فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۷ شمارهٔ ۳، صفحهٔ ۳۸۱-۳۶۹، (۱۳۸۸)

استفاده از صفات مورفولوژیکي برگ براي تمايز توده‌هاي *Populus nigra* در استانهاي کرمانشاه و زنجان

افروز علی‌محمدی[۱*]، فرهاد اسدی[۲]، ابراهیم عادلی[۳]، سیدرضا طبایی عقدایی[٤] و اسداله متاجی[٥]

۱*- نویسنده مسئول، دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران. پست الکترونیک: afrooz_viva@yahoo.com
۲- استادیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
۳- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
٤- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
٥- دانشیار، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
تاریخ دریافت: ۸٦/۱۲/۸ تاریخ پذیرش: ۸۷/٦/۱۲

چکیده

ازدیاد غیرجنسی صنوبر از طریق قلمه‌زدن و استفاده گسترده از آن در صنوبرکاریهای کشور، سطح تنوع ژنتیکی این درختان ارزشمند را تهدید می‌کند. از این رو، بررسی میزان تنوع ژنتیکی این درختان به‌منظور اتخاذ راهبرد حفاظت و توسعه صنوبرکاری برای مدیریت پایدار و استمرار تولید چوب ضروری به‌نظر می‌رسد. بر این اساس در تحقیق حاضر از میان توده‌های *Populus nigra* کشت شده در دو استان کرمانشاه و زنجان با استفاده از ۲۳ صفت مورفولوژیکی برگ، ۱۲ توده از لحاظ وجود گوناگونی ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفتند. به‌منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی، قلمه‌ها در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در ۳ تکرار، در عرصه مجتمع تحقیقاتی البرز کرج کاشته شدند. اندازه‌گیری صفات مورفولوژیکی در اواسط فصل رویش انجام شد و داده‌های حاصل با استفاده از تجزیه واریانس، تجزیه به مؤلفه‌های اصلی و تجزیه خوشه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس از لحاظ بیشتر صفات، گوناگونی در سطح توده‌ها را آشکار ساخت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات با وزن بیشتر در مؤلفه‌ها را معرفی کرد. در نهایت تجزیه خوشه‌ای توانست به‌خوبی توده‌های دو استان را در گروه‌های مجزا و به‌صورت مشابه با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی تفکیک کند؛ به‌طوری‌که سطح تنوع ژنتیکی درختان استان زنجان بیشتر از درختان استان کرمانشاه ارزیابی شد. نتایج نشان داد که صفات مورفولوژیکی در شرایط محیطی یکسان می‌توانند قرابتها و تفاوتها را در بین توده‌ها آشکار کنند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، صفات مورفولوژیکی، تنوع ژنتیکی، خصوصیات برگ.

مقدمه

از میان درختان سریع‌الرشد، صنوبرها به‌دلیل ویژگیهای منحصر به‌فرد نظیر امکان کشت در شرایط اقلیمی مختلف، توان استقرار در اراضی کم بازده و سیل‌گیر حاشیه رودخانه‌ها، تولید زیاد چوب در دوره بهره‌برداری کوتاه‌مدت، سهولت تکثیر رویشی، امکان کشت توأم با محصولات کشاورزی، کاربرد فراوان و گسترده چوب در صنایع و مصارف روستایی، قابلیت استفاده برگ در تغذیه دام و موارد دیگر؛ همواره مورد توجه روستائیان و سایر تولیدکنندگان چوب بوده است (کریمی و همکاران، ۱۳۸۳). بر این اساس از دیرباز در حاشیه رودخانه‌های استانهای کرمانشاه و زنجان صنوبر مورد کشت و بهره برداری قرار گرفته است. از آن جا که این درختان به شیوه رویشی تکثیر می‌یابند، این شیوه تکثیر موجب کاهش شدید سطح تنوع ژنتیکی و افزایش

آسیب‌پذیری در برابر عوامل زنده و غیرزنده شده است. نتیجه این اتفاق، از دست رفتن بخش عظیمی از ذخایر توارثی است که نقش ارزنده‌ای در تولید چوب کشور ایفا می‌نماید (اسدی، ۱۳۸۰). تنوع ژنتیکی مناسب امری مهم برای زنده‌مانی طولانی‌مدت جمعیتهای *Pupulus nigra* و توانایی سازگاری آن در برابر تغییر شرایط محیطی است (Smulders *et al*., 2002). بنابراین بدست آوردن اطلاعات در مورد میزان و ساختار تنوع ژنتیکی جمعیتهای مختلف این درختان امری ضروری به‌نظر می‌رسد. از آن جا که برخی از ویژگیهای مورفولوژیکی برگ گونه *P. nigra* دارای تنوع ژنتیکی است (van Dam, 2002)؛ در نتیجه می‌توان برای شناخت توان ژنتیکی توده‌های موجود از این مشخصات استفاده کرد. از طرفی برخی صفات برگ مرتبط با تولید است، بنابراین در انتخاب درختان با تولید زیاد می‌توان از آنها استفاده کرد (Marron *et al*., 2007). همچنین می‌توان از صفات مورفولوژیکی در تمایز بین گونه‌ها و رده‌بندی سیستماتیک استفاده نمود (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳). با توجه به موارد ذکر شده، برخی تحقیقات در این زمینه در ادامه آورده شده است.

اسدی و همکاران (۱۳۸۳) به‌منظور تمایز کلن‌های مختلف گونه‌های *P. alba, P. deltoids, P. uphratica* و *P. nigra* از ۲۰ صفت مورفولوژیکی مربوط به برگ، شاخه و ریشه استفاده کردند. نتایج نشان داد که صفات سطح برگ، تعداد برگ، تعداد شاخه، تعداد ریشه و زنده‌مانی متأثر از عوامل ژنتیکی بوده و در برنامه‌های اصلاحی باید بیشتر مورد توجه قرار گیرند. Marron *et al.* (2007) به ارزیابی صفات برگ برای انتخاب غیرمستقیم هیبریدهای صنوبر پرداختند که بدین منظور صفاتی چون شاخص سطح برگ، شاخص سطح ویژه، طول دمبرگ، وزن خشک، مقدار کربن، نیتروژن و کلروفیل و مشخصه‌های رویشی را اندازه‌گیری کردند. آنها شاخص سطح برگ و مقدار نیتروژن را مرتبط با رویش کامل درخت، صرفنظر از نوع گونه و رویشگاه دانستند. Ballian *et al.* (2006) به بررسی تنوع مورفولوژیکی *P. nigra* در بوسنی و هرزگوین پرداختند. به این منظور صفات طول و عرض برگ، طول دمبرگ، زاویه بین دومین رگبرگ با رگبرگ میانی و فاصله بین پهن‌ترین قسمت برگ و پایه برگ مربوط به ده درخت از هر توده را اندازه‌گیری کردند و پس از تحلیل آماری، تفاوتهای فردی درختان داخل یک توده و تفاوت بین درختان موجود در سه جمعیت مختلف را آشکار نمودند. Lopez *et al*. (2004) به‌منظور بررسی تنوع درون و بین جمعیتی گونه *P. tremula* در اسپانیا از نشانگرهای مورفولوژیکی و آنزیمی استفاده کردند. آنها صفات پیشنهاد شده توسط EUROPOP (European Poplar Program) را برای مطالعات مورفولوژیکی انتخاب کردند و برای آشکارسازی صفات با بیشترین سهم در تنوع، روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (Principal Component Analyses) را بکار بردند. نتایج نشان داد که از میان صفات مورد بررسی، زاویه پایه، تعداد دندانه، طول پهنک و نسبت بین طول پهنک به طول دمبرگ؛ بیشترین وزن را داشتند و همین تعداد صفات را برای آشکارسازی تنوع درون و بین جمعیتی کافی دانسته‌اند. نتایج حاکی از آن است که صفات مورفولوژی، نشانگرهای تشخیصی ارزان برای تفکیک اولیه کلن‌ها و ابزاری برای تعریف واحدهای حفاظت داخل رویشگاهی در جمعیتهای در معرض خطر یا حاشیه‌ای می‌باشند. Alba *et al*. (2002) به‌منظور حفظ منابع ژنتیکی *P. nigra* به بررسی تفاوتهای درون و برون جمعیتی این گونه در جمعیتهای طبیعی رودخانه ابرا (Ebra) در اسپانیا با استفاده از ابزار مولکولی و صفات مورفولوژی پیشنهاد شده توسط EUROPOP پرداختند. نتایج نشانگر آن بود که توده‌ها از لحاظ صفات کیفی (شکل پایه، شکل اتصال و شکل نوک برگ) اختلاف معنی‌داری دارند. همچنین مشخصات مورفولوژی ابزار مفیدی در مطالعات تنوع ژنتیکی

است و با بکارگیری آنالیزهای تفکیک کننده می‌توان از این صفات برای تشخیص *P. nigra* در جمعیتهای هیبرید استفاده کرد. van Dam *et al.* (2002) به‌منظور بررسی تنوع ژنتیکی *P. nigra* در حاشیه ٦ رودخانه در اروپا از صفات مورفولوژی به‌همراه مارکرهای مولکولی استفاده کردند. از آن جا که صفات مورفولوژی تحت تأثیر شرایط محیطی تغییر می‌کنند، بنابراین به‌منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی، قلمه‌های جمع‌آوری شده از ٦ کشور را در قالب طرح بلوک‌های تصادفی کاشتند و صفات مورفولوژی پیشنهاد شده توسط EUROPOP را اندازه‌گیری کردند. نتایج تحقیق نشان داد که اگرچه صفات مورفولوژی در شرایط یکسان محیطی می‌تواند تنوع بین کلن‌ها و هیبریدها را نشان دهد، اما در شرایط متفاوت نمی‌تواند الگوی مناسبی برای تفکیک کلن‌ها از هم باشد. با توجه به موارد فوق، در تحقیق حاضر نیز از مشخصات مورفولوژی برگ برای بررسی سطح تنوع ژنتیکی و همچنین آشکارسازی تفاوتها و شباهتهای بین توده‌ای و درون توده‌ای درختان *P. nigra* مستقر در استانهای کرمانشاه و زنجان استفاده شده است.

مواد و روشها

از توده‌های صنوبرکاری شده استان کرمانشاه، ۸ توده که دارای کمترین میزان دخالت بوده و سن آنها کمتر از ۲۰ سال بود، انتخاب شدند. مساحت توده‌ها حداقل ۰/۳ هکتار و فاصله آنها از هم حداقل ۳/۵ کیلومتر بود. این توده‌ها درحاشیه رودخانه‌های رازآور، گاماسیاب، سنقرچای و رودخانه بزرگ واقع در مسیرهای کامیاران به سه راهی میان‌راهان، صحنه به سنقر و صحنه به کنگاور واقع شده‌اند. پس از انتخاب، مشخصات توده‌ها و ویژگیهای منطقه براساس روش پیشنهاد شده Alba (1998) یادداشت شدند. به‌همین ترتیب تعداد ٤ توده صنوبرکاری استان زنجان با رعایت معیارهای اشاره شده برای استان کرمانشاه، مستقر در حاشیه رودخانه‌های ابهررود و زنجان‌رود انتخاب شدند.

بنابراین از ۱۲ توده صنوبرکاری شده (۸ توده از کرمانشاه با عنوان K۱ تا K۸ و ٤ توده از زنجان با عنوان Z۱ تا Z۹)، تعداد ۳٦ درخت (از هر توده ۳ درخت) انتخاب شدند. به‌منظور حذف اثر عوامل محیطی بر تغییرات صفات مورفولوژیکی، قلمه‌های ۲۰ سانتی‌متری از این درختان تهیه و در عرصه مجتمع تحقیقاتی البرز کرج وابسته به مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در اسفندماه سال ۱۳۸٤ کاشته شدند. پس از یک سال رویش، برای تولید قلمه‌های یکنواخت، از نهالهای تولید شده مجدداً قلمه‌گیری شد و تعداد ۹ قلمه از هر درخت در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار در زمین اصلی کاشته شدند. معمولاً بررسی مشخصات مورفولوژیکی برگ در زمان کامل شدن آن و در اواسط فصل رویش انجام می‌شود (Alba *et al.*, 2002). بنابراین در مردادماه از یک‌سوم میانی هر نهال، ۹ برگ سالم جدا شد و صفات موردنظر آنها اندازه‌گیری گردید. نکته بسیار مهم در انتخاب صفات این است که برخی از صفات نه تنها در ایجاد تمایز بین ارقام مختلف سودمند نیستند، بلکه در مواردی موجب قرابت بیشتر کلن‌ها در تجزیه خوشه‌ای می‌گردد. برای نمونه صفاتی مانند رنگ برگ، ساقه یا جوانه به‌دلیل تشابه در ارقام مختلف؛ در برخی از موارد باعث ایجاد شباهت گشته و مطالعه تنوع بین ارقام را دچار اشکال می‌کند (اسدی، ۱۳۸۰). بر این اساس صفات مندرج در جدول ۱ که در این تحقیق اندازه‌گیری شدند؛ مشتمل بر صفات پیشنهاد شده توسط EUROPOP (Alba *et al.*, 2002) و سایر صفات می‌باشند.

بدین ترتیب برای تمام صفات میانگین و برای چهار صفت کیفی شکل نوک (TS)، شکل پایه (BS)، شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ (JS) و تموج (U) که براساس حالتهای چندگانه اندازه‌گیری می‌شوند،

فراوان‌ترین حالت و درصد فراوانی محاسبه شد. به‌منظور مقایسه میانگین صفات کمی در سطح دو استان، از آزمون t و در سطح درخت و توده از تجزیه واریانس استفاده شد و برای تفکیک توده‌ها براساس صفات با اختلاف معنی‌دار؛ از آزمون دانکن استفاده گردید. همچنین برای تلخیص تعداد زیادی از متغیرها به تعداد محدودی از مؤلفه‌ها و مشخص کردن متغیرهایی با وزن زیاد؛ روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی بکار برده شده و در نهایت از تجزیه خوشه‌ای (روش طبقاتی و ادغام گروه‌ها براساس نزدیک‌ترین همسایه Nearest Neighbor) برای گروه‌بندی و تمایز توده‌ها استفاده شد. در این تحقیق از نرم‌افزارهای SPSS (برای t-test و تجزیه خوشه‌ای)، MSTATC (برای تجزیه واریانس، آزمون دانکن و تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) و PCORD (برای رسم نمودار تجزیه به مؤلفه‌های اصلی) استفاده شده است.

نتایج

اندازه‌گیری میانگین و فراوانی

نتایج اندازه‌گیری میانگین برای صفات کمی نشان داد که میانگین صفات LL از ٦/٩٤ (توده Z١٢) تا ٥/٨٨ (توده Z٩)، BW٥٠ از ٥/٣٧ (توده Z١٢) تا ٤/٢٣ (توده Z٩)، BW٩٠ از ٠/٨٩ (توده Z١١) تا ٠/٦٨ (توده K٦)، LT از ١/٥٩ (توده Z١٠) تا ١/١٨ (توده K٥)، LW از ٦/٥٤ (توده Z١٢) تا ٥/٠٩ (توده K٢)، DBW از ٢/٠٢ (توده K٧) تا ١/٣٩ (توده Z٩)، LP از ٣/٨٢ (توده Z١١) تا ٣/١٧ (توده K٢)، LR از ١/٢٧ (توده‌های K٢ وK٣) تا ١/٠٦ (توده Z١٠)، PR از ٠/٦١ (توده Z٩) تا ٠/٤٩ (توده Z٦)، LA از ٢٩/٦٤ (توده Z١٢) تا ١٩/٩١ (توده K٢)، NT از ١٢/٤١ (توده K٧) تا ٨/٩٩ (توده Z١٢)، NV از ١١/٤٦ (توده Z١٢) تا ١٠/٢٦ (توده Z٩) و DT از ١/٢٨ (توده K٨) تا ٠/٥٠ (توده Z١٢)؛ متغیر بوده است (واحد اعداد ذکر شده در بالا سانتی‌متر است).

همچنین در تمام توده‌ها میانگین LL از میانگین LW بیشتر بوده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود برای بیشتر صفات (٩ صفت از ١٣ صفت)، بیشینه‌ها متعلق به توده‌های زنجان بوده است. به‌همین ترتیب برای بیشتر صفات (٨ صفت از ١٣ صفت) کمینه‌ها مربوط به توده‌های زنجان بوده است. برای صفات کیفی در ارتباط با زاویه‌ها، میانگین صفت A١٠ از ٧٦/٧٢ (توده Z٩) تا ٦٩/٣٦ (توده K٢)، A٢٥ از ٦١/٢٢ (توده Z١٢) تا ٥٦/٤٢ (توده K٢)، α از ٧٠/٥٢ (توده Z١٠) تا ٥٥/٣٢ (توده K٢)، β از ٦٩/٧٩ (توده Z١٠) تا ٥٧/٩٦ (توده K٥)، AA از ٣١/٦٨ (توده K٤) تا ٢٥/٣٧ (توده K٦)، BA از ١٠٦/٣٣ (توده Z١٠) تا ٨٧/٧٠ (توده K٧) متغیر بوده است. برای چهار صفت کیفی که اندازه‌گیری آنها براساس حالتهای چندگانه صورت گرفته بود، نتایج اندازه‌گیری فراوانی نشان داد که برای صفت BS در هفت توده از توده‌های کرمانشاه، فراوان‌ترین حالت شماره ٢ (گوه‌ای شکل راست) و در یک توده فراوان‌ترین حالت شماره ٦ (گوه‌ای شکل عریض راست) بوده است. برای توده‌های زنجان حالتهای گوناگون‌تری دیده شد، به‌طوری‌که برای دو توده شماره ٥ (گرد)، برای یک توده، شماره ٨ (راست) و برای یک توده، شماره‌های ٦ (گوه‌ای شکل عریض راست) و شماره ٩ (نیمه‌قلبی شکل)؛ فراوانترین حالت مشاهده شده بود. برای صفت TS در تمام توده‌های کرمانشاه، فراوانترین حالت شماره ١٠ (نوک‌دار و بزرگ مثلثی) بوده است و برای توده‌های زنجان در سه توده، شماره ١٠ (نوک‌دار و بزرگ مثلثی) و در دو توده، شماره ٣ (نوک‌دار و بزرگ محدب) فراوانترین حالت مشاهده شده بود. برای صفت JS در هفت توده از توده‌های کرمانشاه شماره ٢ (کم‌عمق) و در یک توده، شماره ١ (بدون حفره) فراوانترین حالت مشاهده شده بود و در توده‌های زنجان در سه توده، شماره ٣ (گوه‌ای شکل کامل) و در یک توده، شماره ٢ (کم‌عمق) فراوانترین حالت مشاهده شده بود. برای صفت U در تمام توده‌ها،

شماره ۲ (به مقدار اندک تا متوسط) فراوانترین حالت بود. در توده‌های زنجان در سه توده حالت ۱ (بدون موج یا به مقدار خیلی کم) و در یک توده حالت ۲ فراوانترین حالت بوده است. این نتایج نشان‌دهنده آن است که توده‌های زنجان در این صفات گوناگونی بیشتری نسبت به توده‌های کرمانشاه دارند و توده‌های کرمانشاه همگن‌تر هستند.

مقایسه میانگین‌ها

برای مقایسه دو استان کرمانشاه و زنجان از نظر صفات مورد بررسی، با استفاده از آزمون t مشخص شد که از نظر صفات LT، LP، BA، DT، LR، A۱۰ و A۲۵ اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و برای صفات DBW و α اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد وجود دارد. ولی برای سایر صفات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۲). نتایج تجزیه واریانس کلیه صفات نشان داد که در سطح درختان، میانگین صفات BA, LT, α, β, LA, DT, A۱۰ و A۲۵ از نظر آماری اختلاف معنی‌دار دارند و بین توده‌ها نیز به‌غیر از صفات AA, NV, LA, BW۹۰,LL اختلاف بین میانگین بقیه صفات معنی‌دار است (جدول ۳). نتایج آزمون دانکن برای گروه‌بندی توده‌ها براساس میانگین ۱٤ صفت با اختلاف معنی‌دار در بین توده‌ها، نشان‌دهنده تنوع زیاد توده‌های زنجان (توده‌های شماره ۹، ۱۰، ۱۱ و ۱۲) نسبت به توده‌های کرمانشاه (شماره‌های ۱ تا ۸) بوده است (جدول ٤)؛ به‌طوری‌که در بیشتر صفات، توده‌های زنجان در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند؛ در حالی‌که توده‌های کرمانشاه همگن‌تر بودند. همچنین توده ۹ زنجان در برخی صفات، عملکرد متمایز از سه توده دیگر این استان داشته است. کمترین تعداد گروه‌ها مربوط به صفات LR, DT و A۱۰ بوده است که توده‌ها براساس این صفات به ۲ گروه تقسیم شدند و بیشترین تعداد (۷ گروه) مربوط به صفات DBW, LW و BW۵۰ بوده است. در بیشتر صفات (۱۰ صفت)، گروه‌های اول (یا بیشترین میانگین‌ها) مربوط به توده‌های زنجان بوده است.

جدول ۱- مشخصات، نحوه اندازه‌گیری و واحد اندازه‌گیری صفات مورد بررسی

صفات	نماد	نحوه اندازه‌گیری و واحد
عرض برگ در۵۰٪ طول برگ	BW۵۰	مشخص کردن ۵۰٪ طول برگ و اندازه‌گیری عرض آن بر حسب سانتی‌متر
عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ	BW۹۰	مشخص کردن ۹۰٪ طول برگ (از سمت نوک برگ) و اندازه‌گیری عرض آن بر حسب سانتی‌متر
عرض برگ در ۱ سانتی‌متری نوک	LT	مشخص کردن ۱ سانتی‌متری نوک برگ و اندازه‌گیری عرض آن بر حسب سانتی‌متر
زاویه نوک	AA	ترسیم خطی از نوک برگ تا پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین این خط و خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ (در سمت نوک) بر حسب درجه
زاویه پایه	BA	ترسیم خطی از نوک برگ تا پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین این خط و خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ (در سمت پایه) بر حسب درجه
زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی	α	اندازه‌گیری زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پائینی موجود در سمت راست برگ بر حسب درجه
زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی	β	اندازه‌گیری زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پائینی موجود در سمت راست برگ بر حسب درجه
زاویه ۱۰٪ طول برگ	A۱۰	مشخص کردن ۱۰٪ طول برگ از سمت پایه، اتصال آن به حاشیه سمت راست برگ، ترسیم خطی از این نقطه به سمت پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین خط رسم شده و خط بین نوک و پایه بر حسب درجه
زاویه ۲۵٪ طول برگ	A۲۵	مشخص کردن ۲۵٪ طول برگ از سمت پایه، اتصال آن به حاشیه سمت راست برگ، ترسیم خطی از این نقطه به سمت پایه برگ و اندازه‌گیری زاویه بین خط رسم شده و خط بین نوک و پایه بر حسب درجه
شکل پایه	BS	اندازه‌گیری به‌صورت مشاهده‌ای براساس ۱۱ حالت: ۱- گوه‌ای شکل محدب ۲- گوه‌ای شکل راست ۳- گوه‌ای شکل مقعر ٤- گوه‌ای شکل عریض محدب ۵- گرد ٦- گوه‌ای شکل عریض راست ۷- گوه‌ای شکل عریض مقعر ۸- راست ۹- نیمه‌قلبی شکل ۱۰- قلبی شکل ۱۱- کاملاً قلبی شکل
شکل نوک	TS	اندازه‌گیری به‌صورت مشاهده‌ای براساس ۱۰ حالت * ۱- نوک‌دار و خیلی بلند ۲- نوک‌دار و بلند ۳- نوک‌دار و بزرگ محدب ٤- با نوک تیز باریک ۵- با نوک تیز پهن ٦- نوک‌دار و بزرگ مقعر ۷- نوک‌دار و بزرگ گرد ۸- نوک‌دار و گرد ۹- بدون نوک ۱۰- نوک‌دار و بزرگ مثلثی
شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ	JS	اندازه‌گیری به‌صورت مشاهده‌ای براساس ۸ حالت: ۱- بدون حفره ۲- کم عمق ۳- گوه‌ای شکل کامل ٤- عمیق ۵- با لبه‌های موازی ٦- با لبه‌های رویهم افتاده ۷- چین و چروک‌دار ۸- دنباله‌دار
تموج	U	اندازه‌گیری به‌صورت مشاهده‌ای براساس ۳ حالت: ۱- بدون موج یا به مقدار خیلی کم ۲- به مقدار اندک تا متوسط ۳- زیاد
طول برگ	LL	بر حسب سانتی‌متر
حداکثر عرض برگ	LW	بر حسب سانتی‌متر
سطح برگ	LA	بر حسب سانتی‌مترمربع
طول دمبرگ	LP	بر حسب سانتی‌متر
عمق دندانه‌های ۱:۳ میانی برگ	DT	بر حسب سانتی‌متر
فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه	DBW	بر حسب سانتی‌متر
تعداد رگبرگ	NV	
نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ	LR	
نسبت طول دمبرگ به طول برگ	PR	
تعداد دندانه‌های ۱:۳ میانی برگ	NT	

* لازم به ذکر است که TS در اصل به ۹ حالت تقسیم‌بندی می‌شود که در این مقاله بر حسب ضرورت حالت ۱۰ اضافه شده است.

جدول ۲- مقدار آماره t و سطح معنی‌داری حاصل از مقایسه میانگین صفات در سطح دو استان

صفات	آماره t	صفات	آماره t
LL	۰/٤۰^{ns}	α	−۵/۵۰*
BW۵۰	−۱/٦۸^{ns}	β	−۲/۸۲^{ns}
BW۹۰	−۱/۹۱^{ns}	AA	−۰/۹٦^{ns}
LT	−۳/۵۲**	BA	−۸/۷۹**
LW	−۲/۲۸^{ns}	NV	−۰/٦۵^{ns}
DBW	۳/۹٤*	DT	۵/٦٦**
LP	−٤/۵۲**	LR	۱۰/٤۷**
NT	۱/۹۲^{ns}	PR	−۲/۷۷^{ns}
A۱۰	−۱۰/۹۰**	LA	−۱/۹۸^{ns}
A۲۵	−۷/۵٦**	-	-

ns، *، ** به‌ترتیب نشان‌هنده عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد و اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

جدول ۳- منابع تغییرات، میانگین مربعات و سطوح معنی‌داری تفاوت میانگین‌های صفات

صفات	درخت	توده	درخت× توده
LL	۱/۷۵ ^{ns}	۰/۷۲ ^{ns}	۰/٤۵ ^{ns}
BW۵۰	۱/۷۸ ^{ns}	۱/۱٦*	۰/۷٦ ^{ns}
BW۹۰	۰/۰۹٦ ^{ns}	۰/۰۳٦ ^{ns}	۰/۰٤۷ ^{ns}
LT	۰/۲۹۱**	۰/۱٤۷**	۰/۰۹۷**
LW	۲/۵۲۵ ^{ns}	۲/۲۳۵**	۰/۹۸۳ ^{ns}
DBW	۰/۰٦۹ ^{ns}	۰/۲۸۷**	۰/۰۲۱ ^{ns}
LP	۰/۳۱۵ ^{ns}	۰/۳٦٦**	۰/۰۹٦ ^{ns}
NT	۱/۸۳۸ ^{ns}	۱۰/۸٦**	۳/۳۹۸ ^{ns}
A۱۰	٤٤/٤۰۷**	۷٦/۱۵۹**	۱۳/۸۸۲*
A۲۵	۱۱/٦۹۹*	۲۵/۷۱۸**	٤/۱۷۷ ^{ns}
α	۵۳/۹۸۵**	۲۵۰/۱۵۳**	۳۱/۲۹۹**
β	۳٦/۸۲۹**	۱٤۹/۷۹۳**	۳۲/۰۱٦**
AA	۸۱/٤۰٦ ^{ns}	٤۳/۳۲۳ ^{ns}	۳۷/۵۷۲ ^{ns}
BA	٤۲۹/٦٦**	٤٤٦/۸۵۸**	۱۱۳/۳۳۸ ^{ns}
NV	۰/۳۱۹ ^{ns}	۰/۷٦۳ ^{ns}	۰/۳۲۷ ^{ns}
DT	۰/۳۸۳**	۰/٦٦٦**	۰/۱٦۸**
LR	۰/۰۱٤ ^{ns}	۰/۰۵۳**	۰/۰۱۰*
PR	۰/۰۰۱ ^{ns}	۰/۰۱۱**	۰/۰۰۲*
LA	۱/۷۵*	۱/۱۲ ^{ns}	۰/۷٤^{ns}

ns، *، ** به‌ترتیب نشان‌هنده عدم اختلاف معنی‌دار، اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد و اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۹ درصد

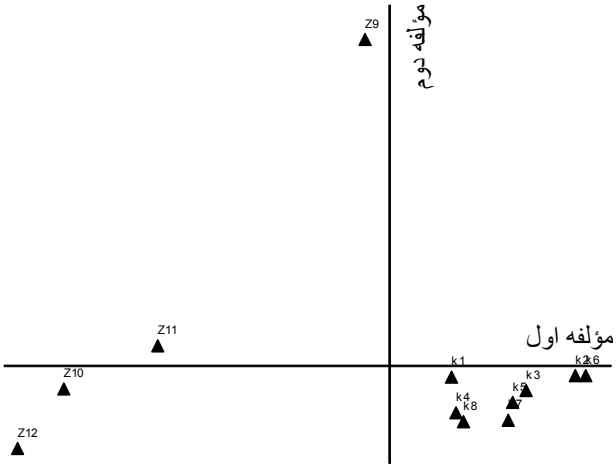
درجه‌های آزادی برای درخت، توده، درخت× توده و خطا به‌ترتیب برابر با ۲، ۱۱، ۲۲ و ۷۰ است.

جدول ٤- میانگین صفات با اختلاف معنی‌دار در بین توده‌ها و ترتیب و دسته‌بندی توده‌ها براساس این صفات با استفاده از آزمون دانکن

صفات															
BW٥٠		LT		LW		DBW		LP		NT		A١٠	
میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها	میانگین و دسته‌بندی	ترتیب توده‌ها
٥/٣٧ A	١٢	١/٥٩ A	١٢	٦/٥٥ A	١٢	٢/٠٢ A	٧	٣/٨١ A	١١	١٢/٤١ A	٧	٧٦/٧٢ A	٩
٥/٢٢ AB	١٠	١/٥٨ A	١٠	٦/٣٥ AB	١٠	١/٩٧ A	٦	٣/٦٣ AB	١٢	١٢/٢٣ A	٩	٧٦/٤٩ A	١٢
٥/١٦ ABC	١١	١/٤٥ AB	١١	٦/٢٥ ABC	١١	١/٩٧ A	١	٣/٥٦ ABC	٩	١١/٩١ A	٢	٧٦/٣٦ A	١٠
٤/٦٩ ABCD	٤	١/٤٢ ABC	١	٥/٦٤ ABCD	٥	١/٩٦ A	٥	٣/٤٤ BCD	١٠	١١/٦٨ AB	٨	٧٥/٠٢ A	١١
٤/٦٨ ABCD	٥	١/٣٥ BC	٩	٥/٦٣ ABCD	٤	١/٩٥ AB	٨	٣/٤٤ BCD	٤	١١/٥٢ AB	٦	٧١/٧٥ B	٥
٤/٦٧ ABCD	٨	١/٣٥ BC	٧	٥/٤٨ BCD	٨	١/٩٤ ABC	٣	٣/٤١ BCD	٥	١١/٣٦ AB	٥	٧١/٤٣ B	٤
٤/٥٩ ABCD	٧	١/٣٤ BC	٣	٥/٣٧ BCD	٧	١/٩٢ ABC	٢	٣/٣١ BCD	٧	١١/٣١ AB	١	٧٠/٩٤ B	١
٤/٥٤ ABCD	١	١/٣٤ BC	٨	٥/٢٩ CD	٦	١/٩٢ ABC	٤	٣/٢٦ BCD	٨	١١/٢٥ AB	٣	٧٠/٧٢ B	٨
٤/٤٦ BCD	٣	١/٢٨ BC	٤	٥/٢٤ D	١	1/74 BCD	١٢	٣/٢١ CD	٣	١١/٢١ AB	٤	٧٠/٢٠ B	٦
٤/٤٦ BCD	٦	١/٢٧ BC	٢	٥/٢١ D	٩	١/٧٣ CD	١١	٣/٢١ CD	١	١٠/٠٨ BC	١١	٦٩/٩٤ B	٧
٤/٣٥ CD	٢	١/٢١ C	٦	٥/٢١ D	٣	١/٦٨ D	١٠	٣/١٨ CD	٦	٩/٢٥ C	١٠	٦٩/٤٦ B	٣
٤/٢٣ D	٩	١/١٩ C	٥	٥/٠٩ D	٢	١/٤٠ E	٩	٣/١٧ D	٢	٨/٩٨ C	١٢	٦٩/٣٦ B	٢
٦١/٢٣ A	١٢	٧٠/٥٢ A	١٠	٦٩/٧٩ A	١٠	١٠٦/٣ A	١٠	١/٢٨ A	٨	١/٢٧ A	٣	٠/٦١ A	٩
٦٠/٤٣ A	١٠	٦٨/٠٦ A	١٢	٦٧/٧٤ A	١٢	١٠٥/٨ A	٩	١/٢٥ A	٢	١/٢٧ A	٢	٠/٥٧ B	١١
٦٠/٣٢ A	١١	٦٤/٦١ A	١١	٦٤/٥٧ B	١١	١٠٥/٦ A	١٢	١/٢٣ A	٤	١/٢٦ A	٦	٠/٥٣ C	١٢
٦٠/٠٢ A	٩	٦٢/٤٧ B	٩	٥٩/٤٦ C	١	٩٩/٣١ A	١١	١/٢١ A	٥	١/٢٥ A	٧	٠/٥٢ CD	١٠
٥٨/٤٣ AB	٨	٥٧/٣١ B	٥	٥٩/٣٠ C	٢	٩٣/٦٧ AB	٥	١/١٣ A	٦	١/٢٤ A	٨	٠/٥١ CD	٤
٥٨/١٩ BC	١	٥٧/١٧ C	٨	٥٩/٠٩ C	٩	٩٣/٦٥ BC	١	١/٠٩ A	٧	١/٢٤ A	٥	٠/٥١ CD	١
٥٧/٨٣ CD	٤	٥٧/٠٠ C	١	٥٩/٠٦ C	٨	٩١/٣٦ BC	٨	١/٠٨ A	١	١/٢٣ A	١	٠/٥٠ CD	٧
٥٧/٤٣ CD	٥	٥٦/٧٢ C	٣	٥٨/٦٧ C	٦	٩٠/٧٤ BC	٤	١/٠٧ A	٣	١/٢١ A	٤	٠/٥٠ CD	٥
٥٦/٨٥ CD	٣	٥٦/٥٦ C	٦	٥٨/٦٢ C	٣	٨٩/٨٥ BC	٢	٠/٩٩ A	٩	١/١٤ A	٩	٠/٥٠ CD	٣
٥٦/٨٣ CD	٧	٥٦/٢٢ C	٧	٥٨/٤١ C	٧	٨٩/٨٤ BC	٣	٠/٧١ A	١١	١/١٠ B	١١	٠/٥٠ CD	٢
٥٦/٧٢ CD	٦	٥٥/٤٩ C	٤	٥٨/١٧ C	٤	٨٩/٥٨ BC	٦	٠/٥٥ B	١٠	١/٠٧ B	١٢	٠/٥٠ CD	٨
٥٦/٤٢ CD	٢	٥٥/٣٢ C	٢	٥٧/٩٦ C	٥	٨٧/٧٠ BC	٧	٠/٥٠ B	١٢	١/٠٧ B	١٠	٠/٤٩ CD	٦
D		C		C		C		B		B		D	

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، ۱۰ مؤلفه بدست آمد که در مجموع ۹۹/۹٤۷ درصد واریانس را در بر می‌گرفت. مؤلفه اول ۷۰/۸۰۸ درصد، مؤلفه دوم ۱۲/۲۲٦ درصد و مؤلفه سوم ۷/٦۲۷ درصد از واریانس کل را شامل می‌شوند و در مجموع ۳ مؤلفه اول ۹۰/٦٦۱ درصد و دو مؤلفه اول ۸۲/۳٤ درصد از واریانس کل را پوشش می‌دهند. بنابراین برای بررسیهای بعدی این ۲ مؤلفه انتخاب شدند. عواملی که ارزش و اهمیت هر توده را در هر یک از مؤلفه‌های اصلی معین می‌کند تا بتوان توده‌ها را با استفاده از این مؤلفه‌ها گروه‌بندی و گزینش کرد، مقادیر مربوط به هر توده از لحاظ صفات اندازه‌گیری شده و ضریب هر متغیر در مؤلفه موردنظر می‌باشد. در این دو مؤلفه، متغیرهایی که دارای بیشترین مقادیر (مثبت یا منفی) هستند و در واقع بیشترین وزن را دارند؛ عبارتند از: AA, β, α, BA, LW, LA, BW۵۰, A۱۰ و A۲۵. لازم به ذکر است که در شکل ۱ پراکنش توده‌های مختلف در محور مختصات با استفاده از دو مؤلفه اصلی اول و دوم طوری نشان داده شده است که مقادیر مؤثرترین صفات در مؤلفه اول از راست به چپ و در مؤلفه دوم از بالا به پایین افزایش می‌یابند. بر این اساس، توده‌هایی که در مؤلفه اصلی اول ارزش بیشتری دارند، توده‌هایی هستند که متغیرهای BA, LW, BW۵۰, A۱۰ و A۲۵ بیشتری دارند. این مقادیر در سمت چپ مؤلفه اول ارزش بیشتری دارند. طوری‌که توده‌های مربوط به استان زنجان در این قسمت واقع می‌شوند. اما توده ۹ هم که متعلق به استان زنجان است، به‌دلیل این که از نظر متغیرهای فاصله LW و BW۵۰ دارای کمترین مقادیر است، کاملاً به‌صورت جداگانه و در بالا قرار گرفته است. نکته قابل تأمل در این شکل، نزدیکی توده‌های استان کرمانشاه به‌همدیگر است که مؤید شباهت بیشتر صنوبرهای مستقر در این توده‌هاست. این وضعیت در تجزیه خوشه‌ای هم به‌چشم می‌خورد. اغلب صفاتی که موجب تمایز صنوبرهای دو استان شده‌اند، مربوط به سطح برگ و زوایای مورد مطالعه برگها بوده‌اند. دلیل تفاوت این ویژگیها در صنوبرهای دو استان می‌تواند منشا ژنتیکی یا محیطی داشته باشد.

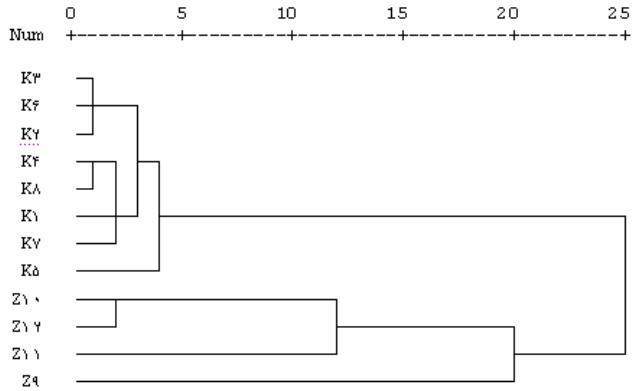


شکل ۱- پراکنش توده‌های مختلف در محورهای مختصات با استفاده از نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

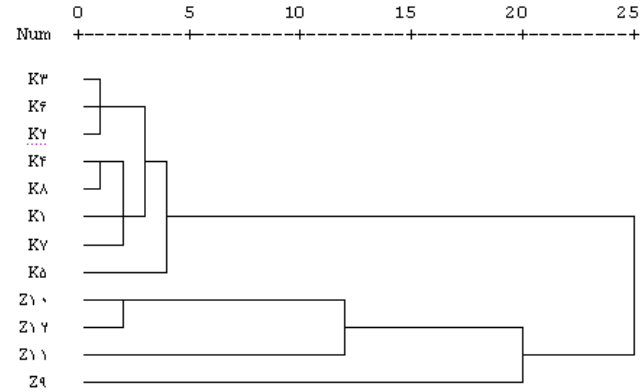
تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش طبقاتی و ادغام گروه‌ها براساس ادغام نزدیکترین همسایه‌ها (Nearest Neighbor) (شکل ۲)، توانست توده‌های مربوط به دو استان را به‌خوبی از هم تفکیک کند، به‌طوری‌که توده‌های استان کرمانشاه براساس

شباهتهای موجود، در گروه‌های جدا از توده‌های زنجان قرار گرفته‌اند. البته بین توده‌های استان کرمانشاه، شباهتها بیشتر بوده و می‌توان آنها را به‌عنوان یک خوشه در نظر گرفت، ولی توده‌های استان زنجان در ابتدا به دو خوشه مجزا تقسیم شده‌اند و توده Z9 جدا از سه توده دیگر قرار گرفته است (این نتیجه در گروه‌بندی توده‌ها براساس آزمون دانکن نیز قابل مشاهده است). تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات استخراج شده از نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (شکل ۳) نیز نتایج یکسانی را ارائه داد که این مسئله تأییدی بر درستی استفاده از این تجزیه برای کم کردن حجم داده‌هاست.



شکل ۲- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از تمام صفات مورفولوژیکی



شکل ۳- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از صفات مورفولوژیکی انتخاب شده در تجزیه به مؤلفه‌های اصلی

بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که در بین توده‌ها از لحاظ صفات مورفولوژیکی مورد بررسی، تنوع وجود دارد (وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین ۱٤ صفت از میان ۱۹ صفت مورد بررسی با استفاده از آزمون دانکن)، ولی درون توده‌ها همگنی نسبی وجود داشت (وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین ۸ صفت از میان ۱۹ صفت مورد بررسی). در سطح استانها مشخص گردید که صفات LT، LP، BA، DT، LR، A۱۰، A۲۵، DBW و α دارای اثر بسیار معنی‌دار در تمایز نمونه‌های دو استان هستند.

همچنان که تجزیه خوشه‌ای نیز به‌خوبی توده‌های دو استان را از هم جدا کرد. بر این اساس تغییرات درون گونه‌ای با استفاده از صفات مورفولوژیکی آشکار شد. البته نشانگرهای مورفولوژیکی بیشتر برای تشخیص بین گونه‌ای کاربرد دارد، اما می‌توان با استفاده از این صفات تنوع ژنتیکی را نیز تخمین زد (Storme *et al.*, 2002). همچنان که Ballian *et al.* (2006)، Alba *et al.* (2002) و van Dam (2002) با استفاده از صفات مورفولوژیکی تنوع ژنتیکی *P. nigra* را در توده‌های مختلف بررسی کردند.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی، صفات مربوط به شکل (صفات کیفی): BA، AA، α، A10، A25، β و صفات مربوط به اندازه (صفات کمی): LA،LW، BW50 را به‌عنوان صفات با وزن بیشتر در تشکیل مؤلفه‌ها معرفی کرد. صفاتی مانند BA و AA نشان‌دهنده شکل برگ در پایه و نوک است و صفات α و β طرز قرارگیری رگبرگها را نشان می‌دهد و همراه با صفات A10 و A25 شکل کلی برگ را نشان می‌دهند. از آن جا که صفات کمّی چون اندازه برگ اغلب تحت تأثیر عوامل محیطی هستند، در صورتی‌که صفات کیفی مربوط به شکل برگ در برابر تغییرات محیطی ثبات بیشتری دارند (Kremer *et al.*, 2002)، بر این اساس می‌توان برای مقایسه بین توده‌ها از صفات کیفی در ارتباط با شکل برگ استفاده کرد. همچنان که Lopez *et al.* (2004) نشان دادند که صفات مورفولوژیکی که در ارتباط با شکل برگ هستند، مؤلفه قابل‌توجهی از واریانس ناشی از ژنوتیپ را نشان می‌دهند و این صفات حتی در شرایط محیطی متفاوت در سطح کوچک یا در معرض بودن برگها در برابر شدتهای گوناگون نور در داخل یک درخت، تحت تأثیر ژنوتیپ هستند. بر این اساس با استفاده از این صفات می‌توان تنوع ژنتیکی را سنجید. همچنان که Kajba & Romanic (2002) نشان دادند که برخی صفات (مثل LP، NT و α) در *P. nigra* بیشتر تحت کنترل ژنتیکی هستند و کمتر تحت تأثیر محیط واقع می‌شوند؛ در نتیجه برای آشکارسازی تفاوت بین جمعیتی، درون جمعیتی و اینترورگرسیون می‌توان از آنها استفاده کرد. از آن جا که تک‌کلنی و قرابت بین توده‌ها باعث از بین رفتن بخش مهمی از تنوع ژنتیکی می‌شود، بنابراین کاشت توده‌های با تنوع ژنتیکی زیاد علاوه بر حفظ غنای ژنی، می‌تواند باعث زنده‌مانی و پویایی بیشتر جمعیتهای *P. nigra* شود. بر این اساس استمرار تکثیر غیرجنسی (قلمه‌زدن) به‌ویژه در توده‌های استان کرمانشاه، تنوع ژنتیکی این درختان را کاسته و همگنی زیادی را سبب شده است. این وضعیت مخاطره‌آمیز است و گرایش به سمت تکثیر جنسی (تولید نهالهای بذری) در این درختان برای بهبود اساس ژنتیکی آنها ضروری به‌نظر می‌رسد. در هر حال نتایج تحقیق حاضر نشان داد که می‌توان برای بررسی تنوع ژنتیکی در میان توده‌های *P. nigra* از صفات مورفولوژیکی (به‌ویژه صفاتی که تحت کنترل ژنتیکی هستند) استفاده کرد.

سپاسگزاری

این تحقیق قسمتی از طرح تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور با عنوان تنوع رویشی، رویشگاهی، ژنتیکی و اثر متقابل آنها در صنوبرهای *P. alba* و *P. nigra* بوده که به‌عنوان قسمتی از رساله دکتری در دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، انجام شده است. لازم می‌دانیم از مسئولان مؤسسه و دانشگاه صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

منابع مورد استفاده

-اسدی، ف.، ۱۳۸۰. تنوع ژنتیکی و ساختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر. رساله دکتری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵٤ صفحه.

-اسدی، ف.، میرزایی ندوشن، ح.، مدیر رحمتی، ر. و نادری شهاب، م.، ۱۳۸۳. استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی

در تمایز کلن‌های صنوبر. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۲): ۳۰۰-۲٦۷.

-کریمی، غ.، مدیر رحمتی، ع. و رحمانی، ر.، ۱۳۸۳. آزمایش مرحله نهایی سازگاری ارقام مختلف صنوبر (پوپولتوم مقایسه‌ای) درصفرابسته. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، ٤٦ صفحه.

-Alba, N.C., 1998. Standardized list of descriptors for inventories of *Populus nigra* stand. Report of the fourth meeting: 3-5 October 1997. Gerardsbergen. Belgium: 39-41.

-Alba, N.C., Maestro, D., Gundez, M.D. and Notivol, E., 2002. Advances in the preservation of genetic resources in *Populus nigra* L. in Spain:125-136. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Eds.). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.

-Ballian, D., Kajba, D. and Idzojtic, M., 2006. Morphological diversity of hairy European Black Poplar (*Populus nigra* subsp. *caudina*) in Bosnia and Herzegovina. Оригинални научни рад, бр, 5: 13 -22.

-Kajba, D. and Romanic, B., 2002. Morphological leaf variability of the European Black Poplar (*Populus nigra* L.) in natural populations in the Drava River Basin in Croatia: 221-227. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Eds.). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.

-Kremer, A., Dupouey, J.L., Deans, D., Cottrell, J., Csaikl, U., Finkeldy, R., Espinel, S., Jensen, J., Kleinschmit, J., van Dam, B., Tutkova, M., Munro, R.C., Steinhoff, S. and Badeau, V., 2002. Leaf morphological differentiation between *Quercus robur* and *Quercus petraea* in stable across western european mixed Oak stands. Ann. For. Sci , 59: 777-787.

-Lopez, D.H., Sierra, U.R. and Cristobal, M.D., 2004. A comparison of isozyme and morphological markers to assess the within population variation in small populations of European aspen (*Populus tremula* L.) in Spain. Silvae Genetica, 53(5-6): 227-233.

-Marron, N., Dillen, S.Y. and Ceulemans, R., 2007. Evaluation of leaf traits for indirect selection of high yielding poplar hybrids. Environmental and Experimental Botany, 61: 103–116.

- Smulder, M.J.M., Van der Schoot, J., Ivens, B., Storme, V., Castiglione, S., Grassi, F., Bovenschen, J., van Dam, B.C. and Vosman, B., 2002. Clonal propagation in black poplar: 39-52. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Eds.). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.

-Storme, V., Vanden Broeck, A.H., Ivens, B., Smulders, M.J.M. , Halfmaerten, D., Van Slycken, J. and Boerjan, W., 2002. Ex situ conservation of Black Poplar in Belgium, the margin of the geographical distribution: 61-72. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Eds.). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.

-van Dam, B.V., 2002. EUROPOP: Genetic diversity in river population of European Black Poplar for evaluation of biodiversity, conservation strategies, nature development and genetic improvement: 15-32. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Ed). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.

Using morphological traits for identification of *Populus nigra* stands in Kermanshah and Zanjan provinces of Iran

A. Alimohammadi [1*], F. Asadi[2], E. Adeli[3], S.R. Tabaei-Aghdaei[4] and A. Mataji[5]

1*- Corresponding author, Ph.D. student., Islamic Azad University, Research and Science Branch, Tehran.
E-mail: afrooz_viva@yahoo.com
2- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands.
3- Professor, Islamic Azad University, Research and Science Branch, Tehran.
4- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands.
5- Associate Prof., Islamic Azad University, Research and Science Branch, Tehran.

Abstract

In order to adopt strategies for conservation and development, it is necessary to estimate the amount and distribution of genetic diversity in existing populations of poplar. In this study, for estimating genetic diversity between and within 12 stands of *Populus nigra* established at Kermanshah and Zanjan provinces in Iran, morphological traits were measured. In order to assimilate environmental conditions, seedling were planted under randomized complete blocks design with 3 replications. In the middle of growing season, 23 morphological traits were measured and data were analyzed using analysis of variance, cluster and principal component analysis. Results showed significant differences between stands. Principal component analysis introduced traits with high weight in components. Finally, by using cluster analysis, stands were classified in 2 groups based on 2 different provinces. Results showed that in homogeneous conditions, morphological traits could reveal diversity and similarity in poplar stands.

Key words: *Populus nigra*, morphological traits, genetic diversity, leaf characteristics.