DOI: http://dx.doi.org/10.22092/ijfpr.2011.107613

فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۱۹ شمارهٔ ۱، صفحهٔ ۱۱۸-۱۰۴، (۱۳۹۰)

تنوع مورفولوژیکی برگ کلن‌های سه گونه مختلف صنوبر

زهره سعیدی[1*] و داوود آزادفر[2]

۱*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.
پست الکترونیک: saeedizohre@gmail.com

۲- استادیار، دانشکده جنگل‌داری و فناوری چوب، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۲ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۹

چکیده

تفکیک کلن‌های مختلف صنوبر در مراحل اولیه رشد به‌کمک صفات برگ روشی ساده و ارزان است که دارای ارزش سیستماتیکی بوده و در شناخت ویژگیهای مورفولوژیکی و میزان تأثیرپذیری صفات از محیط یا ژنتیک پایه‌ها یاری می‌رساند. بدین منظور ده کلن صنوبر متعلق به سه گونه نیگرا، اروامریکانا و دلتوییدس در شرایط مشابه از نظر خاک و میکروکلیما کشت شدند و در مجموع ۲۰ صفت مختلف برگ کلن‌ها در اواسط فصل رشد اندازه‌گیری و داده‌های بدست آمده به‌کمک تجزیه واریانس، مقایسات دانکن، میزان پلاستیسیتی صفات و در نهایت تجزیه خوشه‌ای مورد بررسی قرار گرفتند. تجزیه واریانس حکایت از وجود اختلاف بسیار معنی‌دار بیشتر صفات بین گونه‌ها و برخی از کلن‌های مورد بررسی داشت. همچنین تعیین میزان پلاستیسیتی صفات نشان داد که فقط هشت صفت شامل طول دمبرگ، نسبت طول به عرض، ضریب شکل، طول، عرض، تعداد، محیط و میزان کلروفیل برگ بیشتر از ۵۰ درصد تحت تأثیر ژنتیک پایه‌ها هستند و در تفکیک کلن‌های گونه‌های اروامریکانا و دلتوییدس موفق بوده، در حالی‌که دو صفت عرض در ۵۰ درصد طول برگ و زاویه بین رگبرگ میانی با آخرین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ به‌همراه ۸ صفت قبلی در تفکیک کلن‌های گونه نیگرا مؤثرترند. نتایج این تحقیق نشان داد که تعیین تنوع درون و بین گونه‌ای صنوبر به‌کمک صفات مورفولوژیک برگ، روش مناسبی است.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، مورفولوژی برگ، کلن، گونه.

مقدمه

گونه‌های مختلف صنوبر به‌عنوان سریع‌الرشدترین درختان نیمکره شمالی، دارای پراکنش گسترده در ایران بوده و علاوه بر ارزشهای زیست‌محیطی فراوان، تأمین کننده بخش زیادی از نیازهای چوبی کشور هستند. بنابراین شناسایی و تمایز گونه‌ها و کلن‌های این جنس به‌ویژه در سنین نهالی به‌جای بررسی درازمدت آنها سبب حذف هزینه‌های زمان و مکان شده و با انتخاب پایه‌های برتر در سنین اولیه و افزایش تولید و تغذیه بیشتر صنایع چوب، از فشار وارده به جنگلهای طبیعی خواهد کاست (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳).

جنس صنوبر (*Populus* L.) به‌همراه جنس بید و نیز جنس منحصر به‌فرد *Chosenia* به خانواده *Salicacea* تعلق دارند؛ از بین سه جنس یادشده فقط جنس‌های صنوبر و بید دارای ارزش اقتصادی هستند (مهدوی، ۱۳۸۲). گیاه‌شناسان جنس صنوبر را به پنج بخش شامل تورانگا، لوسه، ایگروس، تاکاماها و لوکوئیدس تقسیم کرده‌اند. جنس صنوبر گستره طبیعی وسیعی را در نواحی معتدله شمالی به‌خود اختصاص می‌دهد. این جنس شامل

۳۰ گونه و زیرگونه می‌باشد که در نیمکره شمالی پراکنش دارند (FAO, 1980؛ سولرس، ۱۳۸٦). برخی از منابع تعداد گونه‌ها و زیرگونه‌های آن بخش را تا ۱۵۰ عدد نیز گزارش داده‌اند (Kavak, 1981). علت این اختلاف فاحش ناشی از نظریه‌های متفاوتی است که گیاه‌شناسان در مورد شناسایی واریته، کولتیوار دورگ و گونه‌های این جنس به‌طور مجزا دارند. گونه‌های متعددی از صنوبر در ایران وجود دارند که به‌طور خودرو و طبیعی و یا دست کاشت در اغلب مناطق رویشی کشور به‌صورت توده، گروهی و منفرد پراکنده‌اند (ضیایی ضیابری، ۱۳۷۱).

بررسی صفات مورفولوژیکی، یکی از قدیمی‌ترین روشهای طبقه‌بندی بوده است. برگها از مهمترین اندام‌ها برای مطالعات مورفولوژیکی به‌شمار می‌روند. مطالعات زیادی تنوع بین درختان را از لحاظ مورفولوژی برگ تأیید می‌کند (Castro-Diez *et al.*, 1997; Poorter & Jong, 1999; McDonald *et al.*, 2003). ولی Van Dam و همکارانش سودمندی قطعی صفات مورفولوژیک را در این زمینه به‌طور کامل تأیید نمی‌نمایند و فقط برخی از صفات مورفولوژیکی برگ گونه نیگرا را دارای تنوع ژنتیکی می‌دانند (Van Dam *et al.*, 2002). در مطالعه‌ای که به بررسی ۳۲ ویژگی مورفولوژیکی برگ گردوی ایرانی پرداخته شد، مهمترین صفات تمایز دهنده قابل اعتماد مورفولوژیکی برگ گردوی ایرانی شامل طول بزرگترین برگچه، طول دمبرگ، شکل حاشیه برگچه، آرک تانژانت نسبت میانگین طول برگچه به میانگین عرض برگچه و آرک تانژانت نسبت نصف عرض برگ به طول دمبرگ معرفی شدند (جعفری صیادی و همکاران، ۱۳۸۵). در زمینه خصوصیات مورفولوژیکی برگ گردو، مطالعه دیگری توسط Malvolti و همکارانش صورت گرفت که به مطالعه صفت‌هایی مانند: طول برگ، طول دمبرگ، سطح برگ، طول و عرض برگچه انتهایی، تعداد برگچه‌های سمت راست و چپ پرداختند (Malvolti *et al.*, 1994). در مطالعه دیگری اسدی و همکاران (۱۳۸۳)، ۲۰ صفت مورفولوژیکی اعم از ویژگیهای برگ، شاخه و ریشه ارقام صنوبر را در زمانهای مختلف اندازه‌گیری کردند و براساس نتایج بدست آمده با تجزیه واریانس صفات مختلف مشخص شد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک تا پنج درصد بین کلن‌ها و گونه‌ها وجود داشته، ولی گروه‌بندی کلن‌ها براساس تک‌تک صفات با تقسیم‌بندی‌های رایج سیستماتیک همخوانی زیادی نداشت؛ اما با استفاده از روشهای چندمتغیره مانند روش تجزیه خوشه‌ای به‌علت در نظر گرفتن کلیه صفات و با ارائه شکلهای مناسب ارقام مختلف صنوبر در سطح قابل قبولی از هم تفکیک شدند. بر این اساس کلن‌های متعلق به گونه‌های *Populus alba*، *Populus nigra*، *Populus deltoids* و *Populus euphratica* در گروه‌های جداگانه قرار گرفتند. در مطالعه‌ای که توسط گنجی مقدم و طلایی (۱۳۸۵) با استفاده از نشانگر مورفولوژیکی در بررسی تنوع ژنتیکی گونه محلب (*Prunus mahaleb* L.) انجام شد، مشخص گردید که بین درختان این گونه در مناطق مختلف، تفاوت معنی‌داری در بسیاری از صفات وجود دارد. با استفاده از نشانگرهای مولکولی و صفات مربوط به برگ، تنوع درون جمعیتی دو گونه از جنس *Prosopis* در مرکز و جنوب آمریکا ارزیابی شد. با توجه به تشابه بدست آمده از هر دو روش یادشده، صفات برگ به‌تنهایی برای تفکیک گونه‌های جنس *Prosopis* کافی دانسته شد (Haris *et al.*, 2003). در یک مطالعه دیگر، از مورفولوژی برگ برای بررسی تنوع بلوط‌ها استفاده شد و از طول دمبرگ، تعداد رگبرگ، تعداد لپه‌های برگ، طول نسبی دمبرگ، طول پهنک و عرض پهنک استفاده گردید (Dupouey & Bandeau, 1993). در مناطق جنگلی استان کردستان تعداد ۱۳ صفت مورفولوژیک برگ گونه بلوط دارمازو (*Quercus infectoria* Oliv.) شامل ٦ صفت از دسته صفات کمّی و ۷ صفت از دسته صفات کیفی اندازه‌گیری شدند. هدف از این مطالعه تعیین تغییرپذیری

صفات کمّی برگ و میزان تأثیرپذیری این صفات از محیط بود (کفاش و همکاران، ۱۳۸۷).

صفات مورفولوژیکی در تمایز بین گونه‌ها و بخشهای سیستماتیک قابل استفاده هستند، در این زمینه Dim *et al*. (1999) به‌منظور مطالعه صفات فنوتیپی، دوازده توده صنوبر از منابع ژنتیکی در رویشگاههای مختلف کشور رومانی را با استفاده از ۲۲ صفت که شامل شاخص‌های بیومتریکی و کیفی بودند از نظر ساختاری تقسیم‌بندی کردند. همچنین آنها صفات راستی قامت درخت، استوانه‌ای بودن تنه، فرم ساقه، نسبت ارتفاع کل به ارتفاع تنه، ضخامت شاخه و رویش حجمی برای ارزیابی کیفی توده‌ها تشخیص دادند.

Ballian *et al*. (2006) موفق به تعیین تفاوتهای درون و بین جمعیتی گونه صنوبر نیگرا با استفاده از تنوع مورفولوژیکی برگ شدند. صفات مورد مطالعه آنها شامل طول و عرض برگ، طول دمبرگ، زاویه دومین رگبرگ با رگبرگ میانی و فاصله بین پهن‌ترین قسمت برگ با پایه آن بودند. Marron *et al*. (2007) صفاتی چون شاخص سطح برگ، طول دمبرگ، وزن خشک، مقدار کربن، نیتروژن و کلروفیل را در جهت تشخیص هیبریدهای صنوبر مطالعه و مشاهده کردند که صفات شاخص سطح برگ و مقدار نیتروژن مرتبط با رویش درختان هستند. همچنین تنوع درون و بین جمعیتی گونه *P. tremula* با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی برگ مورد مطالعه قرار گرفت و صفات شامل زاویه پایه، تعداد دندانه، طول پهنک و نسبت طول پهنک به طول دمبرگ را مؤثرترین صفات در تفکیک موردنظر معرفی نمودند (Lopez *et al*., 2004). تفاوتهای درون و بین جمعیتی توده‌های طبیعی گونه نیگرا در کشور اسپانیا براساس صفات مورفولوژیک پیشنهاد شده توسط EUROPOP مطالعه شد و اختلاف معنی‌داری در صفات شکل پایه، شکل اتصال و شکل نوک برگ بین توده‌ها مشاهده گردید (Alba *et al*., 2002). همچنین در تحقیقی دیگر علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) تنوع برگ گونه صنوبر نیگرا را در توده‌های کشت شده در استانهای کرمانشاه و زنجان با استفاده از ۲۳ صفت مورفولوژیک پیشنهادی EUROPOP مطالعه نمودند. نتایج آنها نشان داد که ۹ صفت شامل عرض برگ در ۵۰ درصد طول، زاویه نوک، زاویه پایه، زاویه بین رگبرگ میانی با آخرین و دومین رگبرگ پایینی، زاویه ۱۰ درصد طول برگ، زاویه ۲۵ درصد طول برگ، حداکثر عرض برگ و سطح برگ دارای وزن بیشتری در تفکیک‌های موردنظر هستند.

هدف این تحقیق آن است که با استفاده از برخی صفات مورفولوژیکی برگ بتوان در سنین نهالی به تمایز گونه‌ها و کلن‌ها اقدام نمود و همچنین قرابتها و تفاوتهای آنها در درون و بین گونه‌های صنوبر و همچنین میزان تأثیرپذیری صفات آنها از محیط مشخص شود.

مواد و روشها

انتخاب و کاشت گونه‌ها و کلن‌های صنوبر

به‌منظور انجام این تحقیق تعداد ۱۰ کلن از سه گونه متفاوت صنوبر متعلق به بخش ایگروس موجود در جنگل آموزشی- پژوهشی شصت‌کلاته واقع در ۱۷ کیلومتری شهرستان گرگان انتخاب گردیدند. گونه‌های مورد مطالعه شامل *P.nigra*، *P.euramericana* و *P.deltoides* می‌باشند (جدول ۱). این درختان را از حدود سال ۱۳۶۰ در این جنگل کاشته و در بهمن ۱۳۸٤ اولین قلمه‌گیری از درختان انجام و در زمین نهالستان قلمه‌زنی شدند (سعیدی، ۱۳۸٦). دو سال بعد مجدداً در ١٤ اسفندماه ۱۳۸٦ از آنها قلمه تهیه و برای یکنواختی بیشتر کار در گلدان کشت شدند.

جدول ۱- فهرست و مشخصات گونه‌ها و کلن‌های صنوبر مورد مطالعه

ردیف	گونه	شماره کلن	علامت اختصاری
۱	*P. nigra*	٦٢/١٧١	P.n ٦٢/١٧١
۲		٦٢/٢٣١	P.n ٦٢/٢٣١
۳		٥٦/٧٥	P.n ٥٦/٧٥
٤		٥٦/٥٢	P.n ٥٦/٥٢
٥		٦٤/١٣	P.n ٦٤/١٣
٦	*P. euramericana*	٤٨٨	P.e ٤٨٨
۷		I٢١٤	P.e I٢١٤
۸		٤٧٦	P.e ٤٧٦
۹	*P. deltoides*	٧٧/٥١	P.d ٧٧/٥١
۱۰		٦٩/٥٥	P.d ٦٩/٥٥

گونه‌ها و کلن‌های انتخاب شده به‌روش غیرجنسی با قلمه شاخه به‌منظور انتقال کلیه صفات ژنتیکی والد تکثیر شدند. بدین منظور ابتدا از هر کلن به تعداد ۳۰ قلمه به ارتفاع ۲۰ سانتی‌متر و قطر حدود ۲ سانتی‌متر تهیه و در شرایط کاملاً مشابه از نظر خاک و میکروکلیما به‌صورت کاملاً تصادفی در گلدانهای پلاستیکی به ارتفاع حدود ۳۰ سانتی‌متر حاوی خاک سیاه جنگلی، خاک برگ و ماسه بادی به‌نسبت ۱:۱:۱ که کاملاً نرم و همگن شده بودند، کاشته شدند. کلیه عملیات نگهداری و داشت شامل وجین علف‌های هرز و آبیاری در زمانهای مناسب و به‌طور مشابه برای تمامی کلن‌ها انجام شد. کاشت و داشت کلن‌ها در چنین شرایطی سبب حذف عوامل محیطی شده و تفاوتها بی‌تردید ناشی از اختلافات ژنتیکی آنها خواهد بود.

روش بررسی

به‌منظور مطالعه صفات مورفولوژیکی برگ هر سه گونه، ابتدا براساس روش پیشنهادی Slycken (1995) صفاتی که در تمایز بین گونه‌ها و حتی کلن‌های یک گونه بیشترین تأثیر را دارند مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۲). نکته قابل توجه در انتخاب این صفات این است که برخی از آنها نه تنها در ایجاد تمایز بین ارقام مختلف سودمند نیستند، بلکه در مواردی موجب قرابت بیشتر کلن‌ها در تجزیه خوشه‌ای می‌شوند، همچنین در مواردی که از نسبت بین صفات مختلف استفاده می‌گردد، تأثیر چندانی در ایجاد تمایز بین ارقام ندارند. از این رو به‌عنوان صفات کم‌اثر یا بی‌اثر حذف می‌شوند (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳). از این رو میزان تأثیرپذیری صفات از محیط (پلاستیسیتی) با استفاده از روش Bruschi *et al.* (2003) و رابطه ۱ محاسبه و در انتخاب صفات مؤثرتر در تفکیک استفاده شد.

$$P = 1 - \frac{x}{X} \qquad \text{رابطه ۱}$$

P: پلاستیسیتی مشخصه مورد بررسی؛ x: کمترین مقدار مشخصه مورد بررسی؛ X: بیشترین مقدار مشخصه مورد بررسی

همچنین در مورد گونه صنوبر نیگرا، ۷ صفت مؤثر دیگر برگ براساس روش پیشنهادی EUROPOP و نتایج علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) که در روش قبلی وجود

نداشت، بررسی شد (جدول ۳). نمونه‌گیری به‌طور تصادفی از ۹ نهال از ۳۰ قلمه کاشته شده و با انتخاب سه برگ از هر نهال در ۲۹ تیرماه سال ۱۳۸۷ که برگها کامل شدند، انجام شد. در زمان نمونه‌گیری، شمارش تعداد برگهای هر نهال و همچنین اندازه‌گیری کلروفیل با دستگاه کلروفیل‌سنج مدل CCM-200 از شرکت OPTI-SCIENCES در دو نقطه و در دو طرف رگبرگ اصلی هر برگ انجام شد. سپس بلافاصله اندازه‌گیری وزن تر، خشک و آب برگها در آزمایشگاه و به‌تدریج سایر صفات اندازه‌گیری شدند. داده‌های بدست آمده به‌کمک تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه چندگانه دانکن بین کلن‌ها تجزیه و تحلیل شدند. سپس همبستگی بین صفات و سطح معنی‌داری آن به‌روش تعیین ضریب همبستگی پیرسون و در نهایت تعیین تفاوتهای کلن‌ها به‌کمک تجزیه خوشه‌ای به‌روش نزدیکترین همسایه‌ها با نرم‌افزار SPSS ver. 18 انجام شد.

جدول ۲- فهرست برخی صفات اندازه‌گیری شده برگ براساس روش پیشنهادی Slycken (1995)

ردیف	صفت مورد مطالعه	مقیاس اندازه‌گیری	علامت اختصاری
۱	وزن تر	گرم	WEW
۲	وزن خشک	گرم	DRW
۳	وزن آب	گرم	WAW
٤	طول برگ	سانتی‌متر	L
٥	عرض برگ	سانتی‌متر	W
٦	ضریب شکل*	نسبت	SF
۷	محیط برگ	سانتی‌متر	P
۸	مساحت یک برگ	سانتی‌متر مربع	A
۹	مساحت کل برگ نهال	سانتی‌متر مربع	TA
۱۰	طول به عرض	نسبت	L/W
۱۱	تعداد برگ سالم	عدد	N
۱۲	غلظت کلروفیل نسبی	-	C
۱۳	طول دمبرگ	سانتی‌متر	PL

*: ضریب شکل برگ، نسبت شکل برگ به شکل دایره است که با دستگاه سطح برگ‌سنج اندازه‌گیری می‌شود.

جدول ۳- فهرست برخی صفات اندازه‌گیری شده برگ براساس روش پیشنهادی EUROPOP و علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸)

ردیف	صفت مورد مطالعه	علامت اختصاری
۱	عرض برگ در ۵۰ درصد طول برگ به سانتی‌متر	BW50
۲	زاویه نوک (زاویه بین خطی از نوک تا پایه برگ با خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ در سمت نوک) به درجه	AA
۳	زاویه پایه (زاویه بین خطی از نوک تا پایه برگ با خط مماس بر حاشیه سمت راست برگ در سمت پایه) به درجه	BA
٤	زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ به درجه	α

۵	زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ به درجه	β
٦	زاویه ۱۰ درصد طول برگ (اتصال ۱۰ درصد طول برگ از سمت پایه به حاشیه سمت راست برگ و تشکیل خطی از این نقطه تا پایه و تعیین زاویه آن با خط اتصال نوک به پایه) به درجه	A10
۷	زاویه ۲۵ درصد طول برگ (اتصال ۲۵ درصد طول برگ از سمت پایه به حاشیه سمت راست برگ و تشکیل خطی از این نقطه تا پایه و تعیین زاویه آن با خط اتصال نوک به پایه) به درجه	A25

نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس کلیه صفات مورفولوژیکی برگ براساس روش Slycken نشان داد که اختلاف بسیار معنی‌داری در سطح یک درصد بین کلن‌های سه گونه مورد بررسی وجود دارد. همچنین در مقایسه تفکیکی کلن‌های هر گونه مشاهده شد که کلن‌های گونه نیگرا در تمامی صفات، کلن‌های گونه اروامریکانا در تمامی صفات به‌جز میزان آب و نسبت طول به عرض برگ و کلن‌های گونه دلتوییدس در تمامی صفات به‌جز ضریب شکل و نسبت طول به عرض برگ با هم اختلاف معنی‌داری دارند (جدول ٤). مقایسات دانکن نیز حکایت از وجود اختلاف معنی‌دار صفات مورد بررسی بین کلن‌ها داشت (جدول ۵). به‌طوری که از نظر طول دمبرگ کلن‌ها به ۷ دسته مستقل تقسیم شدند. بنابراین تفکیک گونه‌ها از این نظر کامل بوده و بیشترین و کمترین میزان طول دمبرگ به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ٦٩/٥٥ و P.n ٥٦/٥٢ بود. شباهتهای کلنی از نظر طول دمبرگ فقط در گونه‌های نیگرا و اروامریکانا مشاهده شد. کلن‌ها از نظر طول برگ به ۸ دسته مختلف (۵ مستقل و ۳ بینابینی) تقسیم شدند، به‌طوری که شباهتهایی بین کلن‌های گونه‌های مختلف مشاهده شد و بیشترین و کمترین میزان طول برگ به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ٦٩/٥٥ و P.n ٦٢/٢٣١ بود. از نظر بیشترین عرض برگ نیز کلن‌ها به ۸ دسته مختلف (٦ مستقل و ۲ بینابینی) تقسیم شدند و فقط شباهتهایی بین کلن‌های دو گونه نیگرا و اروامریکانا از این نظر مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان عرض برگ به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ٦٩/٥٥ و P.n ٦٢/٢٣١ بود. بیشترین تفاوتهای کلنی متعلق به نسبت طول به عرض برگ با ۹ دسته مختلف (٤ مستقل و ۵ بینابینی) بود، به‌طوری که گونه‌ها و کلن‌ها در بالاترین سطح تفکیک خود قرار داشتند. جالب آنکه بیشترین و کمترین مقدار این نسبت به‌ترتیب متعلق به کلن‌های ٦٢/٢٣١ و ٦٢/١٧١ گونه نیگرا بود. مقایسه ضریب شکل برگ نشان داد که کلن‌ها به‌طور کلی به ۵ دسته مختلف (٤ مستقل و ۱ بینابینی) تقسیم می‌شوند. همچنین بین کلن‌های گونه دلتوییدس و اروامریکانا شباهت‌هایی مشاهده شد که با کلن‌های گونه نیگرا کاملاً متفاوت بودند. بیشترین و کمترین ضریب شکل به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.e ٤٨٨ و P.n ٦٤/١٣ بود. دسته‌بندی کلن‌ها از نظر محیط برگ، آنها را به ۷ دسته مختلف (۵ مستقل و ۲ بینابینی) تقسیم نمود. کلن‌های گونه‌های مورد مطالعه شباهت‌هایی را از این نظر با هم نشان دادند، ولی محیط برگ کلن‌های هر گونه با هم متفاوت بودند. بدین ترتیب، بیشترین و کمترین محیط برگ کلن‌ها به‌ترتیب متعلق به P.d ٦٩/٥٥ و P.n ٦٢/٢٣١ بود. مقایسه سطح برگ و سطح کل برگهای کلن‌ها، ۸ دسته متفاوت (۵ مستقل و ۳ بینابینی) را نشان داد، به‌طوری که کلن P.d ٦٩/٥٥ دارای بیشترین میزان سطح برگ بود. مقایسه تعداد برگ نهالهای کلن‌ها حکایت از ۷ دسته مستقل داشت، به‌طوری که کلن‌های دو گونه دلتوییدس و نیگرا از این نظر کاملاً

تفکیک شدند. بیشترین و کمترین تعداد برگ به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.n ٦٢/١٧١ و P.d ٧٧/٥١ بود. اما مقایسه کلن‌ها از نظر وزن تر، وزن خشک و میزان آب بافتها حکایت از این مطلب داشت که کلن‌ها به‌ترتیب به ۷ دسته (۵ مستقل و ۲ بینابینی)، ۵ دسته مستقل و ۲ دسته مستقل تقسیم شدند. همچنین به‌لحاظ میزان کلروفیل برگها، کلن‌ها به ٦ دسته مستقل تقسیم شدند؛ به‌طوری که دو کلن گونه دلتوییدس و سه کلن گونه اروامریکانا کاملاً از هم تفکیک شده، ولی در مورد پنج کلن گونه نیگرا فقط سه دسته مجزا مشاهده گردید. همچنین در مقایسه بین گونه‌ای، شباهتهایی بین کلن‌های گونه‌های مختلف مشاهده شد. بیشترین و کمترین میزان کلروفیل به‌ترتیب متعلق به کلن‌های P.e ٤٧٦ و P.n ٦٢/٢٣١ بود.

جدول ٤- میانگین مربعات، میزان T و سطح معنی‌داری صفات مورد مطالعه برای کل کلن‌ها و کلن‌های هر گونه

صفت	میانگین مربعات			میزان T
	کل کلن‌های سه گونه	کلن‌های گونه نیگرا	کلن‌های گونه اروامریکانا	کلن‌های گونه دلتوییدس
طول دمبرگ	١١٤/٣٧٩**	١١/٣٠٢**	٦/٧٠٠**	٢٥/١٦٩**
وزن تر	٠/٥٣٤**	٠/٠٣٨**	٠/٤٢٠**	١٤/٤٣٠**
وزن خشک	٠/٠٥٥**	٠/٠٠٦**	٠/٠٤٨**	١٢/٢٧٨**
میزان آب	٠/٣٧٦**	٠/٠١١**	٠/٤٣٨ns	١٠/٧٤٤**
طول پهنک	٣٨/٦٣٨**	٤/٢٦٧**	٢٩/٠٩٢**	١٧/٠٣٢**
عرض پهنک	٣٦/٢٧٦**	١١/٤٠٩**	٢٣/٣٠٤**	١٤/٣٩٢**
طول/عرض	٠/١٠٩**	٠/١٩٩**	٠/٠٠٢ns	١/٥٩٠ ns
ضریب شکل	٠/٢٢٣**	٠/٠١٦*	٠/٠٣٤**	٠/٠٠ ns
محیط برگ	٣٠٢/٧٦٨**	٦٣/٨١٠**	٢٥٦/٨٥٠**	١٣/٥٣٢**
مساحت برگ	٢٨٢٩/٢٨٢**	٢٢٨/٠٣٤**	٢٢٤٥/١١١**	١٣/٧٤٧**
مساحت کل	٨٦١٦٢/٥٢٩**	٦٧٥٧٦/٠٧٩**	٧٠٥٢٥/٧٤٠**	٨/٩١١**
تعداد برگ	٢٩٣/٨٧٠**	٥٧/٨٣٣**	٣٤٢/١١١**	٣/٠٧٥**
میزان کلروفیل	٤٤١/٠٥٣**	١٣٤/١٠٣**	٢١٧/٩٤٥**	١١/٢٨**

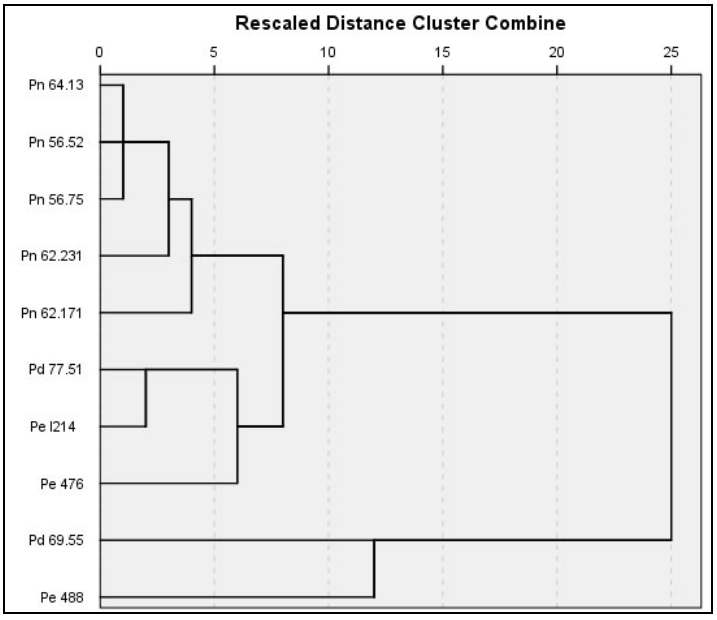
**: معنی‌دار در سطح یک درصد؛ *: معنی‌دار در سطح پنج درصد؛ ns: از نظر آماری معنی‌دار نیست

میزان پلاستیسیتی صفات مختلف کلن‌ها در جدول ٦ مشاهده می‌شود. همان‌طور که قبلاً بیان شد میزان پلاستیستی هر صفت نشان دهنده میزان تأثیرپذیری آن صفت از محیط می‌باشد. بنابراین هر چه میزان آن کمتر باشد حکایت از متأثر بودن بیشتر آن صفت از ژنتیک پایه دارد. نتایج نشان داد که میزان پلاستیسیتی هر صفت در بین کلن‌ها دارای تفاوت کم، ولی بین میانگین پلاستیسیتی صفات برای کل کلن‌ها تفاوتهای زیادی وجود دارد. این نتیجه بیانگر این مطلب است که میزان کنترل ژنتیکی هر صفت در بین کلن‌های مورد مطالعه متفاوت بوده و به‌طور کلی صفات مختلف مورد مطالعه به‌طور میانگین به یک اندازه تحت کنترل ژنتیکی کل کلن‌ها قرار نداشته و برخی صفات با داشتن میانگین پلاستیسیتی بیشتر، بیشتر تحت تأثیر محیط بوده و از ارزش تفکیکی کمتری در این

تحقیق برخوردارند. مقایسه میانگین پلاستیسیتی صفات برای تمامی کلن‌ها به‌ترتیب از کمترین به بیشترین مقدار، شامل طول دمبرگ، نسبت طول به عرض، ضریب شکل، طول، تعداد، عرض، محیط، میزان کلروفیل، مساحت، وزن خشک، سطح کل، وزن تر و میزان آب می‌باشد.

بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول ۷ نشان می‌دهد که بین تمامی صفات کلن‌ها به‌جز صفات تعداد برگ با نسبت طول به عرض برگ و همچنین سطح کل برگ با ضریب شکل برگ رابطه معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد؛ به‌طوری که رابطه مثبت معنی‌داری بین صفات طول دمبرگ، وزن تر، خشک، میزان آب، طول، عرض، ضریب شکل، محیط و مساحت برگ با سایر صفات به‌جز نسبت طول به عرض و تعداد برگ (وجود رابطه منفی معنی‌دار) دیده می‌شود. همچنین بین نسبت طول به عرض برگ با تعداد برگ، سطح کل برگ با تعداد برگ و میزان کلروفیل رابطه مثبت معنی‌دار و بین نسبت طول به عرض با سطح کل برگ و میزان کلروفیل و تعداد برگ با میزان کلروفیل رابطه منفی معنی‌داری مشاهده شد.

از آن جا که در گروه‌بندی کلن‌های گونه‌های صنوبر مورد مطالعه به‌وسیله تجزیه خوشه‌ای باید صفات مؤثری که بیشتر تحت تأثیر ژنتیک هستند تا محیط شرکت داده شوند، صفات دارای پلاستیسیتی کمتر از ۰/۵ و توانایی تفکیک بیشتر از ۵ دسته در مقایسات دانکن در نظر گرفته شدند که شامل طول دمبرگ، نسبت طول به عرض، ضریب شکل، طول، تعداد، عرض، محیط و میزان کلروفیل بودند. بر این اساس، سه کلن اروامریکانا و دو کلن دلتوییدس به‌خوبی از هم تفکیک شده، اما در مورد گونه نیگرا فقط کلن‌های ۶۲/۲۳۱ و ۶۲/۱۷۱ قابل تمایز از سه کلن دیگر این گونه هستند. اما در تفکیک گونه‌ای مشاهده شد که گونه نیگرا در خوشه‌ای کاملاً جدا از دو گونه دیگر قرار گرفته، ولی بین خصوصیات برگ برخی کلن‌های دو گونه اروامریکانا و دلتوییدس مشابهت‌هایی وجود دارد (شکل ۱).



شکل ۱- گروه‌بندی کلن‌ها و گونه‌ها براساس صفات مؤثرتر مورد مطالعه براساس روش پیشنهادی Slycken (1995)

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه کلن‌ها به‌روش دانکن

کلن	PL	WEW	DRW	WAW	L	W	L/W	SF	P	A	TA	N	C
P.n٦٢/١٧١	٣/٦٢٠f	٠/٢٠٩٨d	٠/٠٨٩١١d	٠/١٢٠٧b	٥/١٢٥d	٥/٠٢١c	١/٠٢٨f	٠/٨٦٢٢c	١٥/١١c	١٥/٨٢d	٢٣١/٨٥b	١٤/٦٦a	١٨/٣٠d
P.n٥٦/٧٥	٢/٦٨٠g	٠/١٧٩٦de	٠/٠٧٨٩٦d	٠/١٠٠٦b	٥/٠٣٣de	٤/٥٦٢d	١/١١٤bcde	٠/٨٢٠٠cd	١٤/٦٥cd	١٤/٤٠de	١٦٥/٧٥cd	١١/٤٤c	١٥/٧٧e
P.n٦٤/١٣	٤/١٤٠e	٠/١٤٦٨ef	٠/٠٥٦٩٣e	٠/٠٨٩٩b	٤/٤٧٦gh	٣/٩٢٠f	١/١٥٢b	٠/٨٠٦٧d	١٢/٩٤e	١٠/٩٠fg	١٣٩/٦٠de	١٢/٨٨b	١٦/١٥e
P.n٥٦/٥٢	٢/٦٢٠g	٠/٢٠٠٦d	٠/٠٧٧٨٦d	٠/١٢٢٧b	٤/٧٣٣ef	٤/١٧٤ef	١/١٣٦bc	٠/٨٦٠٧c	١٣/٥٤de	١٢/٦٢ef	١٧٢/٨٣c	١٣/٦٦b	١٥/٢٢e
P.n٦٢/٢٣١	٣/٤٤٠f	٠/١٢٠٢f	٠/٠٥٤٥٥e	٠/٠٦٥٦b	٤/١٦٢h	٣/٣٠٣g	١/٢٦٧a	٠/٨٤١٠cd	١١/٢١f	٨/٤٣٤g	٩٤/٨٩f	١١/٢٢c	١٤/٠٠f
P.d٦٩/٥٥	٩/٢٢٠a	٠/٥٤٩٣a	٠/١٩٣٩a	٠/٣٥٥٤a	٧/٩٨٣a	٧/١٥٠a	١/١٢١bcd	٠/٩٩٤٤b	٢٢/٣٣a	٤٠/٦٤a	٢٦٧/٩٠a	٦/٦٦f	٢١/٣٨b
P.d٧٧/٥١	٤/٥٢٠d	٠/٢٠٨٥d	٠/٠٧٣٧٨d	٠/١٣٤٧b	٤/٧٣٧ef	٤/٢٩٧de	١/١٠١cde	٠/٩٩٤٤b	١٣/٣٣e	١٣/٩١de	١١١/٤ef	٨/٠٠e	١٨/٢٢d
P.e٤٨٨	٦/٦٨٠b	٠/٤٦٠٨b	٠/١٥٧٣b	٠/٣٠٣٦a	٦/٩٣٤b	٦/٣٩٦b	١/٠٨٧de	١/٠٥٠a	١٩/٦٠b	٣٢/٥٣b	١٣٣/٩٣e	٤/١١g	١٨/٠٧d
P.e٤٧٦	٥/٨٦٠c	٠/٣٢٥٠c	٠/١١١١c	٠/٣٨٩١a	٥/٧١٢c	٥/٢٨٧c	١/٠٨٢de	١/٠٠٢b	١٥/٧١c	٢٠/٢٥c	٢٢٢/٦٠b	١١/٠٠c	٢٢/٩٧a
P.e I٢١٤	٥/٧٨٠c	٠/٢١١٨d	٠/٠٧٣٣٣d	٠/١٣٨٥b	٤/٨٧٠de	٤/٥٥١d	١/٠٧٢e	٠/٩٨٠٠b	١٣/٥١de	١٤/٧٢de	١٣٤/٢٢e	٩/١١d	٢٠/٢٥c

جدول ٦- میزان پلاستیسیتی صفات برای ده کلن مورد مطالعه

کلن	PL	WEW	DRW	WAW	L	W	SF	P	A	L/W	N	TA	C
P.n٦٢/١٧١	٠/٢١	٠/٧١	٠/٦٨	٠/٨٣	٠/٣١	٠/٤١	٠/٢٩	٠/٣٥	٠/٥٥	٠/٣٥	٠/٤٠	٠/٦٠	٠/٦٣
P.n٥٦/٧٥	٠/٢٩	٠/٧٩	٠/٦٨	٠/٩٢	٠/٤١	٠/٤٧	٠/٥٧	٠/٥٤	٠/٦٥	٠/٣٦	٠/٤٧	٠/٦٥	٠/٥١
P.n٦٤/١٣	٠/٢٢	٠/٧١	٠/٧٢	٠/٧٥	٠/٤٧	٠/٥٧	٠/٤٠	٠/٥٤	٠/٧٧	٠/٢٩	٠/٥٣	٠/٧٧	٠/٦٨
P.n٥٦/٥٢	٠/١٨	٠/٨٢	٠/٧٧	٠/٨٨	٠/٤٢	٠/٤٥	٠/٣٨	٠/٥٢	٠/٦٨	٠/١٢	٠/٣١	٠/٦٨	٠/٦٢
P.n٦٢/٢٣١	٠/٢٤	٠/٦٨	٠/٥٩	٠/٩٤	٠/٢٩	٠/٤٢	٠/٢٩	٠/٤١	٠/٥٣	٠/٣١	٠/٣٦	٠/٦٦	٠/٥٢
P.d٦٩/٥٥	٠/٢٤	٠/٦١	٠/٧٢	/٨٠	٠/٣٩	٠/٤٨	٠/٢٤	٠/٥٢	٠/٧٠	٠/٢٣	٠/٤٤	٠/٧٤	٠/٢٤
P.d٧٧/٥١	٠/٢٢	٠/٥٠	٠/٤٧	٠/٥٢	٠/٣٠	٠/٢٩	٠/٣٧	٠/٣٧	٠/٤٦	٠/١٤	٠/٣٣	٠/٦٠	٠/٥١
P.e٤٨٨	٠/١٧	٠/٦٨	٠/٧٢	٠/٧١	٠/٤٦	٠/٥٠	٠/٣٣	٠/٥٢	٠/٧٢	٠/٢٣	٠/٥٠	٠/٧٥	٠/٤٤
P.e٤٧٦	٠/٢٥	٠/٧٤	٠/٧٢	٠/٩٨	٠/٣٩	٠/٤٤	٠/٢٧	٠/٣٩	٠/٦٨	٠/٢٦	٠/٣٣	٠/٧١	٠/٤٣
P.e I٢١٤	٠/٢٠	٠/٥٩	٠/٥٩	٠/٦٠	٠/٣٩	٠/٤٢	٠/٢٩	٠/٤٢	٠/٦١	٠/١٨	٠/٢٧	٠/٦٣	٠/٢١
میانگین	٠/٢٢	٠/٦٨	٠/٦٧	٠/٧٩	٠/٣٨	٠/٤٥	٠/٣٤	٠/٤٦	٠/٦٤	٠/٢٥	٠/٣٩	٠/٦٨	٠/٤٨

جدول ۷- میزان ضریب همبستگی پیرسون بین صفات مورد مطالعه

صفات	PL	WEW	DRW	WAW	L	W	SF	P	A	L/W	N	TA	C
PL	١	٠/٧٥٦**	٠/٧٠٠**	٠/٧٤٠**	٠/٧٣٣**	٠/٦٩٢**	٠/٥٨٢**	٠/٦٥٣**	٠/٧٥٢**	-٠/١٣٩*	-٠/٦٢٨**	٠/٣٠٣**	٠/٤١٩**
WEW	٠/٧٥٦**	١	٠/٩١٩**	٠/٩٨٢**	٠/٩٦٠**	٠/٩٤٦**	٠/٤٢٢**	٠/٩٣٤**	٠/٩٦٨**	-٠/٢٩١**	-٠/٥٥٩**	٠/٥٧٤**	٠/٣٢٨**
DRW	٠/٧٠٠**	٠/٧٥٦**	١	٠/٨٣٠**	٠/٩٢٩**	٠/٩١٨**	٠/٣٤٥**	٠/٩١٨**	٠/٩٤١**	-٠/٢٦٥**	-٠/٤٩١**	٠/٦٠١**	٠/٣٠١**
WAW	٠/٧٤٠**	٠/٩٨٢**	٠/٨٣٠**	١	٠/٩٢١**	٠/٩٠٧**	٠/٤٣٥**	٠/٨٩٠**	٠/٩٢٦**	-٠/٢٨٧**	-٠/٥٥٩**	٠/٥٣٠**	٠/٣٢٢**
L	٠/٧٣٣**	٠/٩٦٠**	٠/٩٢٩**	٠/٩٢١**	١	٠/٩٦١**	٠/٣٢٢**	٠/٩٧٤**	٠/٩٧٨**	-٠/٢٢٢**	-٠/٥٢٦**	٠/٦٢٨**	٠/٣٢١**
W	٠/٦٩٢**	٠/٩٤٦**	٠/٩١٨**	٠/٩٠٧**	٠/٩٦١**	١	٠/٣٦٥**	٠/٩٦٩**	٠/٩٤٦**	-٠/٤٧٢**	-٠/٤٨١**	٠/٦٦٨**	٠/٣٤٣**
SF	٠/٥٨٢**	٠/٤٢٢**	٠/٣٤٥**	٠/٤٣٥**	٠/٣٢٢**	٠/٣٦٥**	١	٠/١٨٧**	٠/٣٨١**	-٠/٣٠١**	-٠/٥٥٢**	٠/٠٠١	٠/٣١٩**
P	٠/٦٥٣**	٠/٩٣٤**	٠/٩١٨**	٠/٨٩٠**	٠/٩٧٤**	٠/٩٦٩**	٠/١٨٧**	١	٠/٩٦٠**	-٠/٣١٨**	-٠/٤٦٦**	٠/٦٥٣**	٠/٢٩٢**

A	۰/۷۵۲**	۰/۹۶۸**	۰/۹۴۱**	۰/۹۲۶**	۰/۹۷۸**	۰/۹۶٤**	۰/۳۸۱**	۰/۹۶۰**	۱	-۰/۲۸۰**	-۰/۵٦٤**	۰/۵۸۸**	۰/۳۱٤**
L/W	-۰/۱۳۹*	-۰/۲۹۱**	-۰/۲٦۵**	-۰/۲۸۷**	-۰/۲۲۲**	-۰/٤۷۲**	-۰/۳۰۱**	-۰/۳۱۸**	-۰/۲۸۰**	۱	۰/۰۲۹	-۰/۳٦۹**	-۰/۲۰۵**
N	-۰/٦۲۸**	-۰/۵۵۹**	-۰/٤۹۱**	-۰/۵۵۹**	-۰/۵۲٦**	-۰/٤۸۱**	-۰/۵۵۲**	-۰/٤٦٦**	-۰/۵٦٤**	۰/۰۲۹	۱	۰/۲۵۳**	-۰/۲۳۰**
TA	۰/۳۰۳**	۰/۵۷٤**	۰/٦۰۱**	۰/۵۳۰**	۰/٦۲۸**	۰/٦٦۸**	۰/۰۰۱	۰/٦۵۳**	۰/۵۸۸**	-۰/۳٦۹**	۰/۲۵۳**	۱	۰/۲۷۹**
C	۰/٤۱۹**	۰/۳۲۸**	۰/۳۰۱**	۰/۳۲۲**	۰/۳۲۱**	۰/۳٤۳**	۰/۳۱۹**	۰/۲۹۲**	۰/۳۱٤**	-۰/۲۰۵**	-۰/۲۳۰**	۰/۲۷۹**	۱

تجزیه واریانس ۷ صفت مؤثر برای کلن‌های پنج‌گانه گونه نیگرا که در روش Slycken (1995) استفاده نشده بود در جدول ۸ نشان داد که فقط صفتهای عرض برگ در ۵۰ درصد طول برگ (BW50) و زاویه رگبرگ میانی با آخرین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ (α) دارای اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد بین کلن‌ها هستند و سایر صفات اختلاف معنی‌داری ندارند. گروه‌بندی به‌روش دانکن نیز کلن‌ها را از نظر صفت BW50 به ٤ دسته و از نظر صفت α به ۵ دسته تقسیم نمود (جدول ۹).

جدول ۸- تجزیه واریانس صفات مختلف پنج کلن گونه نیگرا براساس EUROPOP

صفت	میانگین مربعات	درجه آزادی	سطح معنی‌داری
BW50	۷/۹۸۲	٤	۷/۹٦۹**
AA	٤۱/٦	٤	۰/۵۸٤ns
BA	۷٤/۲٤	٤	۱/۰۳۷ ns
α	۳۹۳/۷٦	٤	٤/۰۹۸**
β	۲۰۱/۸٤	٤	۱/۰۷۵ ns
A10	٤۵/۷٦	٤	۰/۳۰۷ ns
A25	۱۰/۹٦	٤	۰/۱۷٤ ns

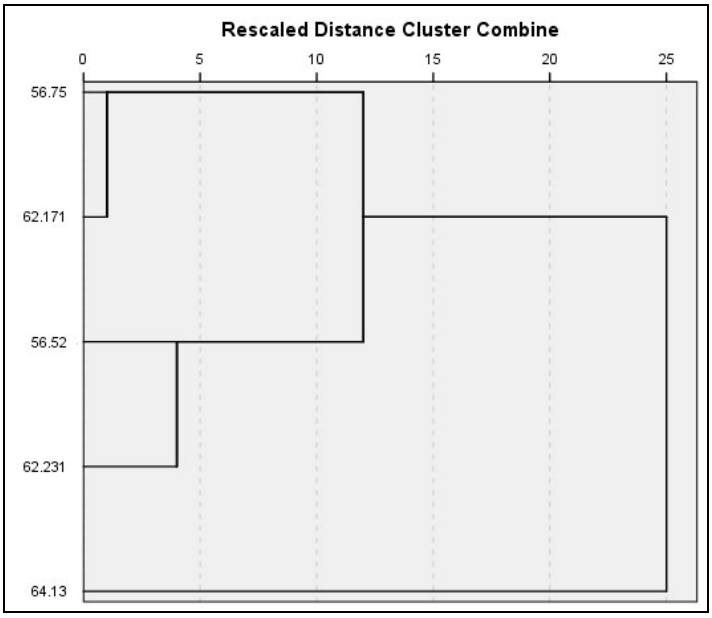
**: معنی‌دار در سطح یک درصد؛ ns: از نظر آماری معنی‌دار نیست

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات و گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا به‌روش دانکن

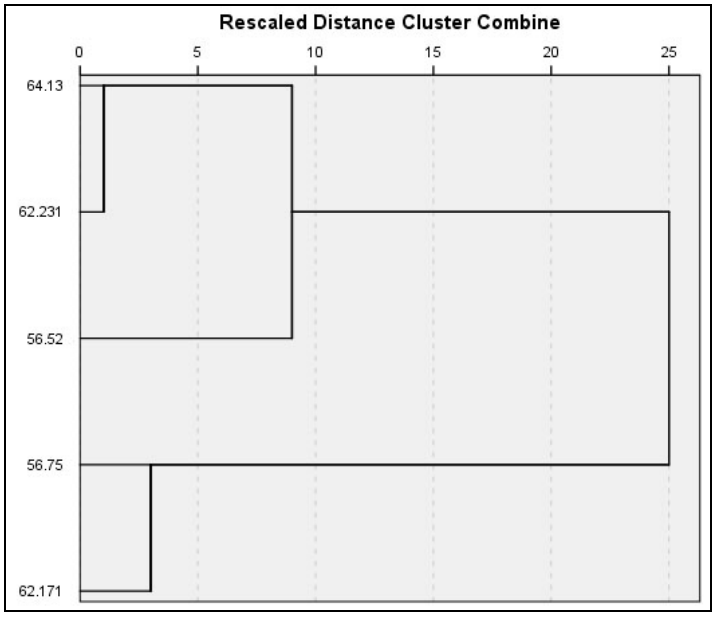
کلن	BW50	AA	BA	α	β	A10	A25
P.n٦۲/۱۷۱	٤/۷۸A	۳۵/۰A	۳۳/٤A	۵۷/۲A	۵۵/۲A	۲٦/۲A	۳۲/۲A
P.n۵٦/۷۵	٤/۷٤A	۳۵/٤A	۳٤/٦A	۵٤/۰AB	۵۷/۲A	۳۰/۲A	۳۳/٤A
P.n٦٤/۱۳	۳/۸۸BC	۳۳/٤A	۲۹/٤A	٤٦/٦C	٤۹/۸A	۲۷/٤A	۳۳/۰A
P.n۵٦/۵۲	٤/۳٤AB	۳٤/٤A	۳۲/٤A	۵۲/٤ABC	۵۰/٦A	۲۷/٤A	۳۱/٦A
P.n٦۲/۲۳۱	۳/۲۸C	۳۱/۸A	۳۲/٦A	٤۷/٦BC	۵۱/٦A	۲۷/٤A	۳۲/۰A

گروه‌بندی کلن‌های گونه نیگرا به‌روش تجزیه خوشه‌ای نشان داد که کلن‌های ۵٦/۷۵ و ٦۲/۱۷۱ مشابه هم و متفاوت با سه کلن دیگر هستند (شکل ۲). در حالی‌که گروه‌بندی کلن‌ها براساس دو صفت مؤثر BW50

و α دارای نتایج متفاوتی است، به‌طوری که بر این اساس کلن‌های ٦٤/١٣ و ٦٢/٢٣١ مشابه یکدیگر و متفاوت از سایر کلن‌ها هستند (شکل ۳).

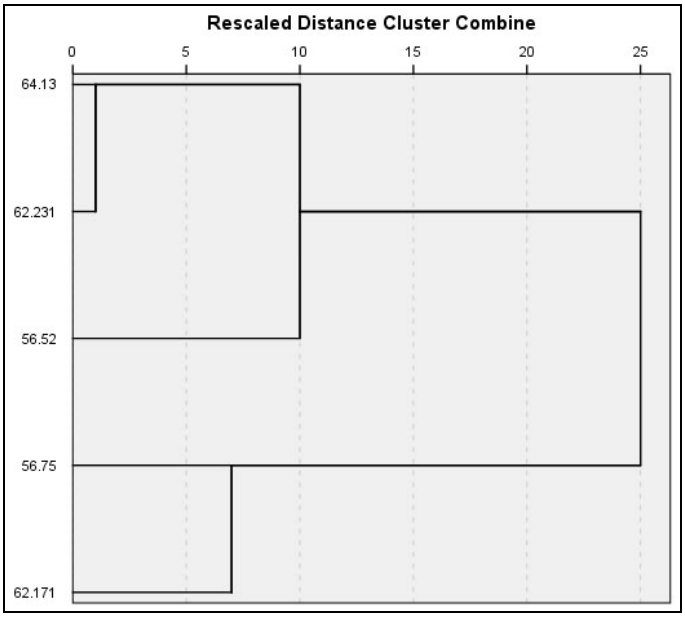


شکل ۲- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس ۷ صفت مورفولوژیک روش EUROPOP



شکل ۳- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس صفات BW50 و α

اما نتایج گروه‌بندی به‌روش تجزیه خوشه‌ای کلن‌های گونه نیگرا در شکل ٤ براساس ۸ صفت مؤثرتر روش Slycken (PL، L/W، SF، L، N، P،W و C) و دو صفت روش EUROPOP (BW50 و α) مشابه نتایج گروه‌بندی تنها دو صفت اخیر (شکل ۳) بوده، با این تفاوت که بین سه کلن ٥٦/٥٢ و ٥٦/٧٥ و ٦٢/١٧١ اختلافها بیشتر شده‌اند.



شکل ٤- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس ۸ صفت مؤثر روش Slycken (PL، L/W، SF، L، N، P،W و C) و دو صفت مؤثر روش EUROPOP (BW50 و α)

بحث

صفات مورفولوژیکی معمولاً توسط یک مکان ژنی منفرد کنترل می‌شوند و می‌توان از آنها به‌عنوان یک نشانگر ژنتیکی استفاده نمود (باقری و همکاران، ١٣٨٦). تمایز کلن‌های صنوبر به‌ویژه در مراحل اولیه رشد به‌منظور یافتن شباهتها و تفاوتهای موجود، برای استفاده از آنها در تقسیم‌بندیهای سیستماتیک و نیز برای تعیین ویژگیهای مراحل اولیه رشد، در فرایند انتخاب، ارزیابی و مکان‌یابی مناسب کلن‌ها کمک مناسبی خواهد بود (اسدی و همکاران، ١٣٨٣).

نتایج این تحقیق نشان داد که ۱۰ کلن مورد بررسی متعلق به سه گونه مختلف صنوبر از نظر ۱۳ صفت پیشنهادی روش Slycken (1995) با هم اختلاف بسیار معنی‌داری دارند، ولی میزان تفکیک این صفات در بین کلن‌ها و گونه‌ها متفاوت می‌باشد؛ به‌طوری که تمامی صفات مورد بررسی به‌غیر از میزان آب برگها قادر به‌تفکیک ۵ تا ۹ کلن از یکدیگر شدند. ولی بررسی میزان تأثیرپذیری صفات از محیط نشان داد که فقط ۸ صفت از مجموع ۱۳ صفت مورد مطالعه دارای پلاستیسیتی کمتر از ۰/۵ یا ۵۰ درصد می‌باشند و به‌عبارت دیگر ۸ صفت طول دمبرگ، نسبت طول به عرض، ضریب شکل، طول، تعداد، عرض، محیط و میزان کلروفیل برگها بیشتر تحت تأثیر ژنتیک پایه‌ها قرار داشته و صفاتی مانند سطح برگ، مجموع سطوح برگ، وزن تر، خشک و میزان آب برگها بیشتر تحت تأثیر محیط هستند. نتایج تحقیقات Ballian *et al.* (2006) نیز صفات طول و عرض برگ و طول

دمبرگ را به‌منظور مطالعات درون و بین جمعیتی گونه نیگرا مناسب دانسته است. همچنین نتایج مطالعات Marron *et al*. (2007) صفات طول دمبرگ، وزن خشک و کلروفیل را برای تشخیص هیبریدهای صنوبر توصیه نموده و صفت سطح برگ را مرتبط با رویش درختان دانسته که با نتایج پژوهش حاضر تطبیق دارد. بررسی همبستگی بین صفات نیز وجود رابطه معنی‌داری را بین بیشتر صفات نشان داد. تجزیه و تحلیل خوشه‌ای کلن‌ها براساس ۸ صفت مؤثرتر روش Slycken (1995) که بیشتر تحت تأثیر ژنتیک پایه‌ها هستند، قادر به‌تفکیک کلن‌های گونه نیگرا از دو گونه دیگر شد. همچنین در تفکیک کلن‌های گونه‌های دلتوییدس و اروامریکانا به‌طور جداگانه نیز موفق بود، ولی در مورد گونه نیگرا فقط دو کلن ٦٢/٢٣١ و ٦٢/١٧١ را توانست از سایر کلن‌ها تفکیک نماید. بنابراین مشاهده می‌شود که توانایی صفات مورد بررسی در مورد کلن‌های مورد مطالعه دارای نقاط قوت و مثبت زیاد (Castro-Diez *et al*., 1997; Poorter & Jong, 1999; Mc Donald *et al*., 2003; Malvolti *et al*. 1994; Dupouey & Bandeau, 1993; جعفری صیادی و همکاران، ۱۳۸۵؛ گنجی مقدم و طلایی، ۱۳۸۵؛ کفاش و همکاران، ۱۳۸۷) و گاهی دچار ضعف‌هایی می‌باشد (Van Dam *et al*., 2002) که می‌توان با کمک سایر صفات مورفولوژیکی برگ و اندامهای دیگر مانند شاخه و ساقه، سایر کلن‌ها و گونه‌ها را به‌طور کامل از هم جدا نمود (اسدی و همکاران، ۱۳۸۳؛ Dim *et al*., 1999; Lopez *et al*., 2004).

همچنین نتایج ادامه مطالعات به‌منظور تفکیک بیشتر کلن‌های گونه نیگرا با ۷ صفت دیگر براساس روش پیشنهادی EUROPOP (Alba *et al*., 2002) و نتایج علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) حکایت از این مطلب دارد که فقط دو صفت BW50 و α از ۷ صفت مورد مطالعه، توانایی تفکیک بیشتر کلن‌های گونه نیگرا را دارا بوده، ولی بین سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین کلن‌ها مشاهده نمی‌شود. نتایج تفکیکی با این دو صفت، سه کلن ٦٢/١٧١، ٥٦/٧٥ و ٥٦/٥٢ را از دو کلن دیگر مجزا نمود. بنابراین مشاهده می‌شود که در مورد کلن‌های گونه نیگرا قدرت تفکیکی دو صفت اخیر بیشتر از صفات روش Slycken (1995) است. همچنین نتایج ترکیبی ۸ صفت مؤثرتر روش Slycken (1995) و ۲ صفت روش EUROPOP در تفکیک کلن‌های گونه نیگرا حکایت از گروه‌بندی جدیدی ندارد و فقط میزان اختلاف بیشتری را بین گروه‌های جدا شده اخیر نشان می‌دهد. مقایسه نتایج تحقیق حاضر با نتایج علی‌محمدی و همکاران (۱۳۸۸) و Alba *et al*. (2002) روشن می‌سازد که صفات مؤثر در تفکیک درون جمعیتی یا کلنی گونه نیگرا در توده‌های طبیعی با توده‌های دست‌کاشت بدون شناسنامه و حتی کلن‌های دارای شناسنامه متفاوت بوده و گاه دارای همپوشانی است که باید در مطالعات درون و بین جمعیتی مورد توجه محققان باشد. مطالعات سایر محققان نیز مشابهت نتایج نشانگرهای مورفولوژیک را با نتایج نشانگرهای مولکولی در مطالعات درون و بین جمعیتی نشان می‌دهد که بدین ترتیب ارزش بکارگیری صفات مورفولوژیک را به‌علت ساده و ارزان بودن آن بیش از پیش روشن می‌نماید (Alba *et al*., 2002; Haris *et al*., 2003).

منابع مورد استفاده

- اسدی، ف.، میرزایی ندوشن، ح.، مدیررحمتی، ع. و نادری شهاب، م.، ۱۳۸۳. استفاده از نشانگرهای مورفولوژیکی در تمایز کلن‌های صنوبر. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۲): ۳۰۰-۲٦۷.
- باقری، ع.، مشتاقی، ن. و شریفی، ا.، ۱۳۸٦. بیوتکنولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳٦ صفحه.
- جعفری صیادی، م.ح.، مروی مهاجر، م.ر.، مظفری، ج. و سبحانی، ه.، ۱۳۸۵. بررسی ویژگیهای مورفولوژیکی برگ

گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ١٤ (١):١٩-١.

- سعیدی، ز.، ١٣٨٦. تفکیک ژنوتیپی و اکوتیپی گونه‌های صنوبر از نظر مقاومت به سرما و لیگنین‌سازی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ١١٢ صفحه.
- سولرس، ژ.، ١٣٨٦. محیط‌های کاشت صنوبر. ترجمه: منوچهر امانی، انتشارات راه سبحان، ٢٨٠ صفحه.
- ضیایی ضیابری، ف.، ١٣٧١. ذخایر ژنتیکی گونه‌های صنوبر در ایران و روش حفاظت از آنها. پژوهش و سازندگی، ١٦: ٣١-٢٨.
- علی‌محمدی، ا.، اسدی، ف.، عادلی، ا.، طبایی عقدایی، س.ر. و متاجی، ا.، ١٣٨٨. استفاده از صفات مورفولوژیکی برگ برای تمایز توده‌های *Populus nigra* در استانهای کرمانشاه و زنجان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ١٧ (٣): ٣٨١-٣٦٩.
- کفاش، ش.، بخشی خانیکی، غ. و یوسفی، ب.، ١٣٨٧. بررسی ویژگیهای مورفولوژیک برگ گونه بلوط دارمازو (*Quercus infectoria* Olive.) در جنگلهای استان کردستان. پژوهش و سازندگی، ٧٩: ١٤٤-١٣٥.
- گنجی مقدم، ا. و طلایی، ع.، ١٣٨٥. بررسی تنوع ژنتیکی در توده‌های جمع‌آوری شده محلب (*Prunus mahaleb* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیک. مجله نهال و بذر، ٢٢ (١): ٣٤-٢٩.
- مهدوی، م.، ١٣٨٢. بررسی تولید و ارزیابی خمیر APMP از چوب گونه *Populus alba* جهت ساخت کاغذ چاپ و تحریر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ٩٠ صفحه.
- 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, 231 p.
- Ballian, D., Kajba, D. and Idzojtic, M., 2006. Morphological diversity of hairy European lack Poplar (*Populus nigra* subsp. *caudina*) in Bosnia and Herzegovina. Оригинални научни рад, бр, 5: 13-22.
- 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.
- Castro-diez, P., Villar-Salvador, P., Perez-Rontome, C., Maestro-Martinez, M. and Montserrat-Marti, G., 1997. Leaf morphology and leaf chemical composition in three *Quercus* (Fagaceae) species along a rainfall gradient in NE Spain. Tree, 11: 127-134.
- Dim, G., Benea, V.I. and Coros, A.M., 1999. Phenotypical traits of the native poplar genetic resources. International poplar symposium II, Program with abstracts, Orlean, September 13-17, France, 99 p.
- Dupouey, J.L. and Badeau, V., 1993. Morphological variability of Oaks (*Q. robur* L., *Q. petrae* (Matt.) Libbl, *Q. pubesense* Wild.) in north eastern France: Preliminary results. Ann. Sci., 50: 35-40.
- FAO, 1980. Poplars and Willows in Wood Production and Land use. Rome, FAO Forestry and Forest Products Studies, 328 p.
- Harris, P.J.C., Pasiecznik, N.M., Smitha, S.J., Billingtona, J.M. and Rami, L., 2003. Differentiation of *Prosopis juliflora* (Sw). Forest Ecology and Management, 180: 153-164.
- Kavak, K.A.E., 1981. Kavak ve Kavakcilik. Izmit (Turkiye), 232 p.
- 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.
- Malvolti, M.E., Fineschi, S. and Pigliucci, M., 1994. Morphological integration and genetic variability in *Juglans regia* L. Journal of Heredity, 85: 389-394.
- 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.
- McDonald, C., Fonseca, C.R., Overton, J. and Westboy, M., 2003. Leaf-size divergence along rainfall and soil-nutrient gradients: is the method of size reduction common among clades. Functional Ecology, 17: 50-55.
- Poorter, H. and Jong, R., 1999. A comparision of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. New Phitol., 143: 163-168.
- Slycken, J.V., 1995. Plant descriptors for *Populus nigra*. In: *Populus nigra* Network, Report of the second meeting, 10 - 12 September, Casale Monferrato, Italy, IPGRI: 13-24.
- Van Dam, B.C., Vornam, B., Pohl, A., Smulders, M.J.M., Bovenschen, J. and Hattemer, H.H., 2002. Conserving genetic variation of Black Poplar along the river Rhine: 117-124. 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, 231 p.

Leaf morphological diversity in three different Poplar clones

Z. Saeedi [1*] and D. Azadfar [2]

1*- Corresponding author, M.Sc. of Forestry, Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources of Gorgan, Iran. E-mail: Saeedizohre@gmail.com
2- Assistant Prof., Faculty of Forestry and Wood Technology, University of Agricultural Sciences and Natural Resources Gorgan, Iran.
Received: 12.01.2010 Accepted: 19.06.2010

Abstract

Determination of different poplar clones by leaf traits is a simple and cheap method in early growth stages. This method has systematic value and helps to recognize the growth characteristics and effectiveness of the traits by environment or genetics. Ten poplar clones belong to three species including *P. nigra*, *P. deltoides* and *P. euramericana* were planted in the same conditions aspect of soil and microclimate and twenty leave traits were measured in the middle of growing season, then the data were analyzed using variance analysis, Duncan comparisons, determination of traits plasticity and cluster analysis. Variance analysis of the more traits showed high significant differences among the species and some clones. Also the traits plasticity was indicated that only eight traits including petiole length, length to width ratio, shape factor, length, width, number, perimeter and chlorophyll affected more than 50% by genetics and were useful to determine *P. deltoids* and *P. euramericana* clones whereas for *P. nigra* clones width in 50% of leaf length and angle between middle vein and lowest vein in the leaf right hand as well. Results of this research presented that determination of poplar inter and intra specific diversity by leaf morphological traits is suitable method.

Key words: Poplar, leaf morphology, clone, species.