

## تنوع مورفولوژیکی برگ کلن‌های سه گونه مختلف صنوبر

زهره سعیدی<sup>۱\*</sup> و داوود آزادفر<sup>۲</sup>

\*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 میکروکلیم 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 پلاستیسیته 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 پلاستیسیته 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 حالی که 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 مؤثرتریند. نتایج این تحقیق نشان داد که تعیین تنوع درون و بین گونه‌ای صنوبر به‌کمک صفات مورفولوژیکی برگ، روش مناسبی است.

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

### مقدمه

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 *Salicaceae* 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

گونه‌های مختلف صنوبر به‌عنوان سریع‌الرشدترین درختان نیمکره شمالی، دارای پراکنش گسترده در ایران بوده و علاوه بر ارزشهای زیست‌محیطی فراوان، تأمین‌کننده 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

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 nigra*, *Populus alba* و *Populus deltoides* 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 ۶ صفت از دسته صفات کمی و ۷ صفت از دسته صفات کیفی اندازه‌گیری شدند. هدف از این مطالعه تعیین تغییرپذیری

گونه و زیرگونه می‌باشد که در نیمکره شمالی پراکنش دارند (FAO, 1980؛ سولرس، ۱۳۸۶). 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, 2003; Van Dam et al., 1999). 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 ننگرا 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

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

به منظور 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. deltoidea* می‌باشند (جدول ۱). این درختان را از حدود سال ۱۳۶۰ در این جنگل کاشته و در بهمن ۱۳۸۴ اولین قلمه‌گیری از درختان انجام و در زمین نهالستان قلمه‌زنی شدند (سعیدی، ۱۳۸۶). دو سال بعد مجدداً در ۱۴ اسفندماه ۱۳۸۶ از آنها قلمه تهیه و برای یکنواختی بیشتر کار در گلدان کشت شدند.

صفات کمی 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) به منظور 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 دندان، 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

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

ردیف	گونه	شماره کلن	علامت اختصاری
۱		۶۲/۱۷۱	P.n ۶۲/۱۷۱
۲		۶۲/۲۳۱	P.n ۶۲/۲۳۱
۳	<i>P. nigra</i>	۵۶۷۵	P.n ۵۶۷۵
۴		۵۶۵۲	P.n ۵۶۵۲
۵		۶۴/۱۳	P.n ۶۴/۱۳
-----			
۶		۴۸۸	P.e ۴۸۸
۷	<i>P. euramericana</i>	۱۲۱۴	P.e ۱۲۱۴
۸		۴۷۶	P.e ۴۷۶
-----			
۹	<i>P. deltoides</i>	۷۷/۵۱	P.d ۷۷/۵۱
۱۰		۶۹/۵۵	P.d ۶۹/۵۵

(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 (پلاستیسیته) با استفاده از روش Bruschi et al. (2003) و رابطه ۱ محاسبه و در انتخاب صفات مؤثرتر در تفکیک استفاده شد.

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

$P$ : پلاستیسیته 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

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 میکروکلیم 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

خشک و آب برگها در آزمایشگاه و به تدریج سایر صفات اندازه‌گیری شدند. داده‌های بدست آمده به کمک تجزیه واریانس یک‌طرفه و مقایسه چندگانه دانکن بین کلن‌ها تجزیه و تحلیل شدند. سپس همبستگی بین صفات و سطح معنی‌داری آن به روش تعیین ضریب همبستگی پیرسون و در نهایت تعیین تفاوت‌های کلن‌ها به کمک تجزیه خوشه‌ای به روش نزدیکترین همسایه‌ها با نرم‌افزار SPSS ver. 18 انجام شد.

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،

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
۴	طول برگ	سانتی‌متر	L
۵	عرض برگ	سانتی‌متر	W
۶	ضریب شکل*	نسبت	SF
۷	محیط برگ	سانتی‌متر	P
۸	مساحت یک برگ	سانتی متر مربع	A
۹	مساحت کل برگ نهال	سانتی متر 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
۴	زاویه بین رگبرگ میانی و آخرین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ به درجه	$\alpha$

$\beta$	زاویه بین رگبرگ میانی و دومین رگبرگ پایینی در سمت راست برگ به درجه	۵
A10	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	۶
A25	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	۷

## نتایج

نتایج حاصل از تجزیه واریانس کلیه صفات مورفولوژیکی برگ براساس روش Slycken نشان داد که اختلاف بسیار معنی داری 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 به جز میزان آب و نسبت طول به عرض برگ و کلن‌های گونه دلتویدس در تمامی صفات به جز ضریب شکل و نسبت طول به عرض برگ با هم اختلاف معنی داری دارند (جدول ۴). مقایسات دانکن نیز حکایت از وجود اختلاف معنی دار صفات مورد بررسی بین کلن‌ها داشت (جدول ۵). به طوری که از نظر طول دمبرگ کلن‌ها به ۷ دسته مستقل تقسیم شدند. بنابراین تفکیک گونه‌ها از این نظر کامل بوده و بیشترین کمترین میزان طول دمبرگ به ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ۶۹/۵۵ و P.n ۵۶/۵۲ 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، به طوری که شباهتهایی بین کلن‌های گونه‌های مختلف مشاهده شد و بیشترین و کمترین میزان طول برگ به ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ۶۹/۵۵ و P.n ۶۲/۲۳۱ بود. از نظر بیشترین عرض برگ نیز کلن‌ها به ۸ دسته مختلف (۶ 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 به ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ۶۹/۵۵ و P.n ۶۲/۲۳۱ بود. بیشترین تفاوت‌های کلنی متعلق به نسبت طول به عرض برگ با ۹ دسته مختلف (۴ مستقل و ۵ بینابینی) بود، به طوری که گونه‌ها و کلن‌ها در بالاترین سطح تفکیک خود قرار داشتند. جالب آنکه بیشترین کمترین مقدار این نسبت به ترتیب متعلق به کلن‌های P.d ۶۲/۲۳۱ و P.n ۶۲/۱۷۱ گونه نیگرا بود. مقایسه ضریب شکل برگ نشان داد که کلن‌ها به طور کلی به ۵ دسته مختلف (۴ مستقل و ۱ بینابینی) تقسیم می‌شوند. همچنین بین کلن‌های گونه دلتویدس و اروامریکانا شباهتهایی مشاهده شد که با کلن‌های گونه نیگرا کاملاً متفاوت بودند. بیشترین و کمترین ضریب شکل به ترتیب متعلق به کلن‌های P.e ۴۸۸ و P.n ۶۴/۱۳ 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 به ترتیب متعلق به P.d ۶۹/۵۵ و P.n ۶۲/۲۳۱ بود. مقایسه سطح برگ و سطح کل برگ‌های کلن‌ها، ۸ دسته متفاوت (۵ مستقل و ۳ بینابینی) را نشان داد، به طوری که کلن P.d ۶۹/۵۵ دارای بیشترین میزان سطح برگ بود. مقایسه تعداد برگ نهالهای کلن‌ها حکایت از ۷ دسته مستقل داشت، به طوری که کلن‌های دو گونه دلتویدس و نیگرا از این نظر کاملاً

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 به ترتیب متعلق به کلن‌های P.e ۴۷۶ و P.n ۶۲/۲۳۱ بود.

تفکیک شدند. بیشترین و کمترین تعداد برگ به ترتیب متعلق به کلن‌های P.n ۶۲/۱۷۱ و P.d ۷۷/۵۱ بود. اما مقایسه کلن‌ها از نظر وزن تر، وزن خشک و میزان آب بافتها حکایت از این مطلب داشت که کلن‌ها به ترتیب به ۷ دسته (۵ مستقل و ۲ بینابینی)، ۵ دسته مستقل و ۲ دسته مستقل تقسیم شدند. همچنین به لحاظ میزان کلروفیل برگها، کلن‌ها به ۶ دسته مستقل تقسیم شدند؛ به طوری که

جدول ۴- میانگین مربعات، میزان T و سطح معنی داری صفات مورد مطالعه برای کل کلن‌ها و کلن‌های هر گونه

میزان T	میانگین مربعات			صفت
	کلن‌های گونه دلتوییدس	کلن‌های گونه اروامریکانا	کلن‌های گونه نیگرا	
۲۵/۱۶۹**	۶۷۰۰**	۱۱/۳۰۲**	۱۱۴/۳۷۹**	طول دمبرگ
۱۴/۴۳۰**	۰/۴۲۰**	۰/۰۳۸**	۰/۵۳۴**	وزن تر
۱۲/۲۷۸**	۰/۰۴۸**	۰/۰۰۶**	۰/۰۵۵**	وزن خشک
۱۰/۷۴۴**	۰/۴۳۸ <sup>ns</sup>	۰/۰۱۱**	۰/۳۷۶**	میزان آب
۱۷/۰۳۲**	۲۹/۰۹۲**	۴/۲۶۷**	۳۸/۶۳۸**	طول پهنک
۱۴/۳۹۲**	۲۳/۳۰۴**	۱۱/۴۰۹**	۳۶/۲۷۶**	عرض پهنک
۱/۵۹۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۰۲ <sup>ns</sup>	۰/۱۹۹**	۰/۱۰۹**	طول/عرض
۰/۰۰ <sup>ns</sup>	۰/۰۳۴**	۰/۰۱۶*	۰/۲۲۳**	ضریب شکل
۱۳/۵۳۲**	۲۵۶/۸۵۰**	۶۳/۸۱۰**	۳۰۲/۷۶۸**	محیط برگ
۱۳/۷۴۷**	۲۲۴۵/۱۱۱**	۲۲۸/۰۳۴**	۲۸۲۹/۲۸۲**	مساحت برگ
۸/۹۱۱**	۷۰۵۲۵/۷۴۰**	۶۷۵۷۶/۰۷۹**	۸۶۱۶۲/۵۲۹**	مساحت کل
۳/۰۷۵**	۳۴۲/۱۱۱**	۵۷/۸۳۳**	۲۹۳/۸۷۰**	تعداد برگ
۱۱/۲۸**	۲۱۷/۹۴۵**	۱۳۴/۱۰۲**	۴۴۱/۰۵۲**	میزان کلروفیل

\*\* معنی دار در سطح یک درصد؛ \* معنی دار در سطح پنج درصد؛ <sup>ns</sup> از نظر آماری معنی دار نیست

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 به طور کلی صفات مختلف مورد مطالعه به طور میانگین به یک اندازه تحت کنترل ژنتیکی کل کلن‌ها قرار نداشته و برخی صفات با داشتن میانگین پلاستیستی بیشتر، بیشتر تحت تأثیر محیط بوده و از ارزش تفکیکی کمتری در این

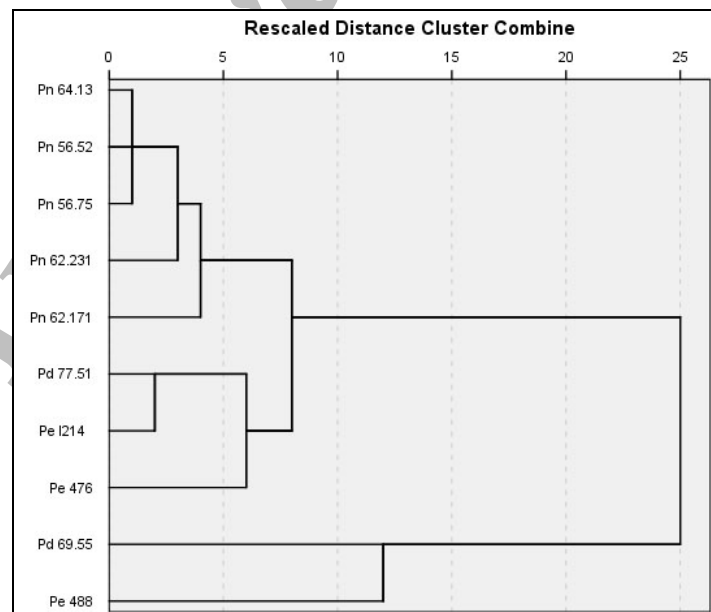
میزان پلاستیستی صفات مختلف کلن‌ها در جدول ۶ مشاهده می‌شود. همان‌طور که قبلاً بیان شد میزان پلاستیستی هر صفت نشان دهنده میزان تأثیرپذیری آن صفت از محیط می‌باشد. بنابراین هر چه میزان آن کمتر باشد حکایت از متأثر بودن بیشتر آن صفت از ژنتیک پایه دارد. نتایج نشان داد که میزان پلاستیستی هر صفت در بین کلن‌ها دارای تفاوت کم، ولی بین میانگین پلاستیستی

تعداد برگ با میزان کلروفیل رابطه منفی معنی داری مشاهده شد.

از آن جا که در گروه بندی کلن های گونه های صنوبر مورد مطالعه به وسیله تجزیه خوشه ای 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 دلتویدس به خوبی از هم تفکیک شده، اما در مورد گونه نیگرا فقط کلن های ۶۲/۲۳۱ و ۶۲/۱۷۱ قابل تمایز از سه کلن دیگر این گونه هستند. اما در تفکیک گونه ای مشاهده شد که گونه نیگرا در خوشه ای کاملاً جدا از دو گونه دیگر قرار گرفته، ولی بین خصوصیات برگ برخی کلن های دو گونه اروامریکانا و دلتویدس مشابهت هایی وجود دارد (شکل ۱).

تحقیق برخوردارند. مقایسه میانگین پلاستیسیتی صفات برای تمامی کلن ها به ترتیب 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 می باشد.

بررسی همبستگی صفات مورد مطالعه در جدول ۷ نشان می دهد که بین تمامی صفات کلن ها به جز صفات تعداد برگ با نسبت طول به عرض برگ و همچنین سطح کل برگ با ضریب شکل برگ رابطه معنی داری در سطح یک درصد وجود دارد؛ به طوری که رابطه مثبت معنی داری بین صفات طول دمبرگ، وزن تر، خشک، میزان آب، طول، عرض، ضریب شکل، محیط و مساحت برگ با سایر صفات به جز نسبت طول به عرض و تعداد برگ (وجود رابطه منفی معنی دار) دیده می شود. همچنین بین نسبت طول به عرض برگ با تعداد برگ، سطح کل برگ با تعداد برگ و میزان کلروفیل رابطه مثبت معنی دار و بین نسبت طول به عرض با سطح کل برگ و میزان کلروفیل و



شکل ۱- گروه بندی کلن ها و گونه ها براساس صفات مؤثرتر مورد مطالعه براساس روش پیشنهادی (Slycken (1995)



جدول ۵- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه کلن ها به روش دانکن

کلن	PL	WEW	DRW	WAW	L	W	L/W	SF	P	A	TA	N	C
P.n62/171	3/62	0/2098d	0/08911d	0/1207b	0/120d	0/21c	1/028f	0/8222c	10/11c	10/82d	23/180b	14/66a	18/30d
P.n56/75	2/68	0/1796de	0/07896d	0/1006b	0/33de	0/562d	1/114bcde	0/8200cd	14/65cd	14/40de	160/75cd	11/44c	10/77e
P.n64/13	4/14	0/1467ef	0/05693e	0/0899b	0/476gh	3/920f	1/1052b	0/8067d	12/94e	10/90fg	139/60d	12/88b	16/10e
P.n56/52	2/62	0/2006d	0/07787d	0/1227b	0/333ef	0/174ef	1/136bc	0/8607c	13/04de	12/62ef	172/83c	13/76b	10/22e
P.n62/231	3/44	0/1202f	0/05450e	0/0656b	0/162h	3/303g	1/267a	0/8410cd	11/21f	8/434g	94/89f	11/22c	14/00f
P.d69/55	9/22	0/0492a	0/1939a	0/3505a	7/983a	7/105a	1/121bcd	0/9944b	22/33a	40/64a	267/90a	7/66f	21/38b
P.d77/51	4/52	0/208d	0/07378d	0/1347b	0/337ef	0/297de	1/101cde	0/9944b	13/33e	13/91de	111/4ef	8/00e	18/22d
P.e488	6/68	0/4608b	0/10573b	0/3036a	6/934b	6/396b	1/087de	1/050a	19/60b	32/03b	133/93e	4/11g	18/07d
P.e476	0/86	0/3250c	0/1111c	0/3891a	0/712c	0/287c	1/082de	1/002b	10/71c	20/20c	222/60b	11/00c	22/97a
P.e1214	0/78	0/0810c	0/2118d	0/07333d	0/1385b	0/501d	1/072e	0/9800b	13/01de	14/72de	134/22e	9/11d	20/20c

جدول ۶- میزان پلاستیسیته صفات برای ده کلن مورد مطالعه

کلن	PL	WEW	DRW	WAW	L	W	SF	P	A	L/W	N	TA	C
P.n62/171	0/21	0/71	0/68	0/83	0/31	0/41	0/29	0/35	0/55	0/35	0/40	0/60	0/63
P.n56/75	0/29	0/79	0/68	0/92	0/41	0/47	0/57	0/54	0/65	0/36	0/47	0/65	0/51
P.n64/13	0/22	0/71	0/72	0/75	0/47	0/57	0/40	0/54	0/77	0/29	0/53	0/77	0/68
P.n56/52	0/18	0/82	0/77	0/88	0/42	0/45	0/38	0/52	0/68	0/12	0/31	0/68	0/62
P.n62/231	0/24	0/68	0/59	0/94	0/29	0/42	0/29	0/41	0/53	0/31	0/36	0/66	0/52
P.d69/55	0/24	0/61	0/72	0/80	0/39	0/48	0/24	0/52	0/70	0/23	0/44	0/74	0/24
P.d77/51	0/22	0/50	0/47	0/52	0/30	0/29	0/37	0/37	0/46	0/14	0/33	0/60	0/51
P.e488	0/17	0/68	0/72	0/71	0/46	0/50	0/33	0/52	0/72	0/23	0/50	0/75	0/44
P.e476	0/25	0/74	0/72	0/98	0/39	0/44	0/27	0/39	0/68	0/26	0/33	0/71	0/43
P.e1214	0/20	0/59	0/59	0/60	0/39	0/42	0/29	0/42	0/61	0/18	0/27	0/63	0/21
میانگین	0/22	0/68	0/67	0/79	0/38	0/45	0/34	0/46	0/64	0/25	0/39	0/68	0/48

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	1												
WEW	0/756**	1											
DRW	0/700**	0/756**	1										
WAW	0/740**	0/912**	0/756**	1									
L	0/733**	0/960**	0/929**	0/921**	1								
W	0/692**	0/946**	0/918**	0/907**	0/961**	1							
SF	0/582**	0/422**	0/345**	0/322**	0/322**	0/365**	1						
P	0/652**	0/934**	0/918**	0/890**	0/974**	0/974**	0/187**	1					

۰/۳۱۴**	۰/۵۸۸**	-۰/۵۶۴**	-۰/۲۸۰**	۱	۰/۹۶۰**	۰/۳۸۱**	۰/۹۶۴**	۰/۹۷۸**	۰/۹۲۶**	۰/۹۴۱**	۰/۹۶۸**	۰/۷۵۲**	A
-۰/۲۰۵**	-۰/۳۶۹**	۰/۰۲۹	۱	-۰/۲۸۰**	-۰/۳۱۸**	-۰/۳۰۱**	-۰/۴۷۲**	-۰/۲۲۲**	-۰/۲۸۷**	-۰/۲۶۵**	-۰/۲۹۱**	-۰/۱۳۹*	L/W
-۰/۲۳۰**	۰/۲۵۳**	۱	۰/۰۲۹	-۰/۵۶۴**	-۰/۴۶۶**	-۰/۵۵۲**	-۰/۴۸۱**	-۰/۵۲۶**	-۰/۵۵۹**	-۰/۴۹۱**	-۰/۵۵۹**	-۰/۶۲۸**	N
۰/۲۷۹**	۱	۰/۲۵۳**	-۰/۳۶۹**	۰/۵۸۸**	۰/۶۵۳**	۰/۰۰۱	۰/۶۶۸**	۰/۶۲۸**	۰/۵۳۰**	۰/۶۰۱**	۰/۵۷۴**	۰/۳۰۳**	TA
۱	۰/۲۷۹**	-۰/۲۳۰**	-۰/۲۰۵**	۰/۳۱۴**	۰/۲۹۲**	۰/۳۱۹**	۰/۳۴۳**	۰/۳۲۱**	۰/۳۲۲**	۰/۳۰۱**	۰/۳۲۸**	۰/۴۱۹**	C

اختلاف معنی دار در سطح یک درصد بین کلن‌ها هستند و سایر صفات اختلاف معنی داری ندارند. گروه‌بندی به‌روش دانکن نیز کلن‌ها را از نظر صفت BW50 به ۴ دسته و از نظر صفت  $\alpha$  به ۵ دسته تقسیم نمود (جدول ۹).

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 ( $\alpha$ ) دارای

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

صفت	میانگین مربعات	درجه آزادی	سطح معنی داری
BW50	۷/۹۸۲	۴	۷/۹۶۹**
AA	۴۱/۶	۴	۰/۵۸۴ <sup>ns</sup>
BA	۷۴/۲۴	۴	۱/۰۳۷ <sup>ns</sup>
$\alpha$	۳۹۳/۷۶	۴	۴/۰۹۸**
$\beta$	۲۰۱/۸۴	۴	۱/۰۷۵ <sup>ns</sup>
A10	۴۵/۷۶	۴	۰/۳۰۷ <sup>ns</sup>
A25	۱۰/۹۶	۴	۰/۱۷۴ <sup>ns</sup>

\*: معنی دار در سطح یک درصد؛ ns: از نظر آماری معنی دار نیست

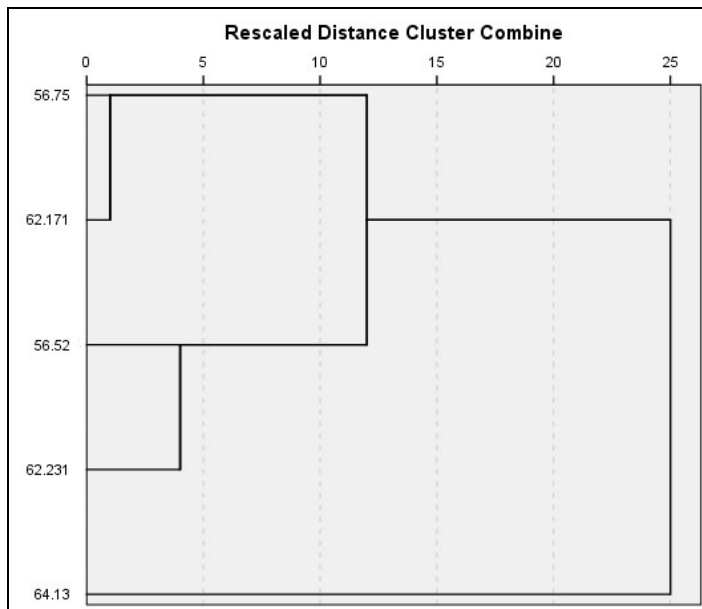
جدول ۹- مقایسه میانگین صفات و گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا به‌روش دانکن

کلن	BW50	AA	BA	$\alpha$	$\beta$	A10	A25
P.n62/171	۴/۷۸A	۳۵/۰A	۳۳/۴A	۵۷/۲A	۵۵/۲A	۲۶/۲A	۳۲/۲A
P.n56/75	۴/۷۴A	۳۵/۴A	۳۴/۶A	۵۴/۰AB	۵۷/۲A	۳۰/۲A	۳۳/۴A
P.n64/13	۳/۸۸BC	۳۳/۴A	۲۹/۴A	۴۶/۶C	۴۹/۸A	۲۷/۴A	۳۳/۰A
P.n56/52	۴/۳۴AB	۳۴/۴A	۳۲/۴A	۵۲/۴ABC	۵۰/۶A	۲۷/۴A	۳۱/۶A
P.n62/231	۳/۲۸C	۳۱/۸A	۳۲/۶A	۴۷/۶BC	۵۱/۶A	۲۷/۴A	۳۲/۰A

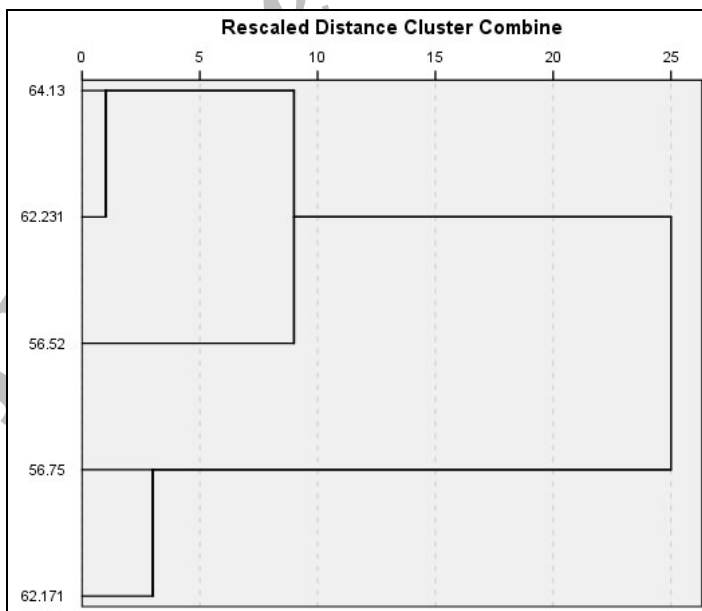
هم و متفاوت با سه کلن دیگر هستند (شکل ۲). در حالی که گروه‌بندی کلن‌ها براساس دو صفت مؤثر BW50

گروه‌بندی کلن‌های گونه نیگرا به‌روش تجزیه خوشه‌ای نشان داد که کلن‌های ۵۶/۷۵ و ۶۲/۱۷۱ مشابه

$\alpha$  و دارای نتایج متفاوتی است، به طوری که بر این اساس کلن‌های ۶۴/۱۳ و ۶۲/۲۳۱ مشابه یکدیگر و متفاوت از سایر کلن‌ها هستند (شکل ۳).



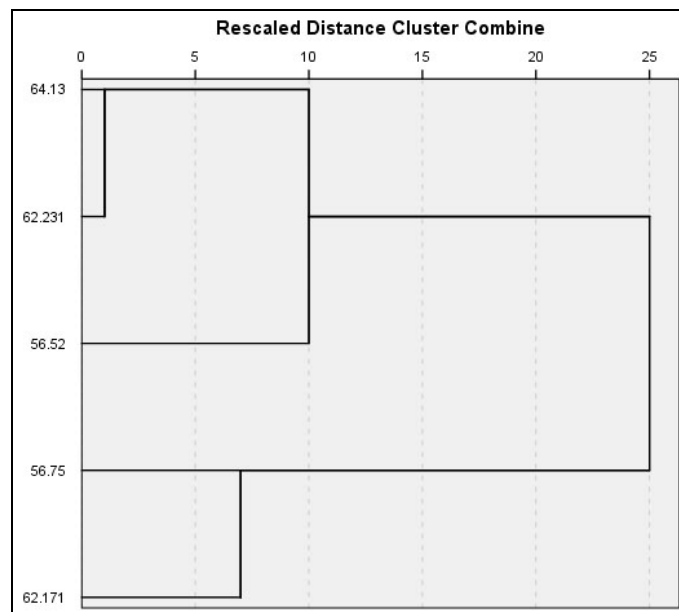
شکل ۲- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس ۷ صفت مورفولوژیک روش EUROPOP



شکل ۳- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس صفات BW50 و  $\alpha$

تنها دو صفت اخیر (شکل ۳) بوده، با این تفاوت که بین سه کلن ۵۶/۵۲ و ۵۶/۷۵ و ۶۲/۱۷۱ اختلافها بیشتر شده‌اند.

اما نتایج گروه‌بندی به‌روش تجزیه خوشه‌ای کلن‌های گونه نیگرا در شکل ۴ براساس ۸ صفت مؤثرتر روش Slycken (P,W,N,L,SF,L/W,PL) و دو صفت روش EUROPOP (BW50 و  $\alpha$ ) مشابه نتایج گروه‌بندی



شکل ۴- گروه‌بندی پنج کلن گونه نیگرا براساس ۸ صفت مؤثر روش Slycken (P,W,N,L,SF,L/W,PL) و دو صفت مؤثر روش EUROPOP (BW50 و  $\alpha$ )

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 به تفکیک 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 پلاستیسیته 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

## بحث

صفات مورفولوژیکی معمولاً توسط یک مکان ژنی منفرد کنترل می‌شوند و می‌توان از آنها به‌عنوان یک نشانگر ژنتیکی استفاده نمود (باقری و همکاران، ۱۳۸۶). 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، ۱۳۸۳).

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

مشاهده نمی‌شود. نتایج تفکیکی با این دو صفت، سه کلن ۶۲/۱۷۱، ۵۶/۷۵ و ۵۶/۵۲ 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): ۳۰۰-۲۶۷.
- باقری، ع.، مشتاقی، ن. و شریفی، ا.، ۱۳۸۶. بیوتکنولوژی گیاهی. انتشارات جهاد دانشگاهی مشهد، ۲۳۶ صفحه.
- جعفری صیادی، م.ح.، مروی مهاجر، م.ر.، مظفری، ج. و سبحانی، ه.، ۱۳۸۵. بررسی ویژگیهای مورفولوژیکی برگ

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 به تفکیک 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 ۶۲/۲۳۱ و ۶۲/۱۷۱ 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; 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  $\alpha$  از ۷ صفت مورد مطالعه، توانایی تفکیک بیشتر کلن‌های گونه نیگرا را دارا بوده، ولی بین سایر صفات تفاوت معنی‌داری بین کلن‌ها

- 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. petraea* (Matt.) Libbl, *Q. pubescens* 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 Kavakcılık. 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 comparison of specific leaf area, chemical composition and leaf construction costs of field plants from 15 habitats differing in productivity. *New Phytol.*, 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.
  - Ballian, D., Kajba, D. and Idzajt, 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 *Juglans regia* L.). *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*, ۱۴ (۱): ۱-۱۹.
  - سعیدی، ز، ۱۳۸۶. تفکیک ژنوتیپی و اکوتیپی گونه‌های صنوبر از نظر مقاومت به سرما و لیگنین‌سازی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۱۲ صفحه.
  - سولرس، ژ، ۱۳۸۶. محیط‌های کاشت صنوبر. ترجمه: منوچهر امانی، انتشارات راه سبحان، ۲۸۰ صفحه.
  - ضیایی ضیابری، ف، ۱۳۷۱. ذخایر ژنتیکی گونه‌های صنوبر در ایران و روش حفاظت از آنها. پژوهش و سازندگی، ۱۶: ۲۸-۳۱.
  - علی‌محمدی، ا، اسدی، ف، عادل، ا، طبایی عقدایی، س.ر. و متاجی، ا، ۱۳۸۸. استفاده از صفات مورفولوژیکی برگ برای تمایز توده‌های *Populus nigra* در استانهای کرمانشاه و زنجان. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷ (۳): ۳۶۹-۳۸۱.
  - کفاش، ش، بخشی خانیکی، غ. و یوسفی، ب، ۱۳۸۷. بررسی ویژگیهای مورفولوژیکی برگ گونه بلوط دارمازو (*Quercus infectoria* Olive.) در جنگلهای استان کردستان. پژوهش و سازندگی، ۷۹: ۱۴۴-۱۳۵.
  - گنجی مقدم، ا. و طلایی، ع، ۱۳۸۵. بررسی تنوع ژنتیکی در توده‌های جمع‌آوری شده محلب (*Prunus mahaleb* L.) با استفاده از خصوصیات مورفولوژیکی. مجله نهال و بذر، ۲۲ (۱): ۲۹-۳۴.
  - مهدوی، م، ۱۳۸۲. 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، ۹۰ صفحه.
  - Alba, N.C., Maestro, D., Gunde, 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 Idzajt, 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

## Leaf morphological diversity in three different Poplar clones

Z. Saeedi <sup>1\*</sup> and D. Azadfar <sup>2</sup>

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 leaf 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. deltoides* 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.