

ارزیابی نتاج نانی پده و والدین آنها براساس ویژگی‌های مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک برگ

معصومه همائی^۱، حسین میرزایی ندوشن^{۲*}، فرشته اسدی کرم^۳، غلامرضا بخشی خانیکی^۴ و محسن کلاگری^۵

۱- کارشناس ارشد، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران

۲- نویسنده مسئول، استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران پست الکترونیک: nodoushan2003@yahoo.com

۳- کارشناس ارشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

۴- استاد، گروه زیست‌شناسی دانشکده علوم پایه، دانشگاه پیام نور، تهران

۵- استادیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران

تاریخ پذیرش: ۹۲/۳/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۱۲/۲۸

چکیده

پده (*Populus euphratica* Oliv.) یکی از گونه‌های مهم جنس صنوبر است که بیشتر از طریق غیر جنسی تولید مثل کرده و تنوع ژنتیکی زیادی در توده‌های آن دیده نمی‌شود. این تحقیق تعدادی از ویژگی‌های مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک برگ را در چهار نتاج نانی پده هر یک از یازده کلن موجود صنوبر که به‌عنوان ژنوتیپ‌های جدید محسوب می‌شوند و در مرکز تحقیقات البرز کرج نگهداری می‌شوند، مورد مطالعه و ارزیابی قرار داده است. به این منظور تعداد ۴۴ کلن از نتاج نانی ۱۱ پایه مادری در قالب یک طرح آماری آشیانه‌ای از نظر برخی از صفات مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک برگ مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که تنوع وسیعی در بین پایه‌های مادری و نیز نتاج حاصل از آنها وجود دارد که می‌تواند منشأ تولید ارقام جدید تجاری در این گونه قرار بگیرند. میانگین صفاتی نظیر طول و عرض برگ در نتاج افزایش یافت، درحالی‌که عمق کنگره‌ها و تضرس برگ کاهش یافته بود که همه این عوامل به افزایش سطح برگ و بهبود قابلیت گیاه در انجام فتوسنتز کمک می‌کند. از طرفی افزایش دامنه برخی از این صفات در نتاج نشان از وجود زمینه مناسب در گزینش ژنوتیپ‌هایی با قابلیت‌های بیشتر در بین نتاج داشت. طول دم‌برگ و عرض برگ با ویژگی‌های روزنه از جمله طول روزنه همبستگی مثبت و با تعداد روزنه همبستگی منفی نشان داد. با توجه به نقش روزنه‌ها در فتوسنتز این همبستگی می‌تواند در گزینش‌های غیرمستقیم پایه‌های مطلوب مورد استفاده قرار بگیرد.

واژه‌های کلیدی: تنوع ژنتیکی، روزنه، صنوبر، پایه مادری، سطح برگ، فتوسنتز

مقدمه

که به افزایش تولید در این گونه‌ها ختم شود در واقع به توسعه این مناطق کمک کرده است. بدیهی است دستیابی به قابلیت‌های موجود در گونه‌های مختلف صنوبر مستلزم شناخت بهتر ویژگی‌های رویشی، زیست‌محیطی، اکولوژیکی، مورفولوژیکی و حتی ریزمورفولوژیکی آنهاست تا بتوان ضمن شناسایی بهترین کلن‌ها و ژنوتیپ‌های گونه‌های موجود در کشور، حتی نسبت به گسترش دامنه اکولوژیکی آنها نیز اقدام نموده و سهم آنها را در تأمین نیازهای سلولزی کشور افزایش داد. پده (*Populus euphratica* Oliv) یکی از گونه‌های مهم

گونه‌های مختلف صنوبر منشأ اثرات زیادی در تولید چوب در کشورهای مختلف بوده‌اند. استفاده از گونه‌های سریع‌الرشد در تأمین منابع سلولزی و لیگنوسلولزی به‌ویژه در کشورهایی نظیر ایران که از پوشش کم جنگل برخوردارند از اولویت‌های بالای دستگاه‌های تحقیقاتی و اجرایی مرتبط می‌باشد. یکی از مهمترین کاربردهای گونه‌های مختلف صنوبر در توسعه اقتصادی اجتماعی و نیز بهبود شرایط زیست‌محیطی، بهره‌برداری از اراضی حاشیه رودخانه‌ها و روستاهای کشور است و هر فرایندی

برگ توانستند توده‌های دو استان مختلف را از هم تفکیک کنند. به عبارت دیگر تنوع موجود در ویژگی‌های مورفولوژیک در برگ می‌تواند در ارزیابی کلن‌های مختلف گونه‌های صنوبر با اهداف اصلاحی بکار گرفته شود. در مطالعه تنوع در ویژگی‌های موجود در برگ سه گونه صنوبر، (Asadi et al., 2004b) بر این اعتقادند که برخی از صفات برگ ارتباط زیادی با تولید دارند و می‌توان از آنها در گزینش غیرمستقیم استفاده نمود. در مطالعه تنوع موجود در صنوبرها (Marron et al., 2007) نیز سه گونه از صنوبر را مورد مطالعه قرار داده و در ویژگی‌های برگ و نحوه بکارگیری آنها نتیجه فوق را مورد تأکید قرار دادند. این محققان از ویژگی‌های مختلف برگ در صنوبرها در گزینش غیرمستقیم بهره گرفته و صفاتی نظیر شاخص سطح برگ، طول دمبرگ، وزن خشک شاخص سطح ویژه را در این خصوص مورد مطالعه قرار دادند. در اسپانیا نیز (Lopez et al., 2004) ویژگی‌های مورفولوژیک برگ را جهت مطالعه تنوع موجود در گونه *P. tremula* بکار گرفتند و به این نتیجه رسیدند که برخی از صفات از جمله تعداد دندانه، طول پهنک و نسبت طول پهنک به طول دمبرگ نقش زیادی در تفکیک کلن‌ها داشتند. این محققان نیز صفات مذکور را صفاتی مناسب و ارزان و کارآمد در مطالعه اولیه کلن‌های صنوبر قلمداد نمودند. در ضمن (Van Dam 2002) نیز در بکارگیری ویژگی‌های مورفولوژیک برگ گونه‌ای از صنوبر تأکید نموده است. تنوع جغرافیایی و اقلیمی در گستره انتشار پده مؤثر بوده و این امر سبب شده تا تفاوت‌های مورفولوژیک و ژنتیکی میان درختان این گونه در مناطق تحت انتشار حاصل گردد (Rottenberg et al., 2000).

به‌طور کلی ویژگی‌های متعدد رویشی از گونه‌های مختلف صنوبر در میزان فتوسنتز این گونه‌ها دخیل بوده و سهم متفاوتی در این خصوص دارند؛ از جمله برگ و ویژگی‌های آن از قبیل ابعاد برگ و حتی تعداد و ابعاد روزنه در برگ نقش تعیین‌کننده‌ای در میزان فتوسنتز گیاه دارند. تبادلات گازی، تعرق و بسیاری از واکنش‌های رویشی گیاهان به روزنه‌ها و ویژگی‌های آنها بستگی دارد.

جنس صنوبر در ایران است که به شرایط نامناسب از جمله مناطق گرم بخشی از کشور سازگاری بسیار مناسبی از خود نشان داده است. تحقیقات زیادی در زمینه‌های مختلف گونه‌های صنوبر از جمله سازگاری (Talebi et al., 2011 و Mousavi-Kopar et al., 2011)، عملکرد کمی و کیفی (Amin-Amlashi & Salehi, 2011)، دورگ‌گیری با سایر گونه‌ها جهت تولید دورگ‌ها و ژنوتیپ‌های جدید (Jafari-Mofidabadi et al., 1998)، ریزازدیادی (Shahrzad & Emam, 2012) و تولید ژنوتیپ‌های جدید از طریق استفاده از تنوع سوماکلونال (Hezsky et al., 1992 و Jafari-Mofidabad & Joorabchi, 2001) مقاومت به تنش‌های محیطی (Gu et al., 1997 و Ma et al., 2004a, 2004b)، تنوع ژنتیکی (Asadi & Mirzaie-Nodoushan, 2004b)، Asadi et al., 2011 و Fallah et al., 2012) و مطالعات مولکولی در سطح استفاده از مارکرهای مولکولی RAPD و میکروساتلایت جهت ارزیابی تنوع ژنتیکی (Asadi et al., 2004a) صورت گرفته است تا بتوان به قابلیت‌های گونه‌های مختلف صنوبر در جهت تأمین نیازهای امروزی در زراعت چوب پی برد. گونه‌های صنوبر تنوع زیادی در ویژگی‌های برگ از خود نشان می‌دهند (Marron et al., 2007 و Saeedi & Azadfar, 2011). در ایران دورگ‌گیری درون‌گونه‌ای (Calagari et al., 2004) و بین دو گونه *P. alba* و *P. euphratica* از سال‌ها پیش با هدف تولید ارقام پرمحصول و سازگار به شرایط اقلیمی گرم و خشک با خاک شور و قلیا در مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور انجام شده است (Jafari-Mofidabadi et al., 1998). برخی از محققان ویژگی‌های مورفولوژیک برگ را به دلیل سادگی و ارزان بودن در مطالعات تنوع ژنتیکی مورد استفاده قرار داده و نسبت به سایر روش‌ها از این نظر ارجح دانسته‌اند (Saeedi & Azadfar, 2011). در بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک، (Alimohammadi et al., 2009) صفات متعددی از برگ را در گونه *P. nigra* مورد مطالعه قرار داده و تنوع زیادی را در بین ۱۲ نمونه مورد بررسی مشاهده نمودند. این محققان با استفاده از تجزیه خوشه‌ای و با اتکاء بر ویژگی‌های مورفولوژیک

هدف از این تحقیق بررسی ویژگی‌های مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک در تعدادی از ژنوتیپ‌ها و کلن‌های جدید که از طریق تولید مثل جنسی در گونه پده تولید شده‌اند می‌باشد تا قابلیت‌های موجود در این کلن‌ها را از نظر ویژگی‌های مرتبط با رویش و تولید چوب ارزیابی نماید.

مواد و روش‌ها

تعداد چهار نتاج ناتنی (Half-sib) از هر یک از یازده کلن پایه مادری صنوبر پده که از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده و توسط یکی از نگارندگان این مقاله تولید شده و در مرکز تحقیقات البرز کرج نگهداری

می‌شوند (در مجموع ۴۴ ژنوتیپ نتاج و ۱۱ کلن والد مختلف)، در این تحقیق مورد مطالعه قرار گرفتند. تعدادی از صفات مورفولوژیک برگ و ریزمورفولوژیک در این پایه‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. صفات مورد مطالعه به همراه روش و مقیاس اندازه‌گیری در جدول ۱ ارائه شده است. از هر یک از پایه‌های مادری و نتاج، در انتهای فصل رویش، تعداد ۱۰ برگ به طور تصادفی انتخاب گردید و ویژگی‌های مورفولوژیک برگ مورد اندازه‌گیری و مقایسه قرار گرفتند. از آنجا که داده‌های مربوط به نتاج به نوعی آشیانه‌ای برداشت شده بودند، بنابراین با استفاده از مدل آشیانه‌ای (Nested model) و با استفاده از گزینه GLM از نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند.

جدول ۱- روش و مقیاس مورد استفاده در اندازه‌گیری و علامت‌های اختصاری صفات مورد مطالعه

ردیف	صفت	روش و مقیاس اندازه‌گیری	علامت اختصاری
۱	طول دم‌برگ	اندازه‌گیری با خط‌کش بر حسب میلی‌متر	LP
۲	طول برگ	اندازه‌گیری با خط‌کش بر حسب میلی‌متر	LL
۳	عرض برگ	اندازه‌گیری با خط‌کش بر حسب میلی‌متر	LW
۴	زاویه دومین رگ‌برگ با رگ‌برگ اصلی	اندازه‌گیری با نقاله بر حسب درجه	LA
۵	فرورفتگی حاشیه برگ	اندازه‌گیری با کولیس بر حسب میلی‌متر	LD
۶	طول روزنه	اندازه‌گیری با میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰ به میکرون	SL
۷	عرض روزنه	اندازه‌گیری با میکروسکوپ با بزرگنمایی ۴۰ به میکرون	SW
۸	تعداد روزنه	شمارش تعداد در میلی‌متر مربع	SN

داده‌های مربوط به والدین، تعداد روزنه‌ها در یک مدل آماری که در آن جهت برگ در برگ و برگ در پایه‌های والدینی آشیانه شده بودند تجزیه و تحلیل گردید. همین‌طور از نظر طول و عرض روزنه‌های پایه‌های والدینی از مدلی استفاده شد که در آن میدان دید در جهت برگ، جهت برگ در برگ و برگ در والدین آشیانه شده بود.

در تجزیه و تحلیل داده‌های مربوط به نتاج یک لایه آشیانه شده به لایه‌های والدینی اضافه گردید. به عبارت دیگر در این تجزیه و تحلیل، تعداد روزنه‌ها در مدلی که

به‌منظور مطالعه تعداد و ابعاد روزنه‌ها، در انتهای فصل رویش، از هر یک از پایه‌های فوق سه برگ برداشت گردید و از هر دو روی برگ‌ها از سه میدان دید میکروسکوپ تعداد روزنه‌ها شمارش گردیدند. از هر میدان دید نیز ۵ روزنه از نظر طول و عرض اندازه‌گیری شدند. ماتریس عددی با ۴۳۲۰ سطر حاصل شد که تجزیه و تحلیل گردید. از آنجا که هر یک از سطوح عوامل فوق در عامل قبلی آشیانه شده است این اطلاعات نیز به صورت مدل آشیانه‌ای تجزیه و تحلیل شدند. در تجزیه

روی برگشان اندازه‌گیری شده بود در دسته‌های متعددی قرار گرفتند و هم از نظر ویژگی‌هایی که از روی نتاجشان گزارش شده بود، و تطابق نسبی در این دسته‌بندی نیز وجود داشت (جدول ۳). نکته قابل توجه در این تفاوت‌ها دامنه تغییرات بود که در والدین و نتاجشان به چشم می‌خورد. این تفاوت‌ها در جدول ۷ ارائه شده است. دامنه تفاوت طول دم‌برگ در برگ‌های والدین ۲۱/۶ میلی‌متر بود (۸/۴ - ۳۰). درحالی‌که این دامنه در همین صفت در نتاج ۱۳/۶ میلی‌متر بود (۱۱/۹ - ۲۵/۵). دامنه تغییرات در صفاتی نظیر طول برگ اگرچه در نتاج کمتر بود ولی میانگین این صفت در نتاج و نیز دامنه بالایی آن بیشتر از والدین بود. به عبارت دیگر در این خصوص تنوع جدیدی در نتاج ایجاد شده بود که حائز اهمیت است. دامنه تغییرات در سایر صفات مورفولوژیک برگ تغییر محسوسی نکرده بود ولی میانگین صفات در نتاج افزایش یافته بود. به‌نحوی‌که میانگین صفات طول دم‌برگ، طول برگ، عرض برگ و زاویه دومین رگ‌برگ با رگ‌برگ اصلی در والدین به‌ترتیب برابر با ۱۷/۷، ۶۶، ۲۵/۵ میلی‌متر و ۲۹/۷ درجه بود. درحالی‌که این صفات در نتاج به ۱۹/۱، ۷۵/۸، ۲۶/۱ میلی‌متر و ۲۹/۸ درجه افزایش یافته بود. تنها فرورفتگی حاشیه برگ بود که میانگین آن در نتاج به مقدار ناچیزی و از ۰/۹ میلی‌متر به ۰/۸۷ میلی‌متر کاهش یافته بود.

در آن جهت برگ در برگ و برگ در نتاج و نتاج در پایه‌های والدینی آشیانه شده بودند تجزیه و تحلیل گردید. درحالی‌که از نظر طول و عرض روزنه‌های پایه‌های مربوط به نتاج از مدلی استفاده شد که در آن میدان دید در جهت برگ، جهت برگ در برگ و برگ در نتاج و نتاج در والدین آشیانه شده بودند. در همه موارد از نرم‌افزار SAS در تجزیه و تحلیل آماری استفاده گردید. ضریب همبستگی دوگانه پیرسون بین کلیه ترکیبات دوگانه صفات گزارش شده از روی نتاج نیز محاسبه گردید تا ارتباط بین این صفات بررسی شود. از میانگین داده‌های حاصل از مطالعه والدین و نتاج آنها به تفکیک در تجزیه خوشه‌ای به روش Ward استفاده گردید. به این ترتیب که ابتدا داده‌ها استاندارد شده و بر اساس فاصله اقلیدسی و با استفاده از نرم‌افزار JMP تجزیه خوشه‌ای انجام شد.

نتایج

نتایج تجزیه داده‌های حاصل از اطلاعات مورفولوژیک برگ در نتاج در جدول ۲ ارائه شده است. نتایج حکایت از این داشت که والدین در ارزیابی جداگانه و هم در ارزیابی نتاجشان از نظر صفات مورد بررسی با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. همین‌طور اثر نتاج آشیانه شده در والدین نیز در سطح یک‌درصد در همه صفات معنی‌دار گردید. دسته‌بندی و مقایسه میانگین‌های صفات به روش دانکن نشان داد که والدین هم از نظر ویژگی‌هایی که از

جدول ۲ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به ویژگی‌های برگ در نتاج

LD	LA	LW	LL	LP	df	منابع تغییرات
۲۳**	۱۴۸۵**	۴۱۳۷**	۶۹۹۱**	۵۵۹**	۱۰	والدین
۹/۲**	۲۲۱**	۱۱۵۰**	۲۱۱۴**	۳۳۹**	۳۳	نتاج آشیانه در والدین
۰/۵۴	۲۵	۱۴۳	۱۸۴	۱۵	۳۹۶	خطا

** = معنی‌دار در سطح یک درصد، علامت‌های اختصاری در جدول ۱ توضیح داده شده است.

جدول ۳ - دسته‌بندی والدین براساس میانگین داده‌های صفات اندازه‌گیری شده برگ نتاج با روش دانکن

شماره والدین	طول دم‌برگ (میلی‌متر)	طول برگ (میلی‌متر)	عرض برگ (میلی‌متر)	زاویه دومین رگبرگ (درجه)	فرورفتگی حاشیه برگ (میلی‌متر)
۱	۲۵/۵ a	۸۵/۹ b	۲۷/۴ cd	۳۲/۲ b	۱/۲ c
۲	۱۹/۴ cd	۶۶/۲ e	۳۹/۹ a	۳۶/۱ a	۰/۱ e
۳	۲۰/۳ cb	۸۲/۸ bc	۲۷/۰ cd	۳۷/۶ a	۱/۴ c
۴	۱۱/۹ f	۷۸/۲ cd	۸/۴ f	۱۹/۸ g	۰/۰ e
۵	۱۸/۱ d	۹۳/۶ a	۱۴/۶ e	۲۳/۱ f	۰/۵ d
۶	۱۵/۹ e	۸۷/۴ b	۱۴/۹ e	۲۷/۲ d	۰/۰ e
۷	۲۰/۰ bc	۵۵/۹ f	۳۱/۴ bc	۲۹/۸ c	۰/۷ d
۸	۱۴/۷ e	۵۴/۰ f	۲۵/۷ d	۲۶/۵ de	۱/۸ b
۹	۲۰/۴ bc	۸۶/۳ b	۲۳/۹ d	۳۷/۵ a	۰/۵ d
۱۰	۲۱/۴ b	۶۷/۵ e	۳۶/۲ ab	۳۳/۷ b	۲/۳ a
۱۱	۲۱/۹ b	۷۵/۹ d	۳۷/۷ a	۲۴/۴ ef	۱/۱ c

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در یک دسته مشترک قرار می‌گیرند.

جدول ۴ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به طول و عرض روزنه در چند میدان دید در برگ‌های مختلف نتاج مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	طول روزنه	عرض روزنه
والدین	۱۰	۲۵/۴**	۴۳۱/۵**
نتاج در والدین	۳۳	۶/۰**	۴/۹**
برگ در نتاج در والدین	۸۸	۱/۵**	۱/۲**
جهت برگ در نتاج در والدین	۱۳۲	۰/۶**	۱/۰**
میدان دید در جهت در برگ در نتاج در والدین	۵۲۸	۰/۴ ^{ns}	۰/۸ ^{ns}
خطای آزمایش	۳۱۶۸	۰/۴	۰/۷

** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد و غیر معنی‌دار

جدول ۵ - میانگین مربعات حاصل از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تعداد روزنه در برگ‌های مختلف نتاج مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	تعداد روزنه
والدین	۱۰	۲۲۲۴۶**
نتاج در والدین	۳۳	۴۲۸۳**
برگ در نتاج در والدین	۸۸	۱۲۸۴**
جهت برگ در برگ در نتاج در والدین	۱۳۲	۶۲۰**
خطای آزمایش	۵۲۸	۱۳۶

** : معنی‌دار در سطح یک درصد

والدین براساس تظاهر نتاجشان از نظر طول، عرض و تعداد روزنه در جدول ۶ ارائه شده است. نکته قابل توجه اینکه میانگین طول و عرض روزنه در نتاج افزایش یافته است (جدول ۷). اما از نظر تعداد روزنه نتاج کاهش محسوسی نسبت به والدین از خود نشان دادند.

نتاج از نظر ابعاد روزنه نیز اختلاف معنی‌داری از خود نشان دادند. این اختلاف در سطوح جهت برگ در نتاج در والدین، برگ در نتاج در والدین، و نتاج در والدین در سطح یک درصد مشاهده گردید (جدول‌های ۴ و ۵). میدان دیدهای مختلف در جهات متفاوت برگ اختلاف معنی‌داری از خود نشان ندادند (جدول ۴). دسته‌بندی

جدول ۶- دسته‌بندی والدین براساس میانگین صفات مورد مطالعه از روزنه در نتاج به روش دانکن

شماره والدین	طول روزنه (میکرون)	عرض روزنه (میکرون)	تعداد روزنه (در میلی‌متر مربع)
۱	۵/۶ ab	۲/۶ b	۱۳۰ e
۲	۵/۲ d	۲/۱ d	۱۳۹ d
۳	۵/۵ bc	۲/۲ c	۱۵۶ b
۴	۴/۸ g	۲/۰ d	۱۸۳ a
۵	۵/۰ f	۱/۵ e	۱۵۷ b
۶	۵/۱ e	۲/۳ c	۱۵۰ c
۷	۵/۱ e	۲/۳ c	۱۴۷ c
۸	۵/۲ de	۲/۵ b	۱۵۰ c
۹	۵/۴ c	۲/۵ b	۱۴۸ c
۱۰	۵/۲ d	۲/۵ b	۱۳۱ e
۱۱	۵/۷ a	۲/۸ a	۱۱۶ f

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه هستند در یک دسته مشترک قرار می‌گیرند.

روزنه با طول و عرض روزنه همبستگی منفی بالایی از خود نشان داد.

تجزیه خوشه‌ای براساس داده‌های والدینی و نتاجشان به تفکیک انجام شد که نتایج آن در شکل‌های ۱، ۲ و ۳ ارائه شده است. اگرچه در مواردی دو یا چند کلن والدینی در یک زیردسته مشابه نتاج قرار گرفتند (شکل‌های ۱ و ۲، کلن‌های شماره ۴، ۵ و ۶) اما در مجموع در دسته‌بندی والدین براساس داده‌های والدینی و نتاجشان شباهت زیادی مشاهده نشد. در تجزیه خوشه‌ای همزمان داده‌های نتاج و والدینی (شکل ۳) نیز نتاج و والدین در دسته‌های متفاوتی قرار گرفتند. این امر به دلیل افزایش یا تفاوت‌های زیادی است که در داده‌ها یا میانگین‌های صفات در نتاج ایجاد شده بود.

همبستگی‌های دوگانه بین صفات مورد مطالعه نشان داد که بین طول دمبرگ و عرض برگ و نیز طول دمبرگ و زاویه رگبرگ‌ها با رگبرگ اصلی همبستگی در سطح ۵ درصد وجود داشت (جدول ۸). بین طول دمبرگ و طول روزنه همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد مشاهده گردید. درحالی‌که بین طول دمبرگ و تعداد روزنه همبستگی منفی در سطح یک درصد مشاهده گردید. عرض برگ نیز به همین ترتیب با طول روزنه و تعداد روزنه به ترتیب در سطوح پنج و یک درصد همبستگی مثبت و منفی داشت. نکته دیگر اینکه طول و عرض روزنه‌ها با یکدیگر همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد از خود نشان دادند. به عبارت دیگر روزنه‌های طولی‌تر معمولاً عرض بیشتری هم داشتند. در مقابل تعداد

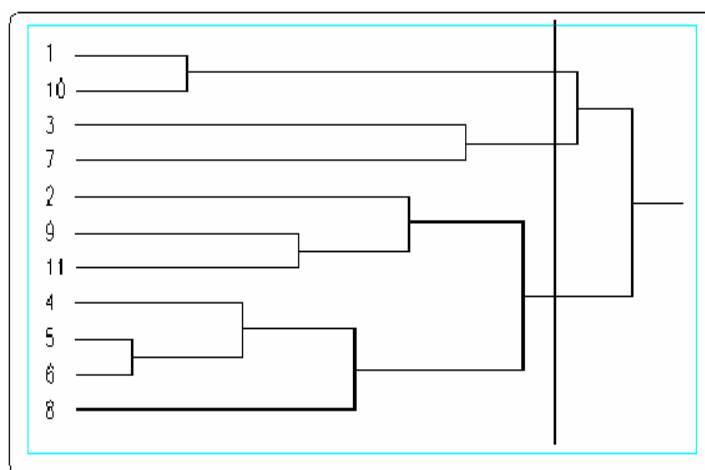
جدول ۷- میانگین ویژگی‌های مورد مطالعه مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک و دامنه تنوع آنها در والدین و نتاج آنها در صنوبر پده

ردیف	صفت	والدین	نتاج
۱	طول دمبرگ	۱۷/۷ (۸/۴ - ۳۰/۰)	۱۹/۱ (۱۱/۹ - ۲۵/۵)
۲	طول برگ	۶۶ (۳۱/۴ - ۸۵/۳)	۷۵/۸ (۵۴/۱ - ۹۳/۶)
۳	عرض برگ	۲۵/۵ (۹/۲ - ۴۷/۲)	۲۶/۱ (۸/۴ - ۳۹/۹)
۴	زاویه دومین رگبرگ	۲۹/۷ (۲۳/۶ - ۳۸/۵)	۲۹/۸ (۱۹/۸ - ۳۷/۶)
۵	فرورفتگی حاشیه برگ	۰/۹ (۰ - ۲/۵)	۰/۸۷ (۰ - ۲/۳)
۶	طول روزنه	۴/۹ (۴/۰ - ۵/۶)	۵/۲ (۴/۸ - ۵/۷)
۷	عرض روزنه	۲/۲ (۱/۶ - ۲/۸)	۲/۳ (۱/۵ - ۲/۸)
۸	تعداد روزنه	۱۶۲ (۱۳۲ - ۲۴۱)	۱۴۶ (۱۱۶ - ۱۸۳)

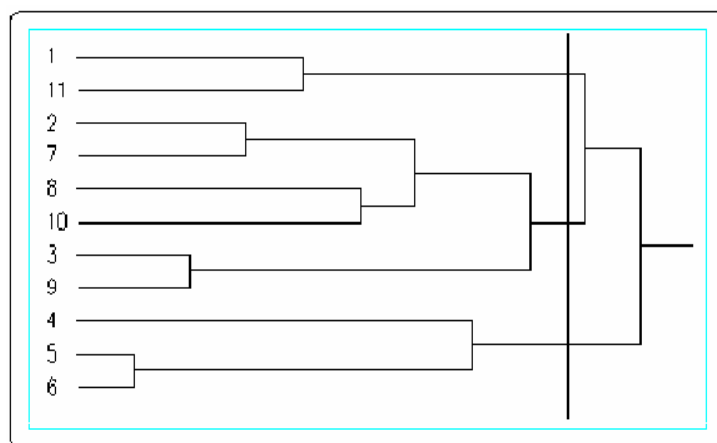
جدول ۸- ضرائب همبستگی دوگانه بین صفات مختلف مورد مطالعه مورفولوژیک و ریزمورفولوژیک

صفات	LP	LL	LW	LA	LD	SL	SW	SN
طول دمبرگ	۱							
طول برگ	۰/۱۴ ^{ns}	۱						
عرض برگ	۰/۶۵*	-۰/۵۱ ^{ns}	۱					
زاویه دومین رگبرگ	۰/۵۷*	-۰/۰۴ ^{ns}	۰/۵۵ ^{ns}	۱				
فرورفتگی حاشیه برگ	۰/۴۰ ^{ns}	-۰/۳۶ ^{ns}	۰/۴۷ ^{ns}	۰/۲۵ ^{ns}	۱			
طول روزنه	۰/۷۹**	۰/۱۰ ^{ns}	۰/۶۱*	۰/۵۱ ^{ns}	۰/۴۲ ^{ns}	۱		
عرض روزنه	۰/۴۲ ^{ns}	-۰/۳۲ ^{ns}	۰/۵۴ ^{ns}	۰/۲۷ ^{ns}	۰/۵۰ ^{ns}	۰/۶۹**	۱	
تعداد روزنه	-۰/۷۷**	۰/۱۴ ^{ns}	-۰/۷۹**	-۰/۳۱ ^{ns}	-۰/۴۷ ^{ns}	-۰/۷۴**	-۰/۶۵**	۱

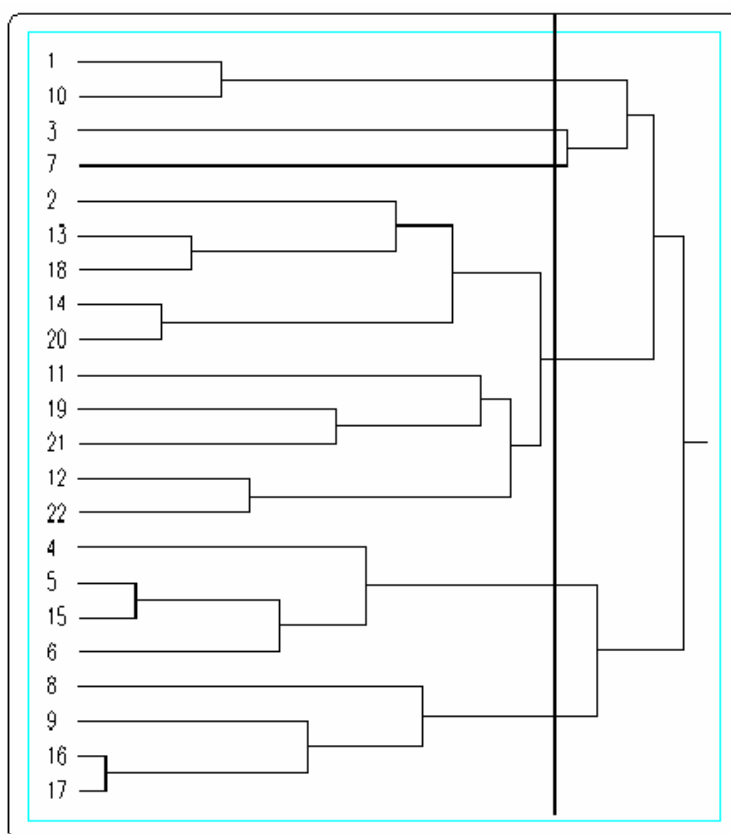
ns و *، ** به ترتیب معنی دار در سطح یک درصد، پنج درصد و غیرمعنی دار (علامت‌های اختصاری در جدول ۱ توضیح داده شده است).



شکل ۱ - تجزیه خوشه‌ای والدین براساس داده‌های مورفولوژی و روزنه‌ای برگ در والدین (شماره‌ها مربوط به والدین مورد مطالعه می‌باشد).



شکل ۲- تجزیه خوشه‌ای والدین براساس داده‌های مورفولوژی و روزنه‌ای برگ در نتاج آنها



شکل ۳- تجزیه خوشه‌ای براساس داده‌های مورفولوژی و روزنه‌ای برگ در والدین و نتاج آنها به صورت همزمان (شماره‌های ۱ تا ۱۱ والدین و شماره‌های ۱۲ تا ۲۲ میانگین نتاج حاصل از همان والدین).

بحث

در والدین در سطح یک درصد در همه صفات مورد مطالعه حکایت از این امر داشت که نتاج والدین مختلف نیز با یکدیگر تفاوت اساسی دارند. از آنجا که برگ از اجزاء اصلی و مؤثر در فتوسنتز در گیاهان است، افزایش

معنی‌دار شدن اثرات مختلف در جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) حکایت از وجود تنوع در بین پایه‌های والدینی و نتاج داشت؛ از جمله معنی‌دار شدن اثر نتاج آشیانه شده

طول و عرض برگ به افزایش سطح برگ منجر شده و سطح مؤثر فتوسنتزی را در گیاه افزایش می‌دهد. به عبارت دیگر در نتاج مورد مطالعه در این تحقیق امکان یافتن ژنوتیپ‌هایی با قابلیت بهتر از نظر توان فتوسنتزی وجود دارد که می‌تواند در برنامه‌های به‌نژادی این گونه مورد استفاده قرار گیرد. کاهش فرورفتگی برگ در نتاج نیز به افزایش سطح مؤثر برگ در فتوسنتز کمک می‌کند و این ویژگی نیز در نتاج مثبت بود. علاوه بر تفاوت‌هایی که بین والدین و نتاج از نظر ویژگی‌های مورد بررسی در برگ وجود داشت، تغییر دامنه صفات نیز از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. به‌نحوی که با افزایش دامنه صفات مورفولوژیک برگ می‌توان انتظار داشت که ظرفیت‌های جدیدی در این گونه حاصل شده باشد که قابل بهره‌برداری در برنامه‌های اصلاحی است. البته در برخی از صفات نظیر فرورفتگی حاشیه برگ‌ها، تفاوت‌ها زیاد نبود. لازم به ذکر است، در تحقیقاتی که توسط Calagari (2010) انجام شد عرض جغرافیایی با تعداد دندان‌های برگ همبستگی نشان داد. در مطالعه دیگری توسط Calagari *et al.* (2008) ثابت شد که همبستگی معنی‌داری در سطح ۵٪ بین میانگین دمای سالیانه با ماده خشک برگ، و عرض جغرافیایی با تعداد دندان‌های اصلی وجود داشت. همچنین بین ارتفاع از سطح دریا با ضخامت و ماده خشک برگ همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت. مواد ژنتیکی مورد استفاده در این تحقیق اگرچه منشأ جغرافیایی متفاوتی داشتند ولی در یک عرصه مشترک مورد مطالعه قرار گرفتند تا اثرات محیطی ناشی از مناطق مختلف حذف شود و آنچه که در ریخته ارثی والدین و نتاج آنها نهادینه شده است مورد ارزیابی قرار گیرد. به‌طورکلی نتایج حاصل از ارزیابی‌های ویژگی‌های برگ در این تحقیق با نتایجی که سایر محققان در خصوص گونه‌های دیگر صنوبر گرفتند نیز تطابق داشت. به‌عنوان نمونه در خصوص تنوع موجود در کلن‌های مختلف صنوبر (Van Dam 2002) نیز به این نتیجه رسید که ویژگی‌های مورفولوژیک برگ گونه *P. nigra* دارای تنوع زیادی بوده و از این ویژگی‌ها و تنوع می‌توان برای شناخت توان ژنتیکی کلن‌ها و توده‌های این گونه استفاده

کرد.

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که با تولید مثل جنسی و ایجاد تنوع ژنتیکی جدید در این گونه از صنوبر قابلیت‌های جدیدی نظیر افزایش ابعاد برگ ایجاد شده است که برخی از این قابلیت‌ها در ویژگی‌های مربوط به برگ نیز قابل ارزیابی هستند. در بررسی تنوع در ویژگی‌های مربوط به برگ صنوبر، (Marron *et al.* 2007) به این نتیجه رسیدند که از تنوع موجود در برگ دورگ‌های صنوبر می‌توان در تشخیص کلن‌های مختلف استفاده نمود. این محققان صفاتی از برگ را با میزان رویش مرتبط دانستند. این ارتباط توسط Saeedi & Azadfar (2011) نیز مورد تأیید قرار گرفت. البته (Asadi *et al.* 2004b) برخی از ویژگی‌های برگ را همزمان با سایر ویژگی‌های مورفولوژیک در تمایز کلن‌ها مورد استفاده قرار دادند. در این خصوص Saeedi & Azadfar (2011) تفاوت‌های موجود در ویژگی‌های برگ گونه‌های مختلف صنوبر را ناشی از تفاوت‌های ارثی این گونه‌ها دانسته و این صفات را صفاتی مناسب در مطالعات تاکسونومیک و تفکیک کلن‌ها دانسته‌اند. از این‌رو باید انتظار داشت که کلن‌های نتاج تولید شده، در آینده تفاوت‌های آشکاری از نظر میزان رویش و تولید چوب از خود نشان دهند. در تحقیقی که توسط Calagari (2010) انجام شد ارتباط معنی‌داری بین ویژگی‌های برگ و ارتفاع از سطح دریا و همین‌طور طول و عرض جغرافیایی مشاهده شد. به عبارت دیگر در تحقیق گفته شده، ارتفاع از سطح دریا با ماده خشک برگ و ضخامت برگ همبستگی مثبت در سطح ۵٪ معنی‌داری داشت. از این‌رو به نظر می‌رسد ظرفیت‌های زیادی در برگ صنوبرها وجود دارد که می‌تواند منشأ تحولات زیادی در این گونه قرار بگیرد. نکته قابل توجه دیگر، اختلاف معنی‌دار نتاج از نظر ابعاد روزنه‌هاست که در سطوح مختلف جهت برگ در نتاج در والدین، برگ در نتاج در والدین، و نتاج در والدین در سطح یک درصد مشاهده گردید. اختلاف تعداد روزنه در سطوح مختلف برگ در سایر گونه‌های گیاهی قبلاً گزارش شده است و این نتایج مؤید این موضوع در پده نیز می‌باشد. اختلاف بین ابعاد روزنه در نتاج و والدین

نحو مؤثری بکار گرفته شوند.

منابع مورد استفاده

References

- Alimohammadi, A., Asadi, F., Adeli, E., Tabaei-Aghdaei, S.R., and Mataji, A., 2009. Using morphological traits for identification of *Populus nigra* stands in Kermanshah and Zanjan provinces of Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17: 369-381.
- Amin-Amlashi, M. and Salehi, M. 2011. Qualitative and quantitative evaluation of seedlings of 10 top popular clones at the nursery in Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19:268-278.
- Asadi, F. and Mirzaie-Nodoushan, H. 2011. Evaluation of different treatments in sexual reproduction of *Populus caspica* Bornm. For broadening its genetic basis in the nature, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19: 441-452.
- Asadi, F., Mirzaie-Nodoushan, H., Modir-Rahmati, A.R. and Naderishahab, M.A. 2004a. Identification of poplar clones using morphological markers. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12: 267-300.
- Asadi, F., Naderishahab, M.A. and Mirzaie-Nodoushan, H., 2004b. Identification and genetic diversity of *Populus* species clones using microsatellite marker. Pajooheh & Sazandegi, 66: 45-55.
- Calagari, M. 2010. Selection of superior trees of *Populus euphratica* in the natural sites and establishment of collection for germplasm reservation. Research project final report, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.
- Calagari, M.; Jafari-Mofidabadi, A.; Tabari, M.; Hosseini, S.M. 2004. Intra-specific hybridization of *Populus euphratica* Oliv. Using *in vitro* technique, Journal of Sciences Islamic Republic of Iran, 15: 109-112.
- Calagari, M.; Modirrahmati, A.; Asadi, F. and Bagheri, R. 2008. Study of ecological and morphological variations in leaf traits of *Populus euphratica* Oliv. In natural populations. Second National Congress on poplar and potential use in poplar plantation, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 395-405.
- Fallah, H., Tabari, M., Azadfar, D., and Babaie, F., 2012. Investigation of genetic diversity in endangered stands of *Populus caspica* Bornm of sub-mountain forests in North of Iran. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19: 289-303.
- Gu, R.S., Jiang, X.N. and Guo, Z.C., 1999. Structure characteristics associated with salt tolerance of *Populus euphratica*. Acta Botanica Sinica, 41: 576-579.
- Gu, R.S., Fonseca, S., Puskas, L.G., Hackler, L., Zvara, A., Dudits, D. and Pais, M.S., 2004a. Transcript identification and profiling during salt stress and

اهمیت زیادی دارد. این اختلاف در مطالعات قبلی در بین مناطق مختلف جغرافیایی گزارش شده بود. تحقیقات (2010) Calagari نشان داد که ابعاد و تراکم روزنه‌ها در مواد گیاهی مورد مطالعه او که از مناطق مختلف جغرافیایی جمع‌آوری شده بود متغیر بود، به طوری که در رویشگاه‌های با آب و هوای گرم روزنه‌ها به تعداد زیاد و ابعاد کوچک، و در آب و هوای سرد تعداد روزنه‌ها کم ولی با ابعاد بزرگتر بودند. نامبرده همچنین به این نتیجه رسید که بین افزایش دما و تراکم روزنه رابطه مثبت و بین افزایش دما با طول روزنه رابطه منفی وجود دارد. نتایج مطالعه (2002) Stenstrom *et al.* نشان داد که تراکم روزنه‌ها همبستگی مثبت با متغیر دما و همبستگی منفی با عرض جغرافیایی داشت. از نظر تعداد روزنه و نتاج، کاهش محسوسی نسبت به والدین از خود نشان دادند که می‌تواند مورد توجه قرار گیرد.

با توجه به اینکه همبستگی دوگانه بین برخی از صفات مورد مطالعه از نظر آماری معنی‌دار گردید، استنباط کنترل این صفات توسط یک ژن یا یک عامل وراثتی تا اندازه‌ای دور از ذهن است ولی اینکه برگ‌هایی با دم‌برگ بلند تعداد کمتری روزنه ولی روزنه‌هایی طویل‌تر دارند موضوع قابل توجهی است که تأثیر آن در فتوسنتز و رشد رویشی گیاه می‌تواند مورد بررسی قرار گیرد. طول و عرض روزنه‌ها با هم همبستگی مثبت و معنی‌دار در سطح یک درصد از خود نشان دادند که حکایت از این دارد که با طویل شدن روزنه‌ها عرض آنها نیز افزایش یافته است. در مقابل تعداد روزنه با طول و عرض روزنه همبستگی منفی از خود نشان داد، به طوری که با افزایش تعداد روزنه‌های گیاه از ابعاد روزنه‌ها کاسته می‌شود.

به‌طور کلی با توجه به مجموع نتایج حاصل از تجزیه واریانس و نیز تجزیه همبستگی داده‌ها، می‌توان اظهار نمود که تنوع زیادی در ویژگی‌های مورد مطالعه کلن‌ها به‌ویژه در نتاج مشاهده گردید که حکایت از قابلیت‌های زیاد کلن‌های جدید داشت. بنابراین این تنوع می‌تواند چشم‌انداز مناسبی در وجود کلن‌های توانمند در بین نتاج ایجاد نماید و استفاده از برخی صفات مورفولوژیک برگ می‌تواند در گزینش غیرمستقیم (Indirect selection) به

- Mousavi-Kopar, S.A., Modir-Rahmati, A.R., Lashkar-Bolouki A. and Kahneh, E., 2011. Adaptation of Poplar clones in Safrabasteh, Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19: 326-339.
- Rottenberg, A., Nevo, E. and Zhary, D., 2000. Genetic variability in sexually dimorphic and monomorphic population of *Populus euphratica* (Salicaceae). Can. J. For. Res., 30: 482-486.
- Saeedi, Z. and Azadfar, D., 2011. Leaf morphological diversity in three different Poplar clones. 19: 104-118.
- Shahrzad, Sh., and Emam, M., 2012. Micropropagation of *Populus euphratica* and *P. alba* hybrids by tissue culture. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 19: 325-336.
- Stenstrom, A., Jonsdottir, I.S. and Augner, M., 2002. Genetic and environmental effects on morphology in clonal sedges in the Eurasian arctic, American Journal of Botany, 89: 1410-1421.
- Talebi, M., Modir-Rahmati, A.R., Jahanbazi, H., Mohammadi, H., Haghghighian, F., and Shirmoradi, H., 2011. Introducing the most adapted exotic poplar clones in Chaharmahal-Bakhtiari province, Iran. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19: 55-72.
- Van Dam, B.V., 2002. EUROPOP: Genetic diversity in river population of European black poplar for evaluation of biodiversity, conservation strategies, nature development and genetic improvement: 15-32. In: van Dam, B.C. and Bordacs, S., (Ed). Genetic diversity in river populations of European Black Poplar. Proceeding of an international symposium held in Szekozard. Hungary. 231p.
- recovery of *Populus euphratica*. Tree Physiology, 24: 265-276.
- Gu, R.S., Liu, Q.L., Pei, D. and Jiang, X.N., 2004b. Understanding saline and osmotic tolerance of *Populus euphratica* suspended cells. Plant Cell Tissue and Organ Culture, 78: 261-265.
- Hezsky, L.E., Simon-Kiss, I., Quang-Binh, D., Kiss, E., Kiss, J. and Gyulai, G., 1992. New plant varieties developed by conventional and haploid somaclone method. Proceeding of the first Egyptian-Italian Symposium on Biotechnology, Assiut, Egypt, 315 p.
- Jafari Mofidabadi, A., and Joorabchi, E., 2001. Evaluation of genetic variation in new somaclonal genotypes of *Populus euphratica*. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 7: 27-40.
- Jafari Mofidabadi, A., Modir-Rahmati, A., and Tavasoli, A., 1998. Application of ovary and ovule culture in *Populus alba* L. x *P. euphratica* Olive hybridization. Silvae Genetica, 47: 5-6.
- 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: 227-233.
- Ma, H.C., Fung, L., Wang, S.S., Altman A. and Hutterman, A., 1997. Photosynthetic response of *Populus euphratica* to salt stress. Forest Ecology and Management, 93: 55-61.
- 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.

Evaluation of half-sib progenies and their parents of *Populus euphratica* based on their morphologic and micro-morphologic traits

M. Homaie¹, H. Mirzaie-Nodoushan^{*2}, F. Asadicorom³, Gh.R. Bakhshi-Khaniki⁴, and M. Calagari⁵

1– MSc Graduate, Biology Department, Basic Science College, Payam-Noor University, Tehran, I.R.Iran.

2*- Corresponding Author, Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran. Email: nodoushan2003@yahoo.com

3– MSc Graduate, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

4– Professor, Biology Department, Basic Science College, Payam-Noor University, Tehran, I.R.Iran.

5– Assistant Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran.

Received: 18.03.2013

Accepted: 02.06.2013

Abstract

Populus euphratica Oliv. is one of the important poplar species which regenerate mainly through asexual reproduction, for which there is not enough genetic variation within its plant populations. This work investigated several morphological and micro-morphological traits on four half-sib progenies of each eleven parental clones of the species which was grown in a collection at Alborz Research Station, located at Karaj, Iran, as new produced genotypes. Therefore, 44 new clones of progenies of 11 parental clones were studied, based on a nested statistical model for the traits. Results indicated a vast variation between the studied parents and their progenies that may be used to produce new commercial varieties of the species. Average performance of the studied progenies increased on the traits such as leaf length and width, of which leaf area would be increased; resultantly this would improve plant photosynthesis. The higher performances of the progenies for the traits imply a suitable potential for selecting the genotypes with higher performance within the new produced progenies. Petiole length and leaf width showed a significant positive correlation to stomata length as well as significant negative correlation to number of stomata. Regarding the role of stomata on plant photosynthesis, the correlation values may be used for indirect selection of suitable genotypes of the species.

Key words: Genetic variation, Stomata, leaf area, photosynthesis, parental clones