

بررسی تنوع توده‌های سپیدار (*Populus alba*) بر پایه صفات مورفولوژیکی برگ در استان‌های اصفهان و زنجان

افروز علی محمدی¹، فرهاد اسدی²، سید رضا طبایعی عقدایی²، اسدالله مناجی³

تاریخ دریافت: 90/7/5 تاریخ پذیرش: 90/12/8

چکیده

تنوع ژنتیکی مناسب امری مهم برای افزایش توانایی سازگاری توده‌های صنوبرکاری شده در برابر تغییر شرایط محیطی است. از این رو بررسی میزان تنوع ژنتیکی توده‌های صنوبرکاری شده به منظور اتخاذ استراتژی حفاظت و توسعه، جهت مدیریت پایدار و استمرار تولید چوب امری ضروری به نظر می‌رسد. بر این اساس در تحقیق حاضر از میان توده‌های سپیدار (*Populus alba/white poplar*) کشت شده در دو استان اصفهان و زنجان، درختان متعلق به 7 توده بر پایه 17 صفت مورفولوژیکی برگ از لحاظ وجود گوناگونی ژنتیکی مورد بررسی قرار گرفتند. به منظور یکسان‌سازی شرایط محیطی، قلمه‌ها در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در 3 تکرار در محل ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج کاشته شدند. اندازه‌گیری صفات مورفولوژیک در اواسط فصل رویش انجام شد و داده‌های حاصل با استفاده از تجزیه واریانس و تجزیه خوشه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج حاصله از تجزیه واریانس، گوناگونی در سطح توده‌ها را از لحاظ 10 صفت مورفولوژیکی آشکار کرد و تجزیه خوشه‌ای توانست به خوبی توده‌های دو استان را در گروه‌های مجزا تفکیک کند طوری که سطح تنوع ژنتیکی توده‌های استان زنجان بیشتر از توده‌های استان اصفهان ارزیابی شد. نتایج نشان داد که صفات مورفولوژیکی در شرایط محیطی یکسان می‌توانند قرابت‌ها و تفاوت‌های بین توده‌ها را آشکار کنند.

واژه‌های کلیدی: سپیدار، صفات مورفولوژیکی، تنوع ژنتیکی، خصوصیات برگ، استان‌های اصفهان و زنجان.

afrooz_viva@ yahoo. com

1- عضو هیات علمی دانشگاه پیام نور

2- اعضای هیات علمی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

3- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

را برآورد کرد و همچنین عنوان کردند که صفات مورفولوژیک برای تشخیص بین‌گونه‌ای و مطالعات مربوط به صفات سازگار شونده بسیار مفید هستند. (گب هاردت و همکاران^۳، ۲۰۰۲) به منظور بررسی تنوع ژنتیکی در جمعیت‌های طبیعی تبریزی (*P. nigra*) علاوه بر ابزار مولکولی از صفات مورفولوژی استفاده کردند. بین توده‌ها از لحاظ تمام صفات مورد بررسی اختلاف معنی‌دار وجود داشت. (لوپز و همکاران^۴، ۲۰۰۴) به منظور بررسی تنوع درون و بین جمعیتی صنوبر لرزان (*P. tremula*) از نشانگرهای مورفولوژیک استفاده کردند. در نتایج آمده‌است که صفات مورفولوژی، همچون نشانگرهای تشخیصی ارزان برای تفکیک اولیه کلن‌ها و ابزاری برای تعریف واحدهای حفاظت داخل رویشگاهی در جمعیت‌های در معرض خطر هستند. (بالین و همکاران^۵، ۲۰۰۶) با استفاده از ابزار مورفولوژیک تفاوت‌های فردی درختان تبریزی داخل یک توده و تفاوت بین درختان موجود در توده‌های مختلف را آشکار کردند. (کالگری و همکاران^۶، ۲۰۰۶) بر پایه صفات مورفولوژیک برگ، رویشگاه‌های طبیعی پده (*P. euphratica* Olive.) را مورد مقایسه قرار دادند و نشان دادند که هر یک از رویشگاه‌ها بر پایه صفات مورفولوژیک در گروه‌های جدا از هم قرار می‌گیرند. اسدی و همکاران (۱۳۸۳) نیز به منظور تمایز کلن‌های مختلف از

تقاضا برای فرآورده‌های چوبی به‌طور روز افزونی در حال افزایش است. از طرفی استحصال چوب از جنگل‌ها به دلیل اهمیت زیست‌محیطی آنها کاهش یافته است. در این راستا صنوبرها به دلیل دامنه سازگاری وسیع، رشد سریع و قابلیت کاربرد چوب، بازدهی اقتصادی سریع‌تر و پراکنش گسترده گونه‌های مختلف این جنس در اغلب مناطق کشور در صنایع مختلف به‌عنوان بهترین جایگزین برای تامین چوب معرفی شدند (اسدی، ۱۳۸۰). از دیرباز ارقام مختلف صنوبر در حاشیه رودخانه‌ها مورد کشت و بهره‌برداری قرار گرفته‌اند. تکثیر این درختان توسط قلمه و به صورت رویشی انجام می‌گیرد که این شیوه تکثیر موجب تقلیل شدید سطح تنوع ژنتیکی می‌شود. برای بررسی تنوع ژنتیکی توده‌ها و به منظور کاشت توده‌های با تنوع بیشتر می‌توان از نشانگرهای مختلف استفاده کرد. از جمله این نشانگرها، صفات مورفولوژیک برگ را می‌توان نام برد که به‌عنوان نشانگری ارزان و آسان برای بررسی ابتدایی تنوع توده‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا (آلبا و همکاران^۱، ۲۰۰۲) در تحقیق خود نشان دادند که صفات مورفولوژیک برگ ابزار مفید برای مطالعه گوناگونی ژنتیکی توده‌های صنوبر در اسپانیا بوده است. (استروم و همکاران^۲، ۲۰۰۲) نیز معتقدند که این امکان وجود دارد که به‌توان بر پایه مشخصات برگ صنوبرها تنوع ژنتیکی

^۳ Gebhardt et al.

^۴ Lopez et al.

^۵ Ballian et al.

^۶ Calagari et al.

^۱ Alba et al.

^۲ Storme et al.

نشانگرها به عنوان ابزاری اولیه برای بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های صنوبرکاری شده است.

مواد و روش‌های بررسی

مواد

توده‌های مورد بررسی از توده‌های صنوبرکاری شده استان اصفهان و استان زنجان انتخاب شدند. توده‌های واقع در استان اصفهان در حاشیه زاینده رود قرار داشتند. میانگین دمای سالیانه محل استقرار 15 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه 100 میلی‌متر بود. توده‌های صنوبرکاری شده استان زنجان در حاشیه زنجانرود با میانگین دمای سالیانه 11 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه 299 میلی‌متر استقرار یافته بودند.

روش‌های بررسی

از توده‌های صنوبرکاری شده استان اصفهان، 5 توده خالص سپیدار که دارای کمترین میزان دخالت بوده و سن آن‌ها کمتر از 20 سال بود، انتخاب شدند. مساحت توده‌ها حداقل 0/3 هکتار و فاصله آن‌ها از هم حداقل 3/5 کیلومتر بود. از آنجایی که در میان توده‌های صنوبرکاری شده استان زنجان، فقط 2 توده نسبتاً خالص سپیدار با رعایت معیارهای ذکر شده وجود داشت، بنابراین برای مقایسه مورفولوژیک این 2 توده انتخاب شدند. از 7 توده صنوبرکاری شده (2 توده از زنجان با عناوین Z1 و Z2 و 5 توده از اصفهان با عناوین E3 تا E7)، تعداد 21 درخت (از هر توده 3 درخت: نزدیکترین درخت به مرکز، درختی با شرایط رویشی متوسط درختان

گونه‌های سپیدار، تبریزی و *P. deltoides* از 20 صفت مورفولوژیک مربوط به برگ، شاخه و ریشه استفاده کردند و اختلافات معنی‌دار بین گونه‌ها از لحاظ میانگین صفات مورفولوژیک را نشان دادند. دانشور و مدیر رحمتی (1387) با استفاده از صفات مورفولوژیک، فنولوژیک و فیزیولوژیک؛ کلن‌های مختلف سپیدار را مورد مقایسه قرار دادند. بدین‌منظور در تفکیک مورفولوژیکی کلن‌های این گونه صفاتی چون حاشیه‌برگ، شکل نوک‌برگ و طول‌برگ را اندازه‌گیری کردند. علی محمدی و همکاران (1388) نیز در تحقیق خود نشان دادند که می‌توان برای بررسی تنوع ژنتیکی در میان توده‌های تبریزی از صفات مورفولوژیک (به‌ویژه صفاتی که تحت کنترل ژنتیک هستند)، استفاده کرد. نشانگرهای مورفولوژیک در شرایط یکسان محیطی می‌توانند اطلاعات سودمندی در زمینه تنوع ژنتیک ارایه دهند (استروم و همکاران، 2002). اندازه‌گیری تنوع ژنتیک، تعادل سیستم‌های زادآوری را نشان می‌دهد و با اطلاعات به‌دست آمده می‌توان نیاز حفاظتی جمعیت‌ها را تعریف کرد. دلیل علمی برای حفاظت ژنتیکی جمعیت‌ها بر این پایه استوار است که یک منبع ژنتیکی، یک منبع غیرقابل تعویض و باارزش از ژن‌های ویژه است که در برنامه‌های اصلاحی و افزایش غنای ژنی می‌توان از آن بهره‌گرفت (کوترل و همکاران¹، 2002). براین‌اساس هدف از تحقیق حاضر تعیین تنوع ژنتیکی توده‌های سپیدار با استفاده از صفات مورفولوژیک برگ و معرفی این

¹ Cottrell et al.

، LP ، LR و PR صفت کمی مرتبط با اندازه برگ هستند. برای تمام صفات میانگین و برای صفت شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ (JS) که براساس حالت‌های چندگانه اندازه‌گیری می‌شود، فراوان‌ترین حالت و درصد فراوانی محاسبه شد. با استفاده از آزمون 1-Sample K-S نرمال بودن داده‌ها مشخص شد و پس از آن به منظور مقایسه میانگین صفات کمی در سطح دو استان، از آزمون t و در سطح توده از تجزیه واریانس استفاده شد (منابع تغییرات در تجزیه واریانس عبارتند از تکرار، توده و خطا) و برای تفکیک توده‌ها بر اساس صفات با اختلاف معنی‌دار، از آزمون دانکن استفاده شد و در نهایت از تجزیه خوشه‌ای (روش مرکز ثقل²) برای گروه‌بندی و تمایز توده‌ها استفاده شد. آزمون‌های آماری ذکر شده با استفاده از نرم‌افزارهای SPSS (برای آزمون t و تجزیه خوشه‌ای) و MSTATC (برای تجزیه واریانس و آزمون دانکن) انجام شد.

توده و درخت غالب) انتخاب شدند. به منظور حذف اثر عوامل محیطی بر تغییرات صفات مورفولوژیک، قلمه‌های 20 سانتی‌متری از این درختان تهیه شد و اسفند ماه 1384 در عرصه مجتمع تحقیقاتی البرز (واقع در 5 کیلومتری جنوب شهرستان کرج با میانگین دمای سالیانه 14 درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالیانه 230 میلی‌متر)، وابسته به موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور کاشته شد. جهت تولید قلمه‌های یکنواخت، پس از یک سال رویش، از نهال‌های تولید شده مجدداً قلمه‌گیری شد و تعداد 9 قلمه از هر درخت در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با 3 تکرار در زمین اصلی کاشته شد. (لازم به ذکر است که تحقیق حاضر بخشی از طرح موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع است، بنابراین مراحل ذکر شده در بالا توسط مجری طرح مذکور انجام شده بود). از آن‌جا که بررسی مشخصات مورفولوژیکی برگ معمولاً در زمان کامل شدن آن و در اواسط فصل رویش انجام می‌شود (آلبا و همکاران، 2002)، بنابراین در مرداد سال 1386 از 1/3 میانی هر نهال 9 برگ سالم جدا شد و صفات مندرج در جدول 1 که مشتمل بر صفات پیشنهاد شده توسط دستورالعمل کمیسیون بین‌المللی صنوبر (فاو¹، 1998) است، اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است که از میان 17 صفت مورد بررسی 11 صفت: DBW، β ، α ، A25، A10، BA، AA، JS، LT، BW50 و BW90؛ صفات کیفی مرتبط با شکل برگ و 6 صفت: LA، LW، LL

²- Centroid clustering

¹ FAO

جدول 1- مشخصات، نحوه اندازه‌گیری و واحد اندازه‌گیری صفات مورد بررسی

صفات	نماد	نحوه اندازه‌گیری و واحد
عرض برگ در 50% طول برگ	BW50	مشخص کردن 50% طول برگ و اندازه‌گیری عرض آن بر حسب سانتی‌متر
عرض برگ در 90% طول برگ	BW90	مشخص کردن 90% طول برگ (از سمت نوک برگ) و اندازه‌گیری عرض آن بر حسب سانتی‌متر
عرض برگ در 1 سانتی‌متری نوک	LT	مشخص کردن 1 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 پائینی	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 10% طول برگ	A10	مشخص کردن 10% 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 25% طول برگ	A25	مشخص کردن 25% 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
طول برگ	LL	بر حسب سانتی‌متر
حداکثر عرض برگ	LW	بر حسب سانتی‌متر
سطح برگ	LA	بر حسب سانتی‌متر مربع
طول دمبرگ	LP	بر حسب سانتی‌متر
فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه	DBW	بر حسب سانتی‌متر
نسبت طول برگ به حداکثر عرض برگ	LR	
نسبت طول دمبرگ به طول برگ	PR	
شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ	JS	اندازه‌گیری به صورت مشاهده ای بر اساس 8 حالت: 1- بدون حفره 2- کم عمق 3- گوه ای شکل کامل 4- عمیق 5- با لبه های موازی 6- با لبه های رویهم افتاده 7- چین و چروک دار 8- دنباله دار

نتایج

نتایج اندازه‌گیری میانگین و فراوانی

مقادیر حداکثر و حداقل میانگین‌های صفات کمی و توده‌ی یا توده‌های مربوطه در جدول 2 آورده شده‌است. لازم‌به‌ذکر است که منظور از میانگین، متوسط مقادیر صفات اندازه‌گیری شده برای تمام درختان یک توده است و توده یا توده‌هایی است که مقادیر میانگین آن‌ها از بقیه توده‌ها بیشتر است به‌عنوان حداکثر و توده یا توده‌هایی که مقادیر میانگین آن‌ها از بقیه کمتر است، با عنوان حداقل در جدول مربوطه آورده شده‌است. نتایج اندازه‌گیری فراوانی برای صفت کیفی شکل حفره در محل اتصال پهنک به دم‌برگ (JS) در جدول 3 آورده شده‌است.

نتایج مقایسه میانگین‌ها

نتایج آزمون t مستقل (جدول 4) نشان داد که در سطح استان‌ها بین میانگین صفت نسبت طول دم‌برگ به طول برگ (PR) اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد و بین میانگین صفات فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW)، زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی (α)، زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پایینی (β) و زاویه پایه (BA)؛ اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد وجود داشت.

نتایج تجزیه واریانس (جدول 5) نشان داد که در سطح توده‌ها، میانگین صفات عرض برگ در 1 سانتی متری نوک (LT)، فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW)، زاویه 10 درصد طول برگ (A10)، زاویه 25 درصد طول برگ (A25)، زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین

رگبرگ پایینی (α)، زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پایینی (β)، زاویه نوک (AA) و زاویه پایه (BA) از نظر آماری اختلاف معنی‌دار داشتند.

نتایج آزمون دانکن (جدول 6) نشان داد که توده‌ها از لحاظ صفات زاویه پایه (BA) و زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی (α) در 5 دسته، بر اساس صفات طول دم‌برگ به طول برگ (PR)، زاویه 10 درصد طول برگ (A10)، زاویه 25 درصد طول برگ (A25) و زاویه نوک (AA) در 4 دسته و از لحاظ بقیه صفات در 2 دسته قرار گرفته‌اند.

جدول 2- مقادیر حداکثر و حداقل میانگین‌های صفات کمی و توده‌ی یا توده‌های مربوطه

حداقل		حداکثر		صفات
مقدار	توده	مقدار	توده	
5/93 سانتی‌متر	E3	6/60 سانتی‌متر	Z2	LL
2/47 سانتی‌متر	Z1	3/80 سانتی‌متر	E5	BW50
0/70 سانتی‌متر	Z1	1/07 سانتی‌متر	Z2	BW90
1/07 سانتی‌متر	Z1	1/57 سانتی‌متر	E4	LT
6/27 سانتی‌متر	Z1	8/07 سانتی‌متر	E5	LW
1/57 سانتی‌متر	E3	2/37 سانتی‌متر	Z2	DBW
2/67 سانتی‌متر	Z1	3/70 سانتی‌متر	E5	LP
72/67 درجه	Z1	79/47 درجه	E5	A10
55/00 درجه	Z1	65/60 درجه	E5	A25
77/50 درجه	Z1	122/10 درجه	E5	α
56/57 درجه	Z1	91/23 درجه	E5	β
38/20 درجه	E7	69/07 درجه	Z2	AA
91/63 درجه	Z1	147/10 درجه	E5	BA
0/80	E5 و E4	1/00	Z1	LR
0/43	Z1	0/60	E5	PR
23/20 سانتی متر مربع	Z1	36/30 سانتی متر مربع	E5	LA

جدول 3- مقادیر فراوانی حالت‌های مختلف صفت کیفی شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ

توده‌های اصفهان	توده‌های زنجان
42 % با لبه‌های موازی	50 % کم عمق
33 % گوه‌ای شکل	28 % بدون حفره
22 % عمیق	11 % گوه‌ای شکل کامل
3 % کم عمق	11 % عمیق

جدول 4- مقدار آماره t و سطح معنی داری حاصل از مقایسه میانگین صفات در سطح دو استان برپایه آزمون t

صفات	آماره t	صفات	آماره t	صفات	آماره t	صفات	آماره t
LL	1/82ns	LW	-1/27ns	LP	-1/90ns	BA	5/00**
BW50	-1/70ns	DBW	7/05**	α	-6/10**	LR	2/40ns
BW90	-0/26ns	A10	-1/90ns	β	-11/48**	LA	-0/68ns
LT	-1/93ns	A25	-1/83ns	AA	1/08ns	PR	-3/32*

ns, * و ** به ترتیب نشاندهنده عدم اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح 95 درصد و در سطح 99 درصد

جدول 5- مقدار آماره F و سطح معنی داری حاصل از مقایسه میانگین صفات در سطح توده‌ها برپایه تجزیه واریانس

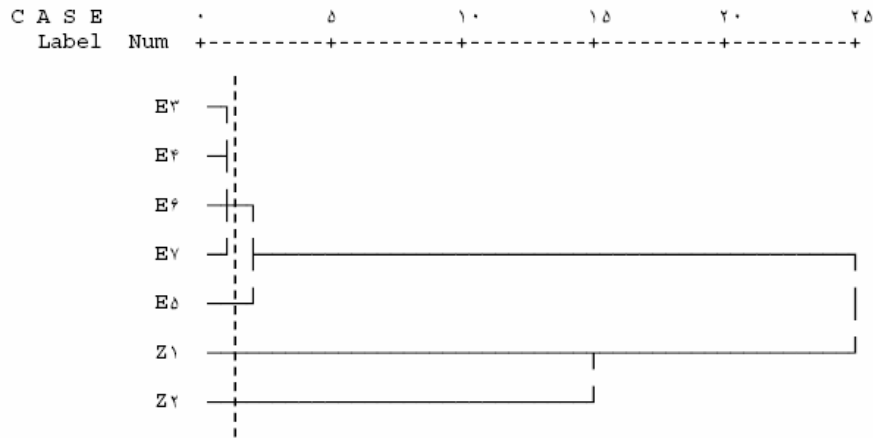
صفات	آماره F	صفات	آماره F	صفات	آماره F	صفات	آماره F
LL	0/14ns	LW	0/56ns	LP	0/86ns	BA	70/73**
BW50	1/87ns	DBW	9/76**	α	27/84**	LR	3/90*
BW90	1/18ns	A10	5/97**	β	16/90**	PR	4/21*
LT	4/63*	A25	18/07**	AA	5/40**	LA	0/51ns

ns, * و ** به ترتیب نشاندهنده عدم اختلاف معنی دار، اختلاف معنی دار در سطح 95 درصد و در سطح 99 درصد

نتایج تجزیه خوشه‌ای

دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای با استفاده از روش مرکز ثقل (شکل 1) توانست توده‌های مربوط به دو استان را به خوبی از هم تفکیک کند به طوری که توده‌های اصفهان بر اساس شباهت‌های موجود، در گروه‌های جدا از توده‌های زنجان قرار گرفته‌اند. البته بین توده‌های اصفهان، شباهت‌ها بیشتر بوده و می‌توان آن‌ها را به عنوان یک خوشه پذیرفت ولی توده‌های زنجان در ابتدا به 2 خوشه مجزا تقسیم شده‌اند.

با رسم خط برش (خط نقطه چین در شکل 1)، این 7 توده بر اساس تفاوت‌های مورفولوژیک به 4 گروه مجزا تقسیم می‌شوند: 2 توده زنجان (Z1 و Z2) هر کدام در 2 دسته جدا قرار گرفته‌اند. 5 توده اصفهان نیز در 2 دسته جدا قرار گرفته‌اند، به طوری که توده E5 در یک دسته و توده‌های E3، E4، E6 و E7 در یک دسته قرار گرفته‌اند.



شکل 1- دندروگرام حاصل از تجزیه خوشه‌ای توده‌ها بر پایه صفات مورفولوژیکی

جدول 6- میانگین صفات با اختلاف معنی‌دار در بین توده‌ها و ترتیب و دسته‌بندی توده‌ها بر اساس این صفات با استفاده از آزمون دانکن

صفات									
A10		PR		LR		DBW		LT	
میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب
دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها
79/47A	E5	0/60A	E5	1/00A	Z1	2/37A	Z2	1/57A	E4
78/83AB	E4	0/57AB	E7	0/87B	Z2	2/23A	Z1	1/53A	E5
78/73AB	E3	0/57AB	E4	0/87B	E6	1/80B	E5	1/50A	E6
77/17AB	Z2	0/53AB	E6	0/84B	E7	1/73B	E6	1/40A	Z2
77/00AB	E6	0/50BC	E3	0/83B	E3	1/63B	E4	1/40A	E3
75/93B	E7	0/50BC	Z2	0/80B	E5	1/60B	E7	1/37A	E7
72/67C	Z1	0/43C	Z1	0/80B	E4	1/57B	E3	1/07B	Z1
BA		AA		β		α		A25	
میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب	میانگین و	ترتیب
دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها	دسته بندی	توده‌ها
147/10A	E5	69/07A	Z2	91/23A	E5	122/10A	E5	65/60A	E5
144/87A	E6	52/87B	E5	87/87A	E6	116/73AB	E6	64/37AB	E4
143/47A	E4	45/30BC	E4	84/37A	E7	113/03AB	E3	63/93AB	E3
141/70AB	E3	43/13BC	E3	83/70A	E4	112/97AB	E4	63/37AB	Z2
135/77B	E7	40/60BC	E6	83/27A	E3	111/13B	E7	62/67B	E6
118/00C	Z2	38/30BC	Z1	58/30B	Z2	92/53C	Z2	61/90B	E7
91/63D	Z1	38/20C	E7	56/57B	Z1	77/50D	Z1	55/00C	Z1

بحث

غالب حفره با لبه‌های موازی و در توده‌های زنجان (50 درصد از درختان نمونه) کم عمق بوده است. نتایج آزمون دانکن نیز نشان داد که 7 توده از لحاظ صفات کیفی چون زاویه پایه (BA) و زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی (α) در 5 دسته جداگانه قرار گرفتند. این نتایج نشانگر شکل متفاوت برگ درختان سپیدار توده‌های اصفهان و زنجان بوده است.

در تحقیقات انجام شده به منظور بررسی همبستگی بین صفات مورفولوژیکی برگ و فاکتورهای تولید و رویش، نشان داده شده است که از میان صفات کمی، صفت سطح برگ، عموماً در ارتباط با تولید و رویش است (Al Afas و همکاران¹، 2006 و پالیز و همکاران²، 2004)، هم‌چنان‌که یوسفی و مدیر رحمتی (1383) در ارزیابی و گروه‌بندی کلن‌های صنوبر با استفاده از خصوصیات برگ و عملکرد چوب به این نتیجه رسیدند که کلن‌های با عملکرد چوب بالاتر دارای میانگین سطح برگ و تعداد برگ بیشتری هستند. امیری و آزادفر (1387) نیز نشان دادند که سطح برگ درختان تبریزی مستقر در رویشگاه با شرایط اکولوژیک بهتر، به‌طور معنی‌داری بیشتر از رویشگاه‌های دیگر بوده است. براین اساس از آنجاکه نتایج تحقیق حاضر نشان داد که میانگین صفت سطح برگ بین توده‌های دو استان و همین‌طور درون توده‌ها اختلاف معنی‌داری نداشته‌اند، می‌توان

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که می‌توان از صفات مورفولوژیک برگ برای تفکیک توده‌ها و بررسی تفاوت‌ها و قرابت‌های درون توده‌ای استفاده کرد. هم‌چنان‌که آنالیز خوشه‌ای بر پایه صفات مورفولوژیکی توانست به خوبی توده‌های سپیدار دو استان را براساس تفاوت‌های مورفولوژیک برگ از هم جدا کند. این تفاوت‌ها ناشی از سازگاری برگ درختان به شرایط محیطی متفاوت مبدا است که کاشت در محیط یکسان، به دلیل تفاوت‌های ژنتیکی ناشی از شرایط محیطی، گوناگونی در صفات مورفولوژیک دیده شد (امیری و آزادفر، 1387). هم‌چنان‌که در تحقیق حاضر نتایج آنالیز واریانس نیز نشان داد که از لحاظ صفات مورفولوژیک مورد بررسی بین توده‌ها گوناگونی وجود دارد (وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین 10 صفت از میان 17 صفت مورد بررسی). صفاتی که باعث تمایز توده‌های دو استان شده است شامل 4 صفت کیفی (صفات مربوط به شکل برگ): فاصله بین حداکثر عرض برگ تا پایه (DBW)، زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی (α)، زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پایینی (β) و زاویه پایه (BA) و 1 صفت کمی (صفت مرتبط با اندازه برگ): نسبت طول دم‌برگ به طول برگ (PR) است. نتایج اندازه‌گیری فراوانی برای صفت کیفی شکل حفره در محل اتصال پهنک (JS) نشان داد که در توده‌های اصفهان (42 درصد از درختان نمونه) شکل

¹ Al Afas et al.

² Pellis et al.

در مقابل نظرات موافق در مورد استفاده از صفات مورفولوژیکی برای بررسی تنوع ژنتیکی، نظرات مخالفی نیز وجود دارد. به عنوان مثال (ون دم و همکاران³، 2002) در نتایج تحقیق خود آورده اند که صفاتی چون شکل پایه (BS)، شکل نوک (TS) و شکل حفره در محل اتصال پهنک به دمبرگ (JS)؛ برای بررسی تنوع خیلی مفید نیستند و از صفاتی چون طول برگ (LL)، حداکثر عرض برگ (LW) و طول دم برگ (LP) فقط وقتی می توان استفاده کرد که شرایط محیطی یکسان باشد. با این حال در این صفات نیز بین کلن های (با ترکیب ژنتیکی یکسان) کاشته شده در آزمایش های مزرعه ای، تفاوت وجود دارد و این امر ناشی از تاثیر زیاد شرایط محیطی بر روی برگ است و بنابراین نمی توان به طور قطعی سودمندی صفات مورفولوژیک در تخمین تنوع ژنتیک را مشخص کرد. با این حال در تحقیقات انجام شده برای بررسی تنوع ژنتیکی توده های صنوبر که علاوه بر نشانگرهای مورفولوژیک از نشانگرهای مولکولی یا نشانگرهای بیوشیمیایی استفاده کرده اند (آلبا و همکاران⁴، 2002 و لیفور و همکاران⁵، 2002 و گب هاردت و همکاران⁶، 2002) نشان داده شده است که نتایج به دست آمده بر پایه نشانگرهای مختلف یکسان بوده است و می توان از صفات مورفولوژیکی برگ در شرایط یکسان محیطی برای بررسی اولیه تنوع ژنتیکی استفاده

نتیجه گرفت که بین توده ها از لحاظ عملکرد رویشی وابسته به شرایط رویشگاهی مبداء، اختلافی وجود ندارد. البته این نتیجه وقتی می تواند قطعی شود که همبستگی بین صفات مورفولوژیک و رویشی در تحقیق حاضر نیز نشان داده شود و همین طور میزان وراثت پذیری صفت سطح برگ نیز بررسی شود.

از آن جا که صفات کمی چون اندازه برگ اغلب تحت تاثیر فاکتورهای محیطی هستند، در صورتی - که صفات کیفی مربوط به شکل برگ در برابر تغییرات محیطی ثبات بیشتری دارند (کرمر و همکاران¹، 2002). بر این اساس می توان برای مقایسه بین توده ها از صفات کیفی در ارتباط با شکل برگ استفاده کرد. هم چنان که (لوپز و همکاران²، 2004) در تحقیق خود نشان دادند که اگرچه صفات مربوط به اندازه برگ (طول برگ، عرض برگ و غیره) تحت تاثیر فاکتورهای محیطی (از جمله در معرض نور و آب بودن) قرار دارند، اما صفات مربوط به شکل برگ در برابر تغییرات محیطی ثابت تر هستند و حتی در میکرو-کلیماهای متفاوت با شدت نورهای گوناگون، این صفات اکثرا تحت تاثیر ژنوتیپ هستند و می توان آن ها را به عنوان نشانگرهای تشخیصی اولیه برای تفکیک اولیه کلن ها و به - عنوان ابزاری برای تعریف واحدهای حفاظت داخل رویشگاهی در معرض خطر یا جمعیت های حاشیه ای به کار برد.

³ Van Dam *et al.*

⁴ Alba *et al.*

⁵ Lefevre *et al.*

⁶ Gebhardt *et al.*

¹ Kremer *et al.*

² Lopez *et al.*

توده‌های متنوع و با توانایی بالا در مواجهه با آسیب‌های محیطی جایگزین توده‌های حاضر شوند. همچنین برپایه اطلاعات به‌دست‌آمده از بررسی‌های مورفولوژیکی، می‌توان پایه‌های با تفاوت ژنتیکی را برای قلمه‌گیری و کاشت در صنوبرکاری‌ها انتخاب نمود.

سپاسگزاری

این تحقیق قسمتی از طرح تحقیقاتی موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور با عنوان تنوع رویشی، رویشگاهی، ژنتیکی و اثر متقابل آن‌ها در صنوبرهای *P. nigra* و *P. alba* بوده‌است که به عنوان قسمتی از رساله دکتری دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات انجام پذیرفته شده‌است. براین اساس لازم می‌دانیم از مسئولین هر دو موسسه صمیمانه سپاسگزاری نماییم.

کرد. هم‌چنان‌که علی محمدی (1387) با استفاده از صفات مورفولوژیکی برگ (بویژه صفات کیفی که تحت کنترل ژنتیکی هستند)، توانست قرابت ژنتیکی بین توده‌های *P. nigra* مورد بررسی در استان کرمانشاه را آشکار کند و نتایج به‌دست‌آمده بر پایه نشانگرهای میکروساتلایت نیز همگنی این توده‌ها را آشکار کرد که تاییدی بر نتایج به‌دست‌آمده از بررسی مورفولوژیکی بوده‌است. از آن‌جا- که فقدان تنوع ژنتیکی مشکل بالقوه صنوبرکاری- های کشور است و احتمال اینکه جمعیت‌های حاضر به تغییر شرایط محیط آسیب‌پذیر شوند وجود دارد، لذا به‌منظور افزایش سطح تنوع ژنتیکی صنوبرکاری‌ها، برپایه نتایج تحقیق حاضر و تحقیقات مشابه، می‌توان از صفات مورفولوژیکی برگ به‌عنوان روشی مقدماتی برای تعیین اولیه سطح تنوع ژنتیکی توده‌ها استفاده کرد و پس از آن با کاشت قلمه‌های با ژنوم متفاوت، غنای ژنی توده‌ها را افزایش داد تا در درازمدت

منابع

- 6- علی محمدی، ا، 1387. بررسی تنوع ژنتیکی توده‌های *Populus nigra* با استفاده از نشانگرهای مولکولی و مورفولوژیکی، رساله دکتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، ص 151.
- 7- یوسفی، ب، ع. مدیر رحمتی، 1383. ارزیابی و گروه‌بندی 48 کلن صنوبر با استفاده از خصوصیات برگ و عملکرد چوب. فصلنامه پژوهشی جنگل و صنوبر ایران، 13 (4): 502-516.
- 8-Alba, N.C., D. Maestro, M.D. Gandez & E. Notivol, 2002, Advances in the preservation of genetic resources in *Populus nigra* L. in Spain, 125-136. In: Van Dam, B.C. & S. Bordacs (Ed), Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Proceeding of an international symposium held in Szekozard Hungary, 23 lpp.
- 9-Al Afas, N., A. Pellis, Ü. Niinemets & R. Ceulemans, 2005, Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar. II. Clonal and year-to-year differences in leaf and petiole characteristics and stand leaf area index, Biomass Bioenerg, 28: 536-547.
- 10-Ballian, D., D. Kajba & M. Idzajtich, 2006, Morphological diversity of hairy European Black Poplar (*Populus nigra* subsp. *caudina*) in Bosnia and Herzegovina. *Оригинални научни рад*, 5: 13-22.
- 11-Calagari, M., A.R. Modirrahmati & F. Asadi, 2006, Morphological variation in leaf traits of *Populus euphratica* Olive. natural population, *International Journal of Agriculture & Biology*, 8(6): 754-758.
- 1- اسدی، ف، ح. میرزایی ندوشن، ع. مدیر رحمتی، م. نادری شهاب، 1383. استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی در تمایز کلن‌های صنوبر، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 12(2): 267-300.
- 2- اسدی، ف، 1380. تنوع ژنتیکی و ساختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر و تلاقی پذیری بین ارقام بومی و غیر بومی آن، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ص 240.
- 3- امیری، م، د. آزادفر، 1387. بررسی صفات رویشی و مورفولوژیکی کلن‌های صنوبر تبریزی (*Populus nigra*) در شمال استان لرستان، دومین همایش ملی صنوبر و اهمیت آن در زراعت چوب، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، جلد اول، 395-405.
- 4- دانشور، ح، ع. مدیر رحمتی، 1387. بررسی صفات فنولوژیکی، مورفولوژیکی و فیزیولوژیکی 12 کلن کبوده بومی و غیربومی در استان اصفهان، دومین همایش ملی صنوبر و اهمیت آن در زراعت چوب، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، جلد اول، 360-368.
- 5- علی محمدی، ا، ف. اسدی، ا. عادل، ر. طبایی عقدایی، ا. متاجی، 1388. استفاده از صفات مورفولوژیکی برگ برای تمایز توده‌های *Populus nigra* در استان‌های کرمانشاه و زنجان، مجله تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، 17(3): 367-381.

12-Cottrell, J.E., H.E. Tabbener & G.I. Forrest, 2002, Distribution of variation in british black poplar: the role of human management,73-84. In: Van Dam, B.C. & S. Bordacs (Ed), Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Proceeding of an international symposium held in Szekozard Hungary, 231pp.

13-FAO. 1998. Registration form and summary description for a Populus L.cultivar, International Poplar Commission, Rome, 1-6.

14-Gebhardt, K., A. Pohland & B. Vornam, 2002, Genetic inventory of Black Poplar population in the Upper Rhine Floodplains: Conclution for conservation of an endangered plant species, 145-156. In: Van Dam, B.C. & S. Bordacs (Ed), Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Proceeding of an international symposium held in Szekozard Hungary, 231pp.

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

16-Lefevre, F., P. Achard, D. Azasis, M.J.M. Smulder, J. Van der Schoot, J. Bovenschen, B. Ivens, V. Storme, S. Fluch, V. Krystufek & S. Castiglione, 2002, Distribution of *Populus nigra* genetic diversity within France and its consequences for ex-situ conservation strategy, 85-91. In: Van

Dam, B.C. & S. Bordacs (Ed), Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Proceeding of an international symposium held in Szekozard Hungary, 231pp.

17-Lopez, D.H., U.R. Sierra & M.D. Cristobal, 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.

18-Pellis, A., I. Laureysens & R. Ceulemans, 2004, Growth and production of a short rotation coppice culture of poplar.I. Clonal differences in leaf characteristics in relation to biomass production, *Biomass Bioenerg*, 27: 9-19.

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

20-Van Dam, B.C., B. Vornam, A. Pohl, M.J.M. Smulders, J. Bovenschen & H.H. Hattemer, 2002, Conserving genetic variation of Black Poplar along the river Rhine, 117-124. In: Van Dam, B.C. & S. Bordacs (Ed), Genetic diversity in river populations of European Black Poplar, Proceeding of an international symposium held in Szekozard Hungary, 231pp.