌کننده صفات فنوتیپی می‌باشند. البته اساس ژنتیک بسیاری از آن‌ها هنوز مشخص نشده است (نقوی و همکاران، ۲۰۰۵). این صفات به‌عنوان یک نشانگر، تحت‌تأثیر شرایط محیطی متفاوت دارای تغییرات فنوتیپی یا ژنوتیپی در درون یک گونه هستند که ممکن است ناشی از عوامل خاکی، اقلیمی و یا عوامل زنده باشد (جونز و ویلکینز، ۱۹۷۱). اما کاربرد ساده و کم‌هزینه این صفات برای ارایه کلید شناسایی در طبقه‌بندی گونه‌ای (خاتم‌ساز، ۱۹۹۰)، جایگاه خاصی به این صفات داده است. بنابراین شناسایی صفاتی که بیش‌ترین نقش را در گروه‌بندی گونه‌ها ایفا می‌کنند و تأثیرپذیری کم‌تری از محیط دارند، در استفاده از آن‌ها به‌عنوان نشانگر ژنتیکی اهمیت ویژه‌ای دارد.

در بررسی صفات مورفولوژیک درختان، برگ‌ها از مهم‌ترین اندام‌ها به‌شمار می‌روند (وانگ و همکاران، ۲۰۰۱). در مطالعات تنوع بین درختان نیز به مورفولوژی برگ اهمیت بسیاری داده شده است (بروچی و همکاران، ۲۰۰۳؛ مک‌دونالد و همکاران، ۲۰۰۳؛ پاسردی و همکاران، ۲۰۰۷؛ یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸؛ کفاش و همکاران، ۲۰۰۸؛ زرافشار و همکاران، ۲۰۰۹). برای بررسی تنوع ژنتیکی صنوبرها نیز این روش مورد استفاده بوده است (بارنز، ۱۹۷۵؛ اسدی، ۲۰۰٤). هریس و همکاران (۲۰۰۳) از طریق صفات برگ، تنوع درون جمعیتی در گونه‌هایی از جنس ***Prosopis*** را در مرکز و جنوب آمریکا ارزیابی کرده‌اند. آن‌ها صفات برگ را حتی به تنهایی برای تفکیک گونه‌های جنس ***Prosopis*** کافی دانسته‌اند. فیپس و میونی‌یاما (۱۹۸۰) نیز در خصوص گونه‌های جنس ولیک (***Crataegus***) از مورفولوژی برگ برای گروه‌بندی ژنتیکی استفاده کرده‌اند. گونه آزاد با نام علمی ***Zelkova carpinifolia*** یکی از گونه‌های باارزش ژنتیکی، اقتصادی و دارویی (عماد، ۲۰۰۰) است که باقی‌مانده دوران سوم زمین‌شناسی بوده و از آن به‌عنوان فسیل زنده یاد می‌شود (کاواداز و کانر، ۲۰۰۵). پراکنش امروزی گونه آزاد در جنگل‌های شمال، از آستارا تا گلیداغی، به‌صورت توده‌ای و پراکنده می‌باشد (ثابتی، ۱۹۹۵؛

1- SSR: Short Sequence Repeat
2- RFLP: Registration Fragment Length Polymorphism
3- RAPD: Random Amplification of Polymorphic DNA
4- AFLP: Amplified Fragment Length Polymorphism

خاتم‌ساز، ۱۹۹۰) این درخت گونه‌ای ارزشمند در ترکیب و تنوع عناصر رویشی در جنگل‌های خزری می‌باشد که با توجه به روند سریع تخریب و نابودی جنگل‌ها، برداشت بی‌رویه و ابتلا به بیماری مرگ نارون، در معرض خطر نابودی قرار گرفته است (جلیلی و جمزاد، ۲۰۰۰) بنابراین باید تحولی اساسی در مدیریت جنگلداری کشور صورت گیرد و با اندیشه‌ای نو مبتنی بر اصول توسعه پایدار، برای حفاظت اصولی از غنای ژنتیک گیاهی، گام مؤثری برداشته شود.

بررسی صفات میکرو و ماکرومورفولوژی (وانگ و همکاران، ۲۰۰۱)، بررسی تنوع ژنتیکی با استفاده از نشانگرهای مولکولی (فانسکای و همکاران، ۲۰۰٤) از جمله مطالعات صورت گرفته روی این گونه است. هدف از این پژوهش بررسی برخی صفات مورفولوژیکی برگ در ۳ رویشگاه جلگه‌ای شمال ایران و معرفی مهم‌ترین صفات مورفولوژیکی برگ در بررسی تنوع ژنتیکی این گونه می‌باشد.

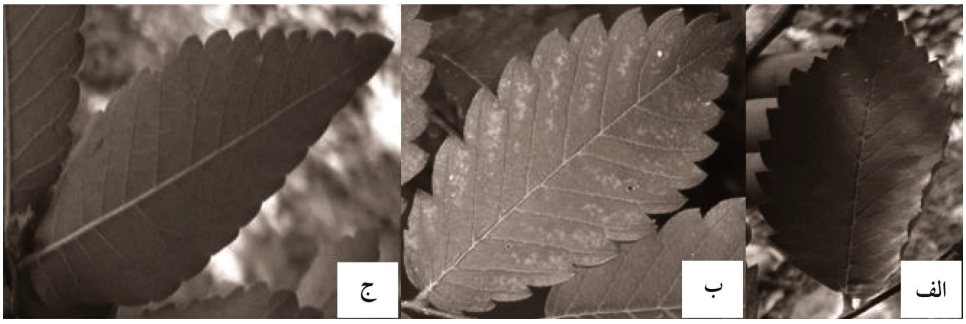
مواد و روش‌ها

ابتدا ۳ رویشگاه جلگه‌ای درخت آزاد در ۳ استان شمالی گیلان، مازندران و گلستان انتخاب شد (شکل ۱ و جدول ۱). از هر رویشگاه، ۱۰ پایه درختی صاف و سالم، بدون پوسیدگی و در یک محدوده قطری با رعایت فاصله ۱۰۰ متری از یکدیگر انتخاب شدند (یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸). در نیمه پایانی شهریور، از جهت جنوبی و ارتفاع یکسان از تاج هر درخت (بلو و جنسن، ۱۹۸۸) ۲۰ برگ از قسمت میانی شاخه‌ها برداشت گردید سپس برگ‌ها با یکدیگر ترکیب شده و از میان آن‌ها ۵ برگ به‌صورت تصادفی انتخاب شد و در مجموع ۵۰ برگ از هر رویشگاه برای مطالعات مورفولوژیک مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۲).

جدول ۱- ویژگی مناطق مورد مطالعه.

منطقه	رویشگاه	ارتفاع از سطح دریا (متر)	عرض جغرافیایی	طول جغرافیایی	میانگین دمای سالیانه (درجه سانتی‌گراد)	میانگین بارش سالیانه (میلی‌متر)
استان گیلان	روستای گمل (G)	۵۰	۳۷ درجه و ۸ دقیقه و ۳۳ ثانیه	۵۰ درجه و ۱ دقیقه و ٤۷ ثانیه	۱۷/٤	۱٤۳۰
استان مازندران	پارک جنگلی نور (N)	۰	۳٦ درجه و ۳٤ دقیقه و ۵۲ ثانیه	۵۲ درجه و ۲ دقیقه و ۵۳ ثانیه	۱۸/٤	۸۵۰
استان گلستان	پارک جنگلی دلند(D)	۲۰۰	۳۷ درجه و ۲ دقیقه و ٤۸ ثانیه	۵۵ درجه و ۵ دقیقه و ۲۵ ثانیه	۲۱/۸	۵۷۵

شکل ۱- موقعیت رویشگاه‌های مورد مطالعه روی نقشه.



شکل ۲- نمونه برگ از ۳ رویشگاه مورد بررسی: الف- رویشگاه گیلان، ب- رویشگاه مازندران و ج- رویشگاه گلستان.

در ادامه، ۱٦ صفت، طبق روش ایس و همکاران (۱۹۹٤)، بروچی و همکاران (۲۰۰۳) و اسپهبدی و همکاران (۲۰۰۵) مورد اندازه‌گیری قرار گرفت (جدول ۲).

میانگین صفات موردنظر با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver ۱۱/۵ برای هر کدام از متغیرها محاسبه شد. برای بررسی اثر جمعیت و درخت روی صفات مورد بررسی، از آنالیز طرح آشیانه‌ای[1] (نرم‌افزار مینی‌تب ۱٤[2]) استفاده شد. با استفاده از نرم‌افزار SPSS Ver ۱۱/۵ و روش چندمتغیره آماری، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA)[3] انجام گرفت. میزان تأثیرپذیری صفات از محیط (پلاستیسیتی) نیز با استفاده از روش (بروچی و همکاران، ۲۰۰۳) طبق فرمول زیر محاسبه شد.

1- Nested ANOVA
2- Minitab 4
3- Principal Component Analysis

$$Pl = 1 - \frac{x}{X} \quad (1)$$

که در آن، Pl= پلاستیسیتی پارامتر مورد بررسی، x= کم‌ترین مقدار پارامتر مورد بررسی و X= بیش‌ترین مقدار پارامتر مورد بررسی.

جدول ۲- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در مناطق مورد بررسی.

صفات	رویشگاه گیلان	پارک جنگلی نور	پارک جنگلی دلند
تعداد دندانه اصلی	۲۲±۰/۹۹^{a}	۲۲±۰/۳۵^{a}	۲۳/۲۲±۰/۸۱^{a}
حداکثر پهنای برگ	۲/۳۵±۰/۱۱^{b}	۲/٦۱±۰/۱۰^{b}	۳±۰/۱۲^{a}
طول دم‌برگ	۲/٤۲±۰/۲۵^{ab}	۱/۹۳±۰/۱۹^{b}	۳/۰۷±۰/۳۵^{a}
طول نسبی دم‌برگ	۰/٤۳±۰/۰٤^{b}	۰/۹۸±۰/۱۰^{a}	۰/٤۵±۰/۰۵^{b}
فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا رگبرگ اصلی	۱/۱۳±۰/۰۹^{b}	۱/۲۱±۰/۱۰^{b}	۱/۷۲±۰/۲۰^{a}
محیط برگ	۱٤/۱۲±۰/٦۹^{b}	۱٦/۸۲±۱/۳۹^{ab}	۱۸/۲٤±۰/۸۰^{a}
عرض برگ در۰/۹ طول	۰/۷۵±۰/۰۲^{b}	۰/۸۲±۰/۰٤^{b}	۰/۷٦±۰/۰٤^{a}
شکل قاعده برگ	۰/۵۷۸±۰/۰٤^{a}	۰/۵۱±۰/۰۳^{a}	۰/٦۳±۰/۰۵^{a}
طول برگ	۵/٦٦±۰/۲۷^{b}	۵/۳۱±۰/۳۱^{b}	٦/۸۱±۰/۲٤^{a}
شکل برگ	۲/۸٤±۰/۱٦^{a}	۲/۰۸±۰/۱٤^{a}	۲/۳۰±۰/۰۸^{a}
مساحت برگ	۱۱/۵۸±۱/۲۵^{b}	۱٦/٦۷±۲/۱٦^{a}	۱۹/۷۲±۱/٦۰^{a}
فاصله پهن ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	۲/۸٦±۰/۲۱^{a}	۳/۳٤±۰/٦٤^{a}	۲/٦۵±۰/۲۱^{a}
ضریب شکل برگ	۰/٦۸±۰/۰٤^{a}	۰/۷۳±۰/۰۳^{a}	۰/۷۱٤±۰/۰۲^{a}
عرض برگ در ۰/۱ طول برگ	۱/۳٤±۰/۰۹^{b}	۱/۳۸±۰/۰۷^{b}	۱/۸۸±۰/۱۰^{a}
شکل نوک برگ	۰/۳۲±۰/۰۱^{a}	۰/۳۰±۰/۰۱^{ab}	۰/۲٦۱±۰/۰۲^{b}
ضخامت برگ	۰/۱۹۲±۰/۰۱۱^{a}	۰/۱۳۵±۰/۰۰۵^{b}	۰/۱٦۱±۰/۰۰۵^{c}

نتایج

نتایج آنالیز واریانس نشان داد که از بین صفات مورد بررسی، صفات طول و عرض برگ، طول دم‌برگ، مساحت برگ، طول نسبی دم‌برگ، فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا رگبرگ اصلی، محیط برگ، عرض برگ در ۰/۱ و ۰/۹ طول برگ و ضخامت برگ در بین ۳ رویشگاه دارای اختلاف معنی‌دار هستند (جدول ۲).

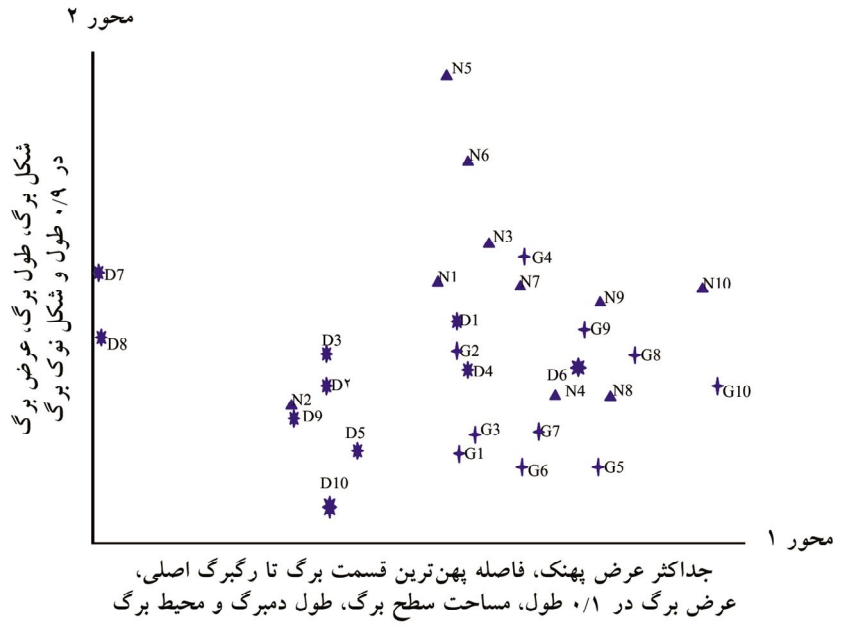
نتیجه تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (جدول ۳) نشان داد که صفات حداکثر عرض پهنک، فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا رگبرگ اصلی، عرض برگ در ۰/۱ طول، مساحت برگ، طول دم‌برگ، محیط برگ، طول برگ و تعداد دندانه اصلی در مؤلفه اول و شکل برگ، عرض برگ در ۰/۹ طول و شکل نوک برگ در مؤلفه دوم و طول نسبی دم‌برگ، ضخامت برگ و فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ در مؤلفه سوم مؤثر بوده‌اند که این مؤلفه‌ها ٦٢/٧ درصد از واریانس (٣٢/٦ درصد مؤلفه اول، ١٨/٤ مؤلفه دوم و ١١/٧ مؤلفه سوم) را به خود اختصاص می‌دهند.

جدول ۳- ریشه مخفی صفات در سه مؤلفه اول.

صفات	مؤلفه ۱	مؤلفه ۲	مؤلفه ۳
تعداد دندانه اصلی	۰/٥٦۰	-۰/۰۲۳	۰/٢٤٦
طول برگ	۰/٦٩١	-۰/٦٣٩	-۰/۰٦٨
حداکثر پهنای برگ	۰/٨٦٤	۰/٢٢٣	۰/١٣٤
شکل برگ	-۰/١١٧	-۰/٨۰٣	-۰/١٦٩
طول دم‌برگ	۰/٧٣٨	-۰/٢۰٣	-۰/١٨٥
مساحت برگ	۰/٧٥۰	-۰/٢٨٥	۰/٤٨٥
طول نسبی دم‌برگ	۰/۰٦١	۰/٤٢١	۰/٦٤٦
فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا رگبرگ قاعده برگ	-۰/۰٧١	۰/۰٦٢	۰/٥٦٨
فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا رگبرگ اصلی	۰/٨٨٧	۰/٢١٦	-۰/۰٧٥
ضریب شکل	۰/۰۰٣	۰/٤٤٣	۰/۰٧٩
محیط برگ	۰/٧١٦	-۰/٣٦٤	۰/٤٥٩
عرض برگ در ۰/۱ طول	۰/٨٤٩	۰/۰٨٢	-۰/٢٦٤
عرض برگ در ۰/۹ طول	۰/١١٥	۰/٦٧١	۰/٢٨٣
شکل قاعده برگ	۰/٦٧٧	۰/٣٢۰	-۰/٤٥٩
شکل نوک برگ	-۰/١۰۰	۰/٦٤٣	-۰/۰٤٨
ضخامت برگ	-۰/۰١٧	-۰/٢۰٣	-۰/٥٩٨

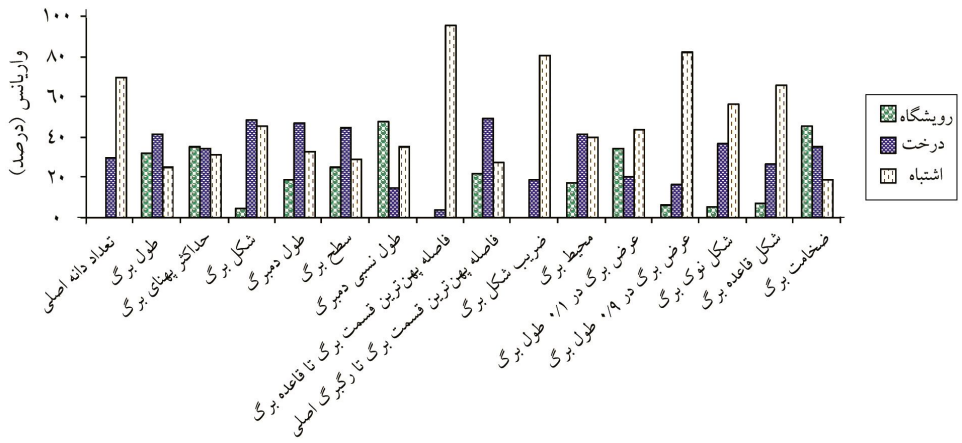
به‌منظور تمایز جوامع آزاد در مناطق مورد بررسی، رسته‌بندی با استفاده از مؤلفه‌های اصلی اول و دوم که بیش‌ترین واریانس را داشته‌اند، بر روی محور مختصات دوبعدی انجام شد که پایه‌های ۷ و ۸

دلند، پایه‌های ٦ و ٥ پارک جنگلی نور، پایه‌های ١٠ نور و ١٠ گیلان و پایه‌های ٢، ٣، ٥، ٩ و ١٠ دلند و ٢ نور نیز از سایر گروه‌ها به‌صورت مجزا قابل شناسایی هستند (شکل ٣). آنالیز تشخیص، صحت این گروه‌بندی را با دقت ٩٧/٣ درصد تأیید کرد.



شکل ٣- نمودار پراکنش پایه‌های درختی در ٣ رویشگاه مورد بررسی در فضای محور مختصات براساس دو مؤلفه اول به‌دست آمده از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی.

نتایج به‌دست آمده از درصد واریانس اختصاص‌یافته به هر یک از مؤلفه‌های جمعیت، درخت و خطا در آنالیز طرح آشیانه‌ای، برای هر صفت بیانگر آن است که برای تمامی صفات (به‌جز طول نسبی دمبرگ، عرض برگ در ٠/١ طول و ضخامت برگ) واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت درخت دارای مقدار بیش‌تری در مقایسه با واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت بین جمعیت‌ها بوده است. همچنین برای صفات تعداد دندانه اصلی، فاصله پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ، ضریب شکل برگ، عرض برگ در ٠/١ طول آن و شکل قاعده برگ، بیش از ٦٠ درصد واریانس ایجاد شده ناشی از خطا می‌باشد (شکل ٤).



شکل ٤- سهم هر یک از اجزای واریانس طرح آشیانه‌ای (جمعیت، درخت و خطا) برای صفات کمی مورد مطالعه (درصد).

نتایج به‌دست آمده از محاسبه پلاستیسیتی نشان داد که از بین صفات مورد مطالعه در ۳ رویشگاه، صفات تعداد دندانه اصلی، طول برگ، حداکثر پهنای برگ، عرض برگ در ۰/۹ طول برگ و ضخامت برگ کم‌ترین میزان پلاستیسیتی را در ۳ رویشگاه به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۵).

شکل ٥- پلاستیسیتی صفات مورفولوژیک برگ درختان در مناطق مورد بررسی.

بحث

تاکنون پژوهش‌گران متعددی بر روی گونه‌های مختلف، بررسی‌های اولیه تنوع ژنتیکی را با استفاده از صفات مورفولوژیک برگ انجام داده‌اند (مک‌دونالد و همکاران، ۲۰۰۳؛ پاسردی و همکاران، ۲۰۰۷) در این پژوهش نیز مشخصات مورفولوژیک برگ‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج آنالیز واریانس، هر سه جمعیت مورد بررسی را در ضخامت برگ دارای تفاوت معنی‌دار نشان داد به‌طوری‌که رویشگاه گیلان بیش‌ترین ضخامت برگ و رویشگاه دلند کم‌ترین ضخامت برگ را دارا می‌باشد. این امر می‌تواند با توجه به میانگین دمای سالیانه بالاتر در رویشگاه جنگلی دلند (جدول ۱)، که باعث ذخیره مقدار بیش‌تر آب در بافت برگ‌ها و در نتیجه ذخیره کم‌تر ماده خشک در آن‌ها می‌شود، توجیه گردد. در بررسی که توسط بروچی و همکاران (۲۰۰۳) بر روی گونه بلوط انجام گرفت نیز نتایج مشابهی به‌دست آمده است. شکل برگ در رویشگاه دلند دوکی‌شکل بوده و کشیده‌تراز ۲ رویشگاه دیگر است و بیش‌ترین طول و عرض برگ مربوط به این رویشگاه می‌باشد اما در رویشگاه نور تمایل برگ‌ها به‌سمت گرد و بادبزنی است که بیش‌ترین طول نسبی دم‌برگ نیز دلیلی بر این ادعا است. تنوع در شکل برگ‌ها می‌تواند ناشی از عوامل محیطی باشد که به‌دلیل حضور جمعیت‌های مورد بررسی در شرایط اکولوژیکی متفاوت از نظر آب و هوایی و ادافیکی، قابل توجیه است. نتایج پژوهش‌های مشابه بر روی گونه‌های *Populus termoloides* (بارنز، ۱۹۷۵)، *Quercus petraea* (بروچی و همکاران، ۲۰۰۳)، بارانک (اسپهبدی و همکاران، ۲۰۰۵)، *Parottia persica* (یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸) و *Celtis australis* (زرافشار و همکاران، ۲۰۰۹) در شرایط جغرافیایی متفاوت نیز، تنوع در شکل برگ‌ها را ناشی از شیب اکولوژیکی موجود بین مناطق مورد بررسی نشان می‌دهد.

از میان صفات مورفولوژیکی، صفات طول برگ، حداکثر پهنای برگ، طول دم‌برگ، محیط برگ، عرض برگ در ۰/۱ طول آن و مساحت برگ بیش‌ترین نقش را در گروه‌بندی ایفا کرده و در تبیین مؤلفه‌های اصلی و ایجاد واریانس (جدول ۳) نیز بیش‌ترین نقش را داشته‌اند و برای تمامی صفات (به‌جز طول نسبی دم‌برگ، عرض برگ در ۰/۱ طول و ضخامت برگ) واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت درخت دارای مقدار بیش‌تری در مقایسه با واریانس ایجاد شده ناشی از تفاوت بین جمعیت‌ها بوده است (شکل ٤). رسته‌بندی براساس این صفات نیز پایه‌های مختلف سه جمعیت را از یکدیگر جدا کرده است (شکل ۳). با محاسبه ضریب پلاستیسیتی، صفات تعداد دندانه اصلی، عرض برگ در ۰/۹ طول آن، طول برگ و حداکثر پهنای برگ، کم‌ترین میزان این ضریب را به خود اختصاص داده‌اند

(شکل ۵). صفاتی که بیش‌ترین واریانس و کم‌ترین پلاستیسیتی را دارند، کم‌تر تحت‌تأثیر محیط قرار می‌گیرند؛ بنابراین اگر این صفات تحت کنترل ژن باشند، ژن‌های کنترل‌کننده آن‌ها در پایه‌های مختلف متفاوت خواهد بود که می‌تواند کاربرد این صفات را به‌عنوان نشانگر ژنتیکی قابل توجیه نماید.

نتایج پژوهش بر روی سایر گونه‌های پهن‌برگ نیز صفات طول و عرض و تعداد دندانه اصلی را دارای کم‌ترین میزان پلاستیسیتی و بیش‌ترین نقش در ایجاد واریانس نشان داده است (زرافشار و همکاران، ۲۰۰۹؛ کفاش و همکاران، ۲۰۰۸؛ یوسف‌زاده و همکاران، ۲۰۰۸؛ اسپهبدی، ۲۰۰۵). در نتایج مربوط به بررسی ٦ گونه مهم جنس *Zelkova* که توسط وانگ و همکاران (۲۰۰۱) انجام شد نیز صفات تعداد دندانه اصلی یکی از صفات تشخیصی این گونه در کلید شناسایی آن، معرفی شده است. همچنین در این پژوهش صفات طول و عرض برگ از جمله صفاتی معرفی شدند که بین گونه‌های مختلف جنس *Zelkova* بیش‌ترین تغییرپذیری را داشته‌اند.

بنابراین صفات طول و عرض برگ و تعداد دندانه اصلی جزء صفاتی هستند که در بررسی تنوع گونه آزاد مؤثر بوده و می‌توان این صفات را به‌عنوان صفات پیشنهادی برای بررسی گونه آزاد معرفی نمود.

سپاسگزاری

در خاتمه از خانم مهندس لیلا کریمی و آقای مهندس حامد یوسف‌زاده برای همکاری و کمک ایشان برای انجام این پژوهش سپاسگزاری می‌نمائیم.

منابع

1.Aas, G., Maier, J., Baltisberger, M. and Matzeger, S. 1994. Morphology, isoenzyme variation, citology and repreduction of hybrids between *Sorbus aria* (L) Crantz and *S/torminalis* (L). Grantz, Helv. 104: 195-214.

2.Andrew King, R.L., Harris, S., Karp, H.A. and Barker, J. 2009.Characterisation and inheritance of nuclear microsatellite loci for use in population studies of the allotetraploid *Salix alba-Salix fragilis* complex, Tree Genetics and Genomes, 6: 1. 73-81.

3.Asadi, F., Mirzaei Nadoshan, H., Modir Rahmati, A. and Naderi Shahab, M.A. 2004. Using of morphological markers in populous colons differentiation, For. and Popul. Res. J. 12: 267-300. (In Persian)

4.Banu, S.D., Lagu, M.S. and Gupta, V. 2010. Phylogeographical studies in disjunct populations of Symplocos laurina Wall. Using cytoplasmic PCR-RFLP approach, Tree Genetics and Genomes, 6: 13-23.

5.Barnes, B.V. 1975. Phenotypic variation of trembling aspen in western North America. For. Sci. 21: 319-328.
6.Blue, M.P. and Jensen, R.J. 1988. Positional and seasonal variation in oak (*Quercuse. Fagaceae*) leaf morphology. Am. J. Bot. 75: 939-947.
7.Bruschi, P., Grossoni, P. and Bussotti, F. 2003. Within and among tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt.) Lieble. Natural Populations, Tree, 17: 164-172.
8.Emad, M. 2000. Forest and Rangeland Medicine and Economic Plants, Village Development Publication, 7: 220. (In Persian)
9.Espahbodi, K., Mirzaeinadoshan, H., Tabari, M., Akbarinia, M. and Dehghanshoraki, Y. 2005. Investigation of genetic variation of wild service (*Sorbus torminalis* (L.) Crantz), using morphological analysis of fruits and leaves, Pajouhesh and Sazandegi, 72: 44-57. (In Persian)
10.Fineschi, S., Cozzolino, S., Migliacco, M. and Vendramin, G.G. 2004. Genetic variation of relic tree species. the case of Mediterranean *Zelkova abelicea* (Lam.) boisser and *Z. sicula* Di Pasquale, garfi And quezel (*Ulmaceae*), Forest Ecology and Management, 197: 273-278.
11.Harris, P.J.C., Pasiecznik, N.M., Smith, S.J., Billington, J.M. and Ramirez, L. 2003. Differentiation of *Prosopis juliflora* and *P. pallida* using foliar characters and ploidy. Forest Ecology and Management, 180: 153-164.
12.Jalili, A. and Jamzad, Z. 2000. Red Data Book of Iran. Iranian Research Institute of Forest and Rangeland, 748p. (In Persian)
13.Jones, D.A. and Wilkins, D.A. 1971. Variation and adaptation in plant species first edition, Heinemann Educational Books, London, 150p.
14.Kaffash, Sh., Bakhshi Khaeiki, Gh. and Yosefi, B. 2008. Investigation of leaf morphological characteristics of *Quercus infectoria* Oliv. (Aleppo Oak) in Kurdestan forests, Pajouhesh and Sazandegi, 79: 135-144. (In Persian)
15.Kavadase, E.V. and Connor, E.S. 2005. *Zelkova carpinifolia* (Pallas) K/ Koch in Holocene sediments of Georgia An hndicator of climatic optima, Palaeobotany and Palynology. 133: 69-89.
16.Khatamsaz, M. 1990. Iran Flor (*Ulmaceae*), No 4, Iranian Research Institute of Forest and Rangeland. Agriculture Publication, 25p. (In Persian)
17.Kepiro, J.L. and Roose, M.L. 2009. AFLP markers closely linked to a major gene essential for nucellar embryony (apomixis) in *Citrus maxima×Poncirus trifoliate*, Tree Genetics and Genomes, 5: 13-23.
18.Maghuly, F., Borroto Fernandez, E., Ruthner, S., Pedryc, A. and Laimer, M. 2005. Microsatellite variability in apricots (*Prunus armeniaca* L.) reflects their geographic origin and breeding history, Tree Genetics and Genomes, 1: 151-165.
19.Mc Donald, C., Fonseca, C.R., Overton, J., Mc, C. and Westboy, M. 2003. Leaf-size divergence along rainfall and soil-nutrient gradients. is the method of size reduction common among clads, Functional Ecology, 17: 50-5.

20. Naghavi, M.R., Ghareyazi, B. and Hosseinisalkade, Gh. 2005. Molecular Marker, Institute of Tehran University Publication, first edition, 320p. (In Persian)
21. Passardi, F., Dobias, J., Valerio, L., Goimil, S., Penel, C. and Dunand, C. 2007. Morphological and physiological traits of three major *Arabidopsis* thaliana accessions, Plant Physiol. 164: 980-992.
22. Phipps, J.B. and Muniyama, M. 1980.A taxonomic revision of *crataegus* (*Rosaceae*) in Ontario. Can. J. Bot. 58: 1621-1699.
23. Sabeti, H. 1995. Iranian trees and Shrubs, Yazd University Press, 810p. (In Persian)
24. Vos, P., Hogers, R., Reijans, M., Van de lee, T., Hornes, M., Freijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M. and Zabeau, M. 1995. AFLP, a new technique for DNA fingerprinting; Nucleic Acids RES, 23: 4407-4414.
25. Wang, Y.F., ferguson K.D., Zetter, R., Denk, T. and Garfi, G. 2001. Leaf architecture and epidermal characters in *Zelkova*, *Ulmaceae*. Bot. J. Linnean. Soc. 136: 255-265.
26. Yosefzade, H., Akbarian, M.R. and Akbarinia, M. 2008. Variation in leaf morphology of *Parrotia persica* along an elevational gradient in Eastern Mazandaran Province (N. Iran), Rostaniha, 9: 178-189. (In Persian)
27. Zarafshar, M., Akbarinia, M., Yosefzade, H. and Sattarian, A. 2009. Leaf and seed morphological trait in *Celtis australis* L. in different geographical condition, Tahghighat Genetic, 17: 88-99. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 19(1), 2012
http://jwsc.gau.ac.ir

Leaf morphological characteristics evaluation in genetic biodiversity investigation in *Zelkova crpinifolia* (Pallas) C.Koch in North of Iran

F. Babaei[1], *S.Gh.A. Jalali[2] and D. Azadfar[3]

[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University, Nour, [2]Associate Prof., Dept. of Forestry, Tarbiat Modares University, Nour, [3]Assistant Prof., Dept. of Silviculter and Forest Ecology, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
Received: 2010/04/04; Accepted: 2011/01/30

Abstract

Three natural lowland habitats of *Zelkova carpinifolia* in three provinces of North of Iran (Gilan, Mazandaran and Golestan) evaluated for identifying the best morphological characters in genetic diversity investigation. 16 morphological traits of 5 leaves, which were selected randomisly of 10 trees in each habitat, were examined. The number of leaf venation, the leaf length and leaf maximum width exhibited the highest variance and the least plasticity among 16 evaluated traits and have the most important role in individuals grouping. Nested ANOVAs results show that trees differentiation variance has the highest value relative to population differentiation variance. Because of the least effective of environmental conditions, these traits suggested for genetic diversity investigation

Keywords: *Zelkova carpinifolia*, Morphological traits, Plasticity

* Corresponding Author; Email: gholamalij@yahoo.com