Archive of SID

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۸ شماره ۳، صفحه ۲۹۵-۲۸۳، (۱۳۹۹)
شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2020.351167.1942
شناسه دیجیتال (DOR): 98.1000/1735-0883.1399.28.283.81.3.32.41

تولید انبوه و ارزیابی عملکرد رویشی نهال‌های بذری صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Marsh.) و اورامریکن (*P. euramericana* (Dode))

فرهاد اسدی [۱*] و سیداحسان ساداتی [۲]

۱*- نویسنده مسئول، دانشیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران. پست الکترونیک: farhadasadi14@yahoo.com

۲- استادیار، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۰

چکیده

پژوهش پیش‌رو با هدف تولید انبوه نهال‌های بذری صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Marsh.) و اورامریکن (*P. euramericana* (Dode)) و بررسی عملکرد رویشی نهال‌های تولیدشده انجام شد. در مرحله اول پژوهش، بذرهای جمع‌آوری‌شده از کلکسیون صنوبر ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان در دو تیمار خاک خالص مزرعه و خاک مخلوط با ماسه و سه تراکم بذر در سه تکرار کاشته شدند. سپس، تعداد، ابعاد و برخی ویژگی‌های ریخت‌شناسی نهال‌های تولیدشده بررسی شد. در مرحله دوم پژوهش، ۱۲ ژنوتیپ از نتاج هریک از دو گونه موردنظر انتخاب شد. از آن‌ها، قلمه کافی تهیه شد و به‌همراه قلمه‌های درختان مادری در سه تکرار کاشته شدند. ویژگی‌های رویشی آن‌ها نیز آماربرداری و تجزیه‌وتحلیل شد. نتایج مرحله اول نشان داد که دامنه تغییرات ویژگی‌های قطر، ارتفاع، تعداد برگ، طول دم‌برگ، درصد زنده‌مانی و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر در نهال‌های بذری *P. euramericana* 92/40 به‌طور معنی‌داری بیشتر از نهال‌های بذری *P. deltoides* 69/55 بود. از نظر قطر، ارتفاع و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر، خاک خالص مزرعه به‌طور معنی‌داری بر خاک مخلوط برتری داشت. زنده‌مانی برای تراکم‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع به‌ترتیب ۳۲/۸، ۱۹/۸ و ۱۰/۲۵ درصد به‌دست آمد. نتایج مرحله دوم نشان داد که ارتفاع و قطر پایه‌های مادری کمتر از نتاج بود. ژنوتیپ‌های منتخب این پژوهش شامل ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۲ و دو از نتاج *P. deltoides* 69/55 و ژنوتیپ سه از نتاج *P. euramericana* 92/40 هستند که می‌توانند برای آزمایش‌های کشت فاصله‌ای، بررسی مقاومت به تنش‌ها و توسعه زراعت چوب به بخش اجرا معرفی شوند.

واژه‌های کلیدی: تکثیر جنسی، زراعت چوب، ویژگی‌های ریخت‌شناسی.

مقدمه

توسعه زراعت چوب به‌منظور تأمین ماده اولیه واحدهای صنایع چوبی و کاهش فشار بر جنگل‌های باقی‌مانده، امری اجتناب‌ناپذیر به‌شمار می‌رود. یکی از راه‌های اصلی توسعه زراعت چوب، تهیه و تولید نهال‌های بیشتر و مناسب‌تر است، بنابراین هرگونه تمهیداتی که بتوانند هزینه تولید نهال را کم کنند و سطح تنوع ژنتیکی آن را افزایش دهند، می‌توانند توسعه زراعت چوب را نیز تسهیل کنند. تولید انبوه نهال بذری از

www.SID.ir

Archive of SID

یک‌سو به‌دلیل کاهش هزینه تولید (Asadi & Mirzaie-Nodoushan, 2011) و از سوی دیگر با افزایش سطح تنوع ژنتیکی (Alimohamadi *et al*., 2012) می‌تواند سبب افزایش عملکرد رویشی گونه‌های مورد استفاده در زراعت چوب شود که نتیجه آن، ترغیب زارعین برای گرایش بیشتر به این فعالیت ارزشمند است. از ورود نسل اول صنوبرهای تندرشد غیربومی به کشور، نزدیک به نیم‌قرن می‌گذرد. طی این سال‌ها، استفاده مکرر از تکثیر غیرجنسی (قلمه زدن) سبب گسترش نامحدود پایه‌هایی شده است که تنوع ژنتیکی را به‌شدت کاهش داده‌اند (Alimohamadi *et al*., 2012). این پدیده، آسیب‌پذیری مزارع تولید چوب را در مقابل عوامل زنده و غیرزنده بیشتر کرده است. بادافتادگی و خسارت آفات و امراض در سال‌های گذشته افزایش یافته است. در مؤسسه‌های متولی زراعت چوب در دنیا، تولید انبوه نهال‌های بذری به‌منظور گسترش اساس ژنتیکی صنوبرهای موجود و معرفی کلن‌های جدید، مورد توجه قرار گرفته است (Rowland & Johnson, 2001). تولید نهال بذری به‌دلیل مقدار زیاد مواد تکثیری (بذر) در حجم و سطح کم و هزینه‌های کارگری کمتر سبب افزایش بهره‌وری فعالیت‌های زراعت چوب می‌شود.

گونه‌های مختلف صنوبر در بسیاری از مناطق دنیا از حاشیه آبراهه‌ها در نواحی بسیار گرم کویری تا مناطق مرطوب رویش دارند و از نظر محیط‌زیستی حائز اهمیت زیادی هستند (Ma *et al*., 1997; Gu *et al*., 1999, 2004). کاهش تنوع ژنتیکی این گونه‌ها در بسیاری از کشورها، دغدغه‌ای در ذهن پژوهشگران ایجاد کرده است. درنتیجه، طرح‌های پژوهشی زیادی برای رفع این مشکل اجرا شده است (Villar, 1996; Shafroth *et al*., 2002; Imbert & Lefevre, 2003). در ایران، طرح‌های پژوهشی متعددی با هدف شناسایی رویشگاه‌ها، ارزیابی جمعیت‌ها و مقایسه گونه‌های مختلف صنوبر انجام شده است، اما به‌دلیل فراهم نبودن شرایط مناسب خاک، نور و رطوبت (Asadi & Mirzaie-Nodoushan, 2011)، مشکل در زادآوری، تولیدمثل جنسی و تولید انبوه نهال این گونه‌ها از طریق جنسی باقی است. کاهش سطح تنوع ژنتیکی صنوبرها به‌دلیل تکثیر غیرجنسی، توجیهی بر ضرورت ادامه فعالیت‌های اصلاحی و استفاده از بذر آن‌ها در تکثیر است (Asadi *et al*., 2005). Asadi و Mirzaie-Nodoushan (۲۰۱۱) با بررسی امکان تولید نهال بذری سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) نشان دادند که خاک مزرعه نسبت به ماسه در زنده‌مانی گیاهچه‌های این گونه مؤثرتر است. همچنین، نور و رطوبت کافی برای تکثیر نهال بذری سفیدپلت ضروری است. این پژوهشگران با بررسی رفتار رویشی نتاج و والدین این گونه نتیجه گرفتند که به‌دلیل برتری رویشی نتاج نسبت به والدین می‌توان از آن‌ها در جنگل‌کاری‌ها استفاده کرد.

بذر صنوبر عمر کوتاهی دارد و نیازمند بستر مرطوب و باز برای استقرار است. طبیعت اغلب چنین شرایطی را فراهم نمی‌کند و ادامه رشد آن را با مشکل مواجه می‌سازد (González *et al*., 2010). در ایجاد تنوع ژنتیکی صنوبرها مانند پده (*P. euphratica*) گاهی از تنوع سوماکلونال نیز استفاده شده است (Heszky *et al*., 1992)، اما با تولید نهال بذری در شرایط عادی می‌توان از هزینه‌های ایجاد تنوع سوماکلونالی پرهیز کرد. در شرایط مساعد، سن زادآوری صنوبرها بین چهار تا هشت سال در توده‌های دست‌کاشت و ۱۰ تا ۱۵ سال در توده‌های طبیعی است (Stanton & Villar, 1996). برای صنوبرهای نر و ماده در توده‌های طبیعی، نسبت جنسیت یکسانی گزارش شده است (Rowland & Johnson, 2001; Hultine *et al*., 2007). اگرچه الگوی یکسانی برای این نسبت وجود ندارد، اما پژوهش‌های مختلف نشان داده‌اند که ویژگی‌های رویشگاه بر تغییر نسبت جنسیت مؤثر هستند، به‌طوری‌که درختان ماده اغلب در رویشگاه‌های مرطوب‌تر، غنی‌تر و کم‌ارتفاع‌تر حضور دارند. در مقابل، درختان نر بیشتر در مناطق خشک‌تر، گرم‌تر و مرتفع‌تر مشاهده می‌شوند. این فرضیه‌های قابل‌توجه بیولوژیکی به بررسی‌های بیشتر و با مقیاس وسیع‌تری نیاز دارند تا هم تفاوت‌های رشدونموی دو جنس نر و ماده مشخص شود (مانند اینکه در بعضی از گونه‌ها، درختان نر سریع‌تر از درختان ماده به سن بلوغ می‌رسند و همین امر می‌تواند انحراف در نسبت جنسیت جمعیت را در

www.SID.ir

Archive of SID

پی داشته باشد) (Stanton & Villar, 1996) و هم کلن شدن گسترده برخی از گونه‌های صنوبر بررسی شود. در این خصوص، Latva-Karjanmaa و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی اثر رطوبت بر تولید نهال‌های بذری *P. tremula* با استفاده از تیمارهای مختلف نشان دادند که حفظ رطوبت بستر کاشت بذر از مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر جوانه‌زنی، زنده‌مانی و ادامه رشد این گونه سخت‌ریشه‌زا است.

تکثیر زایشی درختان صنوبر با فرایند گل‌دهی ارتباط دارد. دوره زمانی گل دادن صنوبرها به درجه‌حرارت در حال افزایش بستگی دارد، به‌طوری‌که این مرحله فنولوژیکی در جمعیت‌های مستقر در مناطق مرتفع‌تر و نواحی شمالی‌تر، دیرتر اتفاق می‌افتد. گرده‌ها توسط باد پراکنده می‌شوند و فاصله مؤثر گرده‌افشانی می‌تواند بسیار زیاد باشد (Lexer *et al*., 2005; Vanden Broeck *et al*., 2006; Salvov *et al*., 2009; Salvov & Zhelev, 2010). این درختان پس از ۲۴ ساعت از اینکه یک گرده زنده روی کلاله نشست، بارور می‌شوند (Braatne *et al*., 1996). کامل شدن کپسول‌ها اغلب چهار تا شش هفته (و در بعضی از گونه‌ها بین سه تا پنج ماه) پس از باروری طول می‌کشد و به‌تدریج بذرهای داخل آن‌ها، آماده پراکنده شدن می‌شوند. در شرایط طبیعی، بذرها برای یک تا دو هفته زنده مانده و جوانه‌زنی آن‌ها طی ۲۴ ساعت اتفاق می‌افتد (Karrenberg *et al*., 2002). در میکروریشگاه‌های مناسب، نهال‌های بذری زیادی مستقر می‌شوند (گاهی تا ۴۰۰۰ گیاهچه در هر متر مربع)، اما مرگ‌ومیر آن‌ها بسیار زیاد است (بیشتر از ۷۷ تا حتی صددرصد). فقر غذایی ماسه‌ها در بستر رودخانه‌ها، یکی از عمده‌ترین دلیل‌های خشک شدن گیاهچه‌ها به‌شمار می‌رود (Asadi & Mirzaie-Nodoushan, 2011). علت دیگر این اتفاق ممکن است استمرار غرقابی شدن آن‌ها باشد (Dixon & Turner, 2006)، بنابراین تضمین ادامه حیات بذرهای سبزشده از اهداف اصلی پژوهش پیش‌رو است. این پژوهش سعی دارد با اعمال تیمارهای مناسب، نهال‌های بذری فراوان صنوبر دلتوئیدس (*P. deltoides*) و صنوبر اورامریکن (*P. euramericana*) را با کمترین تلفات تولید کند. هدف دیگر این پژوهش، مقایسه عملکرد نتاج و والدین برای معرفی مناسب‌ترین پایه‌ها برای کشت است.

به‌دلیل نامشخص بودن وضعیت جوانه‌زنی و شرایط تولید نهال بذری در صنوبرها، بررسی امکان تولید انبوه نهال به‌همراه تضمین زنده‌مانی آن‌ها مشکل است، بنابراین پرسش‌های اساسی پژوهش پیش‌رو این است که آیا امکان تولید انبوه نهال بذری در دو گونه مورد نظر وجود دارد؟ آیا نهال‌های بذری تولیدشده، قدرت رویشی خوبی برای تبدیل به نهال قابل‌کاشت در سال اول دارند؟ پس از موفقیت در تولید نهال‌های با ارزش دورگ (F1)، آیا می‌توان با کاشت قلمه‌های آن‌ها در یک طرح تکراردار، با مقایسه میانگین ویژگی‌های مربوط‌به نتاج و والدین برتر مانند پژوهش‌های Stanton و Villar (۱۹۹۶) و Imbert و Lefevre (۲۰۰۳) پایه‌های مرغوب را شناسایی و معرفی کرد؟

مواد و روش‌ها

در پژوهش پیش‌رو، بذرهای در حال پراکنش از کپسول‌های یک درخت منتخب متعلق به هر کدام از گونه‌های *P. euramericana* 92/40 و *P. deltoides* 69/55 مستقر در کلکسیون صنوبر ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان جمع‌آوری شدند (شکل ۱). برتری رویشی این گونه‌ها در پژوهش Ghasemi و همکاران (۲۰۱۴) گزارش شده بود. در عرصه‌ای مسقف که به‌منظور کشت مستقیم بذرها آماده شده بود، دو تیمار خاک شامل خاک خالص مزرعه و خاک مخلوط مزرعه با ماسه به‌نسبت یک‌به‌یک ایجاد شد. عملیات بذرپاشی با تراکم‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع و سه تکرار انجام گرفت (شکل ۲). این بررسی به‌شکل آزمایش فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی برای دو نوع خاک، سه تراکم بذر و دو گونه درختی انجام شد. عملیات آب‌پاشی (سیستم میست) هرروزه تا مرحله شش‌برگی گیاهچه‌ها ادامه یافت. در تیمارهایی که رقابت جدی برای رویش وجود داشت، بدون هیچ دخالتی به نهال‌های تولیدشده در هر تیمار، اجازه ادامه رشد در همان محل داده شد. در پایان فصل رویش، ویژگی‌های نهال‌های تولیدشده در هر

www.SID.ir

Archive of SID

تیمار بررسی شد. اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از روش‌های آماری یک و چندمتغیره تجزیه‌وتحلیل شدند. در سال دوم اجرای پژوهش، ژنوتیپ‌های برتر مبتنی بر کاشت مستقیم بذر انتخاب شد. برای این منظور، ۱۲ ژنوتیپ از نتاج (F1) هریک از دو گونه مورد بررسی که وضعیت رویشی مطلوب‌تری در مرحله اول داشتند، انتخاب شد و قلمه کافی و یکنواخت از آن‌ها تهیه شد. سپس، به‌همراه قلمه‌های درختان مادری (درمجموع ۲۶ ژنوتیپ) در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار کاشته شدند. ضمن اجرای عملیات آبیاری و وجین، ویژگی‌های ریخت‌شناسی و رویشی آن‌ها آماربرداری شد و در نرم‌افزار SPSS20 تجزیه‌وتحلیل شدند. درنهایت، با مقایسه میانگین ویژگی‌های رویشی و ریخت‌شناسی نتاج (F1) و والدین، پایه‌های مطلوب برای کشت معرفی شدند.

شکل ۱- به‌ترتیب از راست: جمع‌آوری کپسول از درختان، جدا کردن بذرها از کپسول و بذرهای جداشده پیش از بوجاری

شکل ۲- به‌ترتیب از راست: زمان کشت بذر در پلات‌ها، دو و چهار ماه پس از کاشت

نتایج

منبع تغییرات، درجه آزادی و میانگین مربعات ویژگی‌های مورد بررسی در جدول ۱ ارائه شده است. همچنین، اثر خاک، نوع گونه، تراکم و اثرهای متقابل آن‌ها بر ویژگی‌های قطر و ارتفاع نهال، سطح، پهنا، طول و تعداد برگ، طول دمبرگ، زنده‌مانی، درصد نهال‌های بلندتر از یک متر و نیز بلندترین و کوتاه‌ترین نهال در این جدول ذکر شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- تجزیه واریانس مربوط به ویژگی‌های مختلف اندازه‌گیری‌شده به‌همراه گروه‌بندی میانگین‌ها با روش دانکن

منبع تغییرات	درجه آزادی	قطر نهال (سانتی‌متر)	ارتفاع نهال (متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول دم‌برگ (سانتی‌متر)	پهنای برگ (سانتی‌متر)	زنده‌مانی (درصد)	نهال‌های بلندتر از یک متر (درصد)	بلندترین نهال (متر)	کوتاه‌ترین نهال (متر)
تکرار	۲	۰/۰۲۱ ns	۳۴۲/۷ ns	۰/۸۵۴ ns	۳۵۵/۱ ns	۳/۳۴ ns	۲/۳۵*	۴/۴۶ ns	۱۷/۷ ns	۲۱۷/۶ ns	۱۲۵۸ ns	۴۴۸/۵ ns
گونه	۱	۰/۱۸۳*	۶۲/۲ ns	۲۶۹/۵*	۵۵۳۷/۸*	۱۴/۴*	۳/۳۲*	۲۱/۵۳**	۲/۷۸ ns	۹۹۰/۶*	۷۴۷/۱ ns	۷۳۸ ns
خاک	۱	۰/۴۴۷**	۸۲۷۴/۹**	۱۰۵/۱ ns	۵۹۹۳/۳*	۲۸/۴**	۰/۲۲۶ ns	۱۲/۲۳*	۴۶۲/۲*	۳۱۹۲/۹**	۱۱۱۶۵/۴*	۶۱۶۲/۲**
تراکم	۲	۰/۰۲ ns	۲۵۲/۷ ns	۴/۲ ns	۸۹/۱ ns	۰/۸۰۱ ns	۰/۵۷۴ ns	۱/۸۹ ns	۱۵۴۱/۷**	۳۷/۲ ns	۷۷/۷ ns	۴۱۷/۹ ns
گونه × خاک	۱	۰/۵۵۵**	۵۲۳۱/۶**	۲۸۰/۶ ns	۴۴۰۶/۷*	۱۶/۷*	۱/۱۸ ns	۱۱/۱*	۳۶۱ ns	۷۵۷/۵ ns	۵۵۷۵/۱ ns	۳۰۸۰/۲*
گونه × تراکم	۲	۰/۰۰۳ ns	۲۲۲/۶ ns	۱۳/۲ ns	۱۴۹۶/۵ ns	۲/۲۱ ns	۱/۴۲ ns	۴/۲۱ ns	۵۳/۸ ns	۵۴۹/۶ ns	۵۳۸/۹ ns	۷۰۵/۴ ns
خاک × تراکم	۲	۰/۰۸۳ ns	۱۰۶۸/۳ ns	۰/۸۴۱ ns	۲۳۱/۶ ns	۱/۲۱ ns	۰/۶۱۲ ns	۲/۱۸ ns	۱۲۳/۶ ns	۴۱۵/۵ ns	۴۴۰۶/۲ ns	۳۹۳/۷ ns
گونه × خاک × تراکم	۲	۰/۰۴۳ ns	۵۰۹/۵ ns	۲۴/۴ ns	۴/۲۶ ns	۰/۴۰۹ ns	۰/۱۸۴ ns	۰/۰۹۴ ns	۸۹/۳ ns	۱۹۵/۳ ns	۴۲۲/۷ ns	۶۵۰/۶ ns
اشتباه	۲۲	۰/۰۳	۵۸۸/۲	۴۰/۳	۱۰۰۹	۲/۹	۰/۵۴۴	۲/۳	۱۲۸/۶	۲۳۲/۹	۲۰۰۱/۷	۶۱۰/۳

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns غیرمعنی‌دار

www.SID.ir

Archive of SID

اثر نوع گونه

ویژگی‌های قطر نهال، تعداد برگ، سطح برگ، طول برگ، طول دم‌برگ، پهنای برگ و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر بین دو گونه مورد بررسی، اختلاف معنی‌داری داشتند. میانگین، کمینه، بیشینه و دامنه تغییرات هریک از این ویژگی‌های معنی‌دار در جدول ۲ آمده است. از بین میانگین این ویژگی‌ها، فقط قطر نهال و تعداد برگ در نهال‌های بذری *P. euramericana* 92/40 بیشتر از نهال‌های بذری *P. deltoides* 69/55 به‌دست آمد، اما از نظر ویژگی‌های دیگر، برتری با نهال‌های بذری *P. deltoides* 69/55 بود. اختلاف معنی‌داری بین دو گونه از نظر میانگین ارتفاع نهال مشاهده نشد، اما از نظر درصد نهال‌های بلندتر از یک متر، نهال‌های بذری *P. deltoides* 69/55 با ۸۱/۵ درصد در مقایسه با نهال‌های بذری *P. euramericana* 92/40 (۷۱/۱ درصد) برتری نشان دادند. براساس نتایج، دامنه تغییرات در نهال‌های بذری متعلق به *P. euramericana* 92/40 برای ویژگی‌های قطر و ارتفاع نهال، تعداد برگ، طول دم‌برگ، درصد زنده‌مانی و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر به‌طور معنی‌داری بیشتر از *P. deltoides* 69/55 بود.

جدول ۲- آماره‌های توصیفی ویژگی‌های مورد بررسی نهال‌های بذری در دو گونه مورد مطالعه

گونه	آماره	قطر نهال (سانتی‌متر)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول دم‌برگ (سانتی‌متر)	پهنای برگ (سانتی‌متر)	زنده‌مانی (درصد)	نهال‌های بلندتر از یک متر (درصد)
	میانگین	۰/۸۱	۱۳۳/۸	۳۴/۴	۱۰۱/۱	۱۱/۸	۶/۱۹	۱۰/۸	۲۰/۷	۷۱/۱
	کمینه	۰/۳	۵۸/۶	۴۱/۶	۶۱/۳	۹/۱۵	۴/۶	۸/۵	۴/۵	۳۲
P. euramericana 92/40	بیشینه	۱/۵۴	۱۷۷/۶	۴۸/۶	۱۵۰	۱۳/۹	۸/۱	۱۳/۴	۵۶	۱۰۰
	دامنه	۱/۲۴	۱۱۹	۷	۸۸/۷	۴/۷۵	۳/۵	۴/۹	۵۱/۵	۶۸
	میانگین	۰/۶۷	۱۳۶/۴	۲۸/۸	۱۲۵/۹	۱۳/۱	۶/۸	۱۲/۳۵	۲۱/۲	۸۱/۵
	کمینه	۰/۵۳	۱۰۹/۷	۲۰	۵۹/۱	۸/۸	۵/۷	۸/۳۸	۴	۵۷/۱۴
P. deltoides 69/55	بیشینه	۰/۸۳	۱۶۰/۷	۳۵/۶	۲۱۶	۱۷/۴	۸/۶	۱۶/۳	۴۶	۱۰۰
	دامنه	۰/۳	۵۰/۹	۱۵/۶	۱۵۶/۹	۸/۶	۲/۹	۷/۹	۴۲	۴۲/۸

اثر نوع خاک

دو نوع خاک مورد استفاده از نظر ویژگی‌های قطر و ارتفاع نهال، سطح، طول و پهنای برگ، زنده‌مانی، درصد نهال‌های بلندتر از یک متر و بلندترین و کوتاه‌ترین نهال، اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۱). بررسی میانگین ویژگی‌ها حاکی از آن بود که خاک خالص مزرعه از نظر قطر و ارتفاع نهال و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر به‌طور معنی‌داری نسبت‌به خاک مخلوط برتری داشت (جدول ۳).

جدول ۳- میانگین± اشتباه‌معیار ویژگی‌های مختلف نهال‌ها در دو نوع خاک مورد بررسی

خاک	قطر نهال (سانتی‌متر)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول دم‌برگ (سانتی‌متر)	پهنای برگ (سانتی‌متر)	زنده‌مانی (درصد)	نهال‌های بلندتر از یک متر (درصد)
خالص	۰/۸۵±۰/۰۷	۱۵۰/۳±۶/۱۱	۳۳/۳±۱/۷۶	۱۰۰/۶±۶/۰۵	۱۱/۵۴±۰/۳۶	۶/۴۱±۰/۲۱	۱۰/۹±۰/۳۵	۱۷/۳±۲/۹	۸۵/۷±۲/۹
مخلوط	۰/۶۳±۰/۰۳	۱۱۹/۹±۶/۱۷	۲۹/۹±۱/۳۷	۱۲۶/۴±۹/۱	۱۳/۳۲±۰/۴۹	۶/۵۷±۰/۲	۱۲/۲±۰/۴۸	۲۱/۵±۲	۶۶/۹±۴/۸

www.SID.ir

Archive of SID

اثر تراکم بذر

تراکم بذر فقط بر درصد زنده‌مانی اثر معنی‌داری داشت (جدول ۱). بررسی میانگین ویژگی‌های مختلف برای سه نوع تراکم بذر نشان داد که زنده‌مانی برای تراکم‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع به‌ترتیب ۳۲/۸، ۱۹/۸ و ۱۰/۲۵ درصد بود (جدول ۴)، به‌طوری‌که فقط ۱۷، ۲۰ و ۲۰ نهال بذری به‌ترتیب در تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در هر متر مربع باقی ماندند و بقیه از بین رفتند، بنابراین در تیمارهای فوق می‌توان به‌ترتیب ۱۷۰، ۲۰۰ و ۲۰۰ هزار نهال بذری در هر هکتار تولید کرد. با توجه به میانگین درصد نهال‌های بلندتر از یک متر (که برای تیمارهای ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ بذر در متر مربع به‌ترتیب ۷۷/۶، ۷۴/۳ و ۷۷/۰۵ درصد به‌دست آمد)، می‌توان انتظار داشت که در هر هکتار برای تیمارهای مذکور بتوان به‌ترتیب ۱۳۲، ۱۴۹ و ۱۵۴ هزار نهال بذری بلندتر از یک متر تولید کرد، در صورتی‌که توسط قلمه در بهترین شرایط، امکان تولید بیشتر از ۸۰ هزار نهال در هکتار وجود ندارد. بنابراین، با توجه به عدم اختلاف معنی‌دار بین تراکم‌های مختلف بذر از نظر درصد نهال‌های بلندتر از یک متر می‌توان تراکم ۵۰ بذر در هر متر مربع را مناسب‌تر دانست.

جدول ۴- میانگین± اشتباه‌معیار برای ویژگی‌های مختلف نهال‌ها در سه تراکم بذر

تراکم بذر (تعداد در متر مربع)	قطر نهال (سانتی‌متر)	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	تعداد برگ	سطح برگ (سانتی‌متر مربع)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول دم‌برگ (سانتی‌متر)	پهنای برگ (سانتی‌متر)	زنده‌مانی (سانتی‌متر)	نهال بلندتر از یک متر (درصد)
۵۰	۰/۷۷±۰/۰۸	۱۳۸/۸±۹/۷	۳۱/۸±۱/۵۷	۱۱۶/۶±۱۲/۲	۱۲/۷۱±۰/۶۶	۶/۷۳±۰/۲۶	۱۲±۰/۶۱	۳۲/۸±۴/۶	۷۷/۶±۶/۶
۱۰۰	۰/۷۶±۰/۰۹	۱۳۷±۹/۷	۳۲/۱±۲/۲۴	۱۱۱/۷±۹/۷	۱۲/۲±۰/۵۸	۶/۴۵±۰/۲۵	۱۱/۴±۰/۵۱	۱۹/۸±۳	۷۴/۳±۶/۲
۲۰۰	۰/۶۹±۰/۰۴	۱۲۹/۸±۶/۶	۳۰/۹±۲/۱۹	۱۱۲/۲±۸/۷	۱۲/۴±۰/۵۲	۶/۳±۰/۲۵	۱۱/۳±۰/۵۱	۱۰/۲±۱/۲	۷۷±۳/۷

جدول ۵- میانگین ارتفاع نهال‌ها برای ترکیب تیمارهای مختلف

گونه	خاک	تراکم بذر (تعداد در متر مربع)	میانگین ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	میانگین کل ارتفاع نهال (سانتی‌متر)
P. euramericana 92/40	خالص	۵۰	۱۷۰/۲۴	
P. euramericana 92/40	خالص	۱۰۰	۱۷۰/۳۲	۱۶۱/۰۲
P. euramericana 92/40	خالص	۲۰۰	۱۴۲/۵	
P. euramericana 92/40	مخلوط	۵۰	۹۴/۷۸	
P. euramericana 92/40	مخلوط	۱۰۰	۱۰۲/۳۸	۱۰۶/۵۹
P. euramericana 92/40	مخلوط	۲۰۰	۱۲۲/۶	
P. deltoides 69/55	خالص	۵۰	۱۵۴/۲۵	
P. deltoides 69/55	خالص	۱۰۰	۱۳۶/۸۶	۱۳۹/۵۳
P. deltoides 69/55	خالص	۲۰۰	۱۲۷/۵	
P. deltoides 69/55	مخلوط	۵۰	۱۳۴/۲۹	
P. deltoides 69/55	مخلوط	۱۰۰	۱۳۸/۸	۱۳۶/۴
P. deltoides 69/55	مخلوط	۲۰۰	۱۲۶/۸۹	

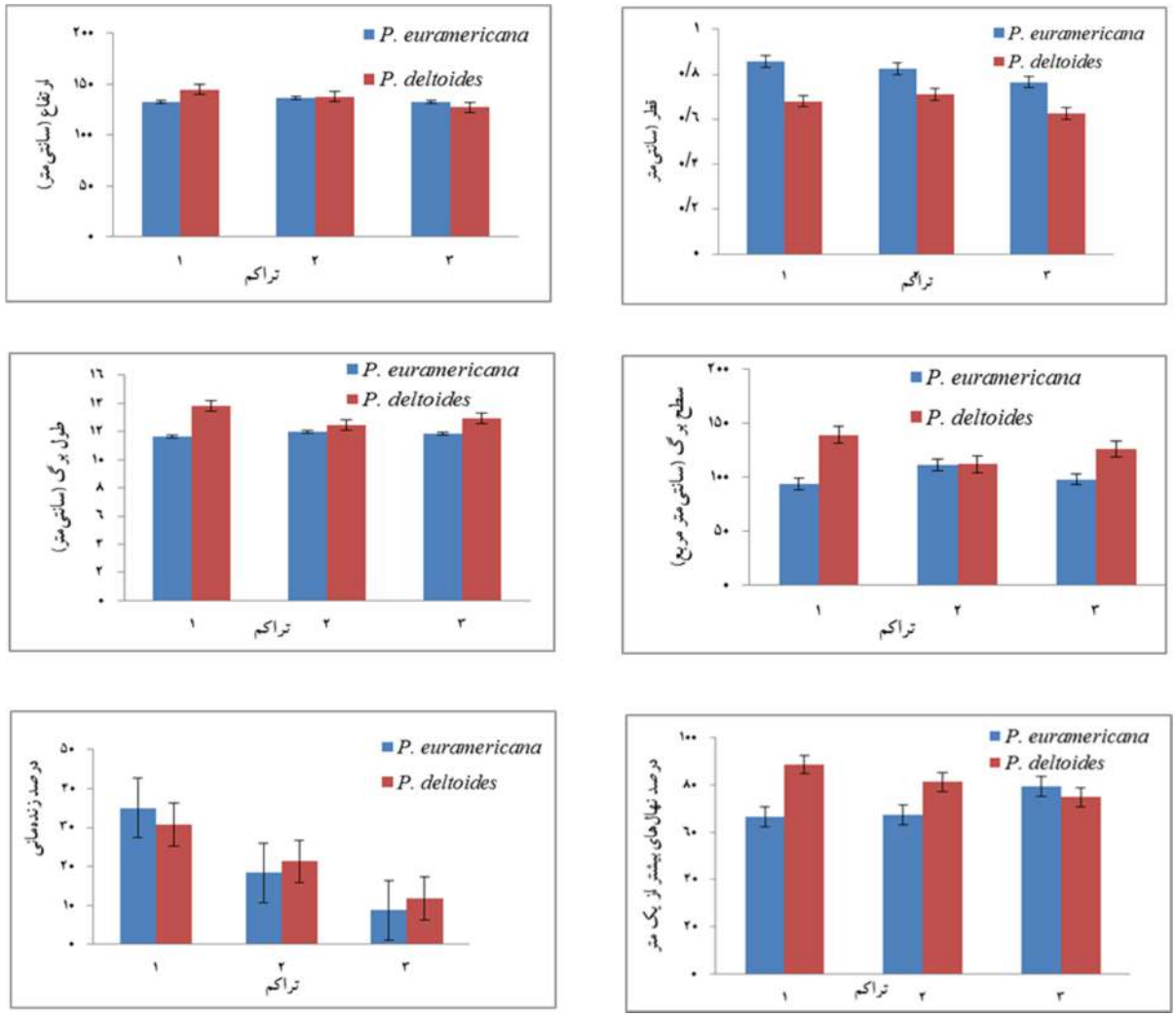
www.SID.ir

Archive of SID

بهترین ترکیب تیمار

بهترین ترکیب تیمار برای ویژگی ارتفاع در نهال‌های بذری *P. euramericana* 92/40 با خاک خالص مزرعه و تراکم‌های ۵۰ و ۱۰۰ بذر در متر مربع مشاهده شد. میانگین ارتفاع نهال در این ترکیب تیمار به‌ترتیب برابر با ۱۷۰/۲۴ و ۱۷۰/۳۲ سانتی‌متر بود (جدول ۵). تیمار خاک در ارتفاع نهال‌های *P. deltoides* 69/55 اختلاف معنی‌داری ایجاد نکرد، اما برای *P. euramericana* 92/40 اختلاف معنی‌داری نشان داد، بدین‌صورت که میانگین ارتفاع نهال‌های بذری در *P. euramericana* 92/40 و در خاک خالص معادل ۱۶۱/۰۲ سانتی‌متر بود، اما برای خاک مخلوط ۱۰۶/۵۹ سانتی‌متر به‌دست آمد.

در شکل ۳، مقدار برخی از ویژگی‌های اندازه‌گیری‌شده به‌تفکیک دو گونه مورد بررسی و در سه تراکم مختلف بذر نشان داده شده است.



شکل ۳- مقدار ویژگی‌های قطر و ارتفاع نهال، سطح و طول برگ، درصد زنده‌مانی و درصد نهال‌های بلندتر از یک متر در تراکم‌های مختلف (۱: تراکم ۵۰ بذر در متر مربع؛ ۲: تراکم ۱۰۰ بذر در متر مربع؛ ۳: تراکم ۲۰۰ بذر در متر مربع)

www.SID.ir

Archive of SID

همان‌طور که در روش پژوهش ذکر شد، در سال دوم اجرای پژوهش پس از انتخاب ژنوتیپ‌های برتر به‌دست‌آمده از کاشت مستقیم بذر، قلمه‌های کافی و یکنواخت از ۱۲ ژنوتیپ هریک از دو گونه مورد نظر و والد آن‌ها تولید شد. سپس، با مقایسه میانگین نتاج (F1) و والد برتر، پایه‌های مطلوب برای کشت معرفی شوند. براساس جدول ۶، اختلاف ارتفاع ژنوتیپ‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد معنی‌دار بود، اما اختلاف معنی‌داری بین ژنوتیپ‌ها از نظر قطر مشاهده نشد (جدول ۷). مقایسه میانگین ارتفاع و قطر نهال نتاج و والدین و گروه‌بندی آن‌ها براساس روش دانکن نشان داد که نهال شماره ۲۲ متعلق به *P. deltoides* 69/55 از نظر ارتفاع به‌تنهایی در رتبه اول و از نظر قطر به‌همراه چند ژنوتیپ دیگر در رتبه متوسط قرار داشت (جدول ۸).

با توجه به وضعیت گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها و والدین آن‌ها، بیشتر نتاج متعلق به *P. deltoides* 69/55 در رتبه‌های بهتری از نظر ارتفاع و قطر قرار دارند. پایه‌های والدینی نیز از نظر ارتفاع و قطر در رتبه‌های ضعیف‌تری جای گرفتند، به‌طوری‌که پایه والدینی *P. euramericana* 92/40 با ۱۱۱/۸۳ سانتی‌متر ارتفاع و ۰/۶۹۳ سانتی‌متر قطر به‌تنهایی در رده آخر جدول قرار گرفت. برای انتخاب نهایی می‌توان ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۲ و دو نتاج متعلق به *P. deltoides* 69/55 و ژنوتیپ سه نتاج *P. euramericana* 92/40 را معرفی کرد.

جدول ۶- تجزیه واریانس ارتفاع ژنوتیپ‌ها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۱۵۶۷/۳	۲	۷۸۳/۶	۱۰/۵۷
ژنوتیپ‌ها	۴۹۷۷/۷	۲۵	۱۹۹/۱**	۲/۶۹
اشتباه	۳۷۰۶/۵	۵۰	۷۴/۱۳	
کل	۱۳۵۸۴۷۷/۲	۷۸		

** اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد

جدول ۷- تجزیه واریانس قطر ژنوتیپ‌ها

منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدار F
تکرار	۰/۰۸۵	۲	۰/۰۴۲	۹/۸
ژنوتیپ‌ها	۰/۱۷۷	۲۵	۰/۰۰۷ ns	۱/۶۴
اشتباه	۰/۲۱۶	۵۰	۰/۰۰۴	
کل	۴۹/۷۳	۷۸		

ns غیرمعنی‌دار

بحث

پژوهش پیش‌رو نشان داد که امکان تولید انبوه نهال بذری از هر دو گونه صنوبر مورد بررسی وجود دارد. در مرحله اول پژوهش، تیمار خاک خالص مزرعه نسبت به تیمار ترکیب ماسه و خاک منجر به عملکرد رویشی بهتری شد. این یافته با نتایج پژوهش Asadi و Mirzaie-Nodoushan (۲۰۱۱) درمورد نهال بذری سفیدپلت مطابقت دارد. از آنجایی‌که *P. euramericana* 92/40 یک گونه دورگ بین صنوبرهای نیگرا و دلتوئیدس است، دامنه تغییرات ویژگی‌های مختلف در نهال‌های بذری این گونه از نهال‌های بذری *P. deltoides* 69/55 بیشتر بود که می‌تواند به‌دلیل تداخل ژنی ارقام نر سه گونه صنوبر دلتوئیدس، نیگرا و اورامریکن مستقر در کلکسیون صنوبر ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان باشد که گرده‌افشانی فراوان‌تری در عرصه داشتند.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۸- میانگین ارتفاع و قطر نهال‌های نتاج و والدین و گروه‌بندی آن‌ها براساس روش دانکن

ردیف	شماره ژنوتیپ	نام ژنوتیپ صنوبر	ارتفاع نهال (سانتی‌متر)	قطر نهال (سانتی‌متر)
۱	۲۲	نتاج ۱۰ دلتوئیدس	۱۴۹/۵۵۱ a	۰/۸۰۱ abcd
۲	۲۴	نتاج ۱۲ دلتوئیدس	۱۴۲/۲۲ ab	۰/۸۶۸ a
۳	۱۴	نتاج ۲ دلتوئیدس	۱۴۰/۶۷ ab	۰/۸۲۷ abc
۴	۳	نتاج ۳ اورامریکن	۱۳۹/۲۲ ab	۰/۷۷۱ abcd
۵	۱۵	نتاج ۳ دلتوئیدس	۱۳۸/۳۳ ab	۰/۸۵ ab
۶	۱۸	نتاج ۶ دلتوئیدس	۱۳۸/۲۲ ab	۰/۷۸۲ abcd
۷	۱۶	نتاج ۴ دلتوئیدس	۱۳۷/۱۱ ab	۰/۸۲۴ abcd
۸	۲۱	نتاج ۹ دلتوئیدس	۱۳۷ ab	۰/۸۳ abc
۹	۵	نتاج ۵ اورامریکن	۱۳۶/۸۹ ab	۰/۷۹۵ abcd
۱۰	۲۳	نتاج ۱۱ دلتوئیدس	۱۳۵/۵۵ ab	۰/۷۹۷ abcd
۱۱	۸	نتاج ۸ اورامریکن	۱۳۵ ab	۰/۷۹۳ abcd
۱۲	۱۹	نتاج ۷ دلتوئیدس	۱۳۲/۸۸ ab	۰/۸۶۱ ab
۱۳	۱۷	نتاج ۵ دلتوئیدس	۱۳۱/۷۷ bc	۰/۸۰۳ abcd
۱۴	۹	نتاج ۹ اورامریکن	۱۳۱/۷۷ bc	۰/۷۸۷ abcd
۱۵	۲۰	نتاج ۸ دلتوئیدس	۱۳۱/۱۱ bc	۰/۸۶۱ ab
۱۶	۱۳	نتاج ۱ دلتوئیدس	۱۳۰/۸۸ bc	۰/۷۳۴ bcd
۱۷	۷	نتاج ۷ اورامریکن	۱۲۷/۲۲ bc	۰/۷۴۷ abcd
۱۸	۶	نتاج ۶ اورامریکن	۱۲۶/۸۸ bc	۰/۷۵۱ abcd
۱۹	۱۱	نتاج ۱۱ اورامریکن	۱۲۵/۶۶ bc	۰/۸۰۸ abcd
۲۰	۱۲	نتاج ۱۲ اورامریکن	۱۲۴/۷۷ cd	۰/۸۷۴ a
۲۱	۲۵	پایه مادری دلتوئیدس	۱۲۴/۵۵ cd	۰/۷۴۵ abcd
۲۲	۴	نتاج ۴ اورامریکن	۱۲۴/۱۱ cd	۰/۷۹۱ abcd
۲۳	۱۰	نتاج ۱۰ اورامریکن	۱۲۳ d	۰/۷۱۲ cd
۲۴	۱	نتاج ۱ اورامریکن	۱۲۰/۲۲ e	۰/۷۳۷ bcd
۲۵	۲	نتاج ۲ اورامریکن	۱۱۸/۷۷ f	۰/۸۰۸ abcd
۲۶	۲۶	پایه مادری اورامریکن	۱۱۱/۸۳ g	۰/۶۹۳ d

حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد هستند.

این یافته ازنظر تئوری، یک دستاورد محسوب می‌شود که موجب افزایش سطح تنوع ژنتیکی شده است. اگرچه در نتاج *P. deltoides* 69/55 نیز ویژگی‌های ریخت‌شناسی متفاوتی از پایه مادری مشاهده شد، اما دامنه تغییرات ویژگی‌های این

www.SID.ir

Archive of SID

گونه کمتر بود. نتایج مربوط به تراکم بذر کاشته‌شده در واحد سطح نشان داد که با افزایش تراکم بذر به‌دلیل رقابت بیشتر و فقدان فضای کافی، درصد زیادتری از نهال‌ها از بین رفتند. با توجه به درصد زنده‌مانی نهال‌ها در همه تیمارها می‌توان ادعا کرد که تراکم بیشتر از ۵۰ بذر در متر مربعی‌اثر خواهد بود، چون در همه تیمارها بدون هیچ‌گونه دخالتی درنهایت بین ۱۵ تا ۲۰ نهال در هر متر مربع باقی ماند. براساس نظر Dixon و Turner (۲۰۰۶)، در میکروریشگاه‌های مناسب، گاهی تا ۴۰۰۰ نهال بذری در هر متر مربع مستقر می‌شوند، اما به‌دلیل رقابت و کمبود عناصر غذایی خاک، نور و یا آب، میزان مرگ‌ومیر این گیاهچه‌ها بسیار زیاد است، بنابراین تراکم مناسب علاوه‌بر کاهش مرگ‌ومیر نهال‌های بذری، یک عامل مؤثر در تولید نهال‌های سالم نیز خواهد بود. البته Asadi و Mirzaie-Nodoushan (۲۰۱۱) مهم‌ترین دلیل خشک شدن گیاهچه‌های صنوبر را فقر عناصر غذایی در خاک‌های ماسه‌ای گزارش کردند. بذرهای تیمار ماسه خالص در پژوهش مذکور تا مرحله چهاربرگی و ارتفاع پنج سانتی‌متری رشد کردند، اما رویش آن‌ها در همان مرحله متوقف شد و تا اوایل مردادماه به‌تدریج زرد و خشک شدند. به‌اعتقاد González و همکاران (۲۰۱۰)، دوره‌های طولانی‌مدت انتشار بذر در دستیابی درختان جنگلی به بذرهای بیشتر و مناسب‌تر می‌تواند بسیار مفید باشد. این پژوهشگران، جوانه‌زنی اولیه بذرهای *P. alba* را ۹۲ درصد گزارش کردند. ادامه حیات این بذرها در طبیعت، بیشتر از همه به شرایط هیدرولوژیکی بستگی دارد (Mahoney & Rood, 1998)، اما آزمایش‌های گلخانه‌ای نشان می‌دهند که زنده‌مانی و ادامه حیات این بذرها به‌میزان زیادی به بستر کاشت وابسته است (Rowland & Johnson, 2001). طبق نظر Stanton و Villar (۱۹۹۶) بذر صنوبر در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه سانتیگراد سریع‌تر جوانه می‌زند. همچنین، این بذرها به‌وضوح به نور وابسته نیستند، اما جوانه‌زنی در صورتی موفق‌تر است که بذر به‌طور کامل با خاک پوشانده نشود.

از نظر ارتفاع نهال که در این پژوهش یکی از ویژگی‌های مهم برای دستیابی به نهال‌های قابل‌انتقال با منشأ بذری بود، اختلاف معنی‌داری بین دو گونه مورد بررسی مشاهده نشد، اما نتاج 69/55 *P. deltoides* که همواره یک رقم برتر شناخته می‌شود، درصد بیشتری از نهال‌های بلندتر از یک متر را نسبت به نتاج 92/40 *P. euramericana* تولید کرد. درصد نهال‌های بلندتر از یک متر ازجمله مهم‌ترین ویژگی‌ها برای تضمین موفقیت در تولید نهال بذری یک‌ساله استاندارد محسوب می‌شود.

براساس نتایج مرحله دوم پژوهش که ویژگی‌های رویشی والدین و نتاج مقایسه شد، اختلاف معنی‌دار بین مقدار رویش ارتفاعی نتاج و والدین آن‌ها وجود داشت. هرچند نتاج به‌دست‌آمده از گونه مادری 92/40 *P. euramericana* تنوع بیشتری داشتند، اما بیشتر نتاج 69/55 *P. deltoides* در رتبه‌های بهتری ازنظر ارتفاع و قطر قرار گرفتند، بنابراین اگر هدف فقط دستیابی به نهال‌های بلندتر باشد، ژنوتیپ‌های ۱۰، ۱۲، دو، سه و شش متعلق به 69/55 *P. deltoides* ارجحیت دارند، اما اگر افزایش پایه و اساس ژنتیکی صنوبر در اولویت باشد، می‌توان از نهال‌های بذری 92/40 *P. euramericana* به‌ویژه ژنوتیپ‌های سه، پنج، هشت و نه استفاده کرد.

منابع مورد استفاده

- Alimohamadi, A., Asadi, F. and Aghdaei, R.T., 2012. Genetic diversity in *Populus nigra* plantations from west of Iran. Annals of Forest Research, 56(1): 165-178.
- 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. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(3): 441-452 (In Persian).
- Asadi, F., Naderishahab, M.A. and Mirzaienodoushan, H., 2005. Identity and genetic diversity of populus species clones using microsatellite markers. Pajouhesh & Sazandegi, 17(1): 49-56 (In Persian).
- Braatne, J.H., Rood, S.P. and Heilman, P.E., 1996. Life history, ecology, and conservation of riparian cottonwoode in North America: 57-85. In: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Heilman, P.E. and Hinckley, T.M. (Eds.). Biology of *Populus* and its Implications for Management and Conservation. NRC Research Press, Ottawa, Canada, 542p.
- Dixon, M.D. and Turner, M.G., 2006. Simulated recruitment of riparian trees and shrubs under national and regulated flow regimes on the Wisconsin River, USA. River Research and Applications, 22(10): 1057-1083.

www.SID.ir

Archive of SID

- Lexer, C., Fay, M.F., Joseph, J.A., Nica, M.S. and Heinze, B., 2005. Barrier to gene flow between two ecologically divergent *Populus* species, *P. alba* (with poplar) and *P. tremula* (Europea aspen): the role of ecology and life history in gene introgression. Molecular Ecology, 14(4): 1045-1057.
- Ma, H.C., Fung, L., Wang, S.S., Altman, A. and Hüttermann, A., 1997. Photosynthetic response of *Populus euphratica* to salt stress. Forest Ecology and Management, 93(1-2): 55-61.
- Mahoney, J., M. and Rood, S.B., 1998. Stream flow requirements for cottonwood seedling recruitment, an integrative model. Wetlands, 18(4): 634-645.
- Rowland, D.L. and Johnson, N.C., 2001. Sexual demographics of riparian populations of *Populus deltoides*: Can mortality be predicted from a change in reproductive status? Canadian Journal of Botany, 79(6): 702-710.
- Salvov, G.T. and Zhelev, P., 2010. Salient biological features, systematic, and genetic variation of *Populus*: 15-38. In: Johnson, S., Bhalerao, R.P. and Groover, A.T. (Eds.). Plant Genetics and Genomics: Crops and Models. Volume 8: Genetics and Genomics of *Populus*. Springer, New York, 381p.
- Salvov, G.T., Leonardi, S., Burczyk, J., Adams, W.T., Strauss, S.H. and Difazio, S.P., 2009. Extensive pollen flow in two ecologically contrasting populations of *Populus trichocarpa*. Molecular Ecology, 18(2): 357-373.
- Shafroth, P.B., Stromberg, J.C. and Patten, D.T., 2002. Riparian vegetation response to altered disturbance and stress regimes. Ecological Applications, 12(1): 107-123.
- Stanton, B.J. and Villar, M., 1996. Controlled reproduction of *Populus*: 113-138. In: Stettler, R.F., Bradshaw, H.D., Heilman, P.E. and Hinckley, T.M. (Eds.). Biology of *Populus* and its Implications for Management and Conservation. NRC Research Press, Ottawa, Canada, 542p.
- Vanden Broeck, A., Cottrell, J., Quataert, P., Breyne, P., Storme, V., Boerjan, W. and Van Slycken, J., 2006. Paternity analysis of *Populus nigra* L. offspring in a Belgium plantation of native and exotic poplars. Annals of Forest Science, 63(7): 783-790.
- Ghasemi, R. and Modir Rahmati, A.R., 2004. Investigation on wood production of different poplar clones (open crown) in Karaj districht. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(2): 221-250 (In Persian).
- Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R., Bagheri, R., Calagari, M. and Asadi, F., 2014. Study of phenology, morphology and growth characteristics of poplar species, cultivars and clones in the Karaj Poplar Collection. Final report of Research Project, Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, 93p (In Persian).
- González, E., Comín, F.A. and Muller, E., 2010. Seed dispersal, germination and early seedling establishment of *Populus alba* L. under simulated water table declines in different substrates. Trees, 24(1): 151-163.
- Gu, R., Fonseca, S., Puskás, L.G., Hackler Jr., L., Zvara, Á., Dudits, D. and Pais, M.S., 2004. Transcript identification and profiling during salt stress and recovery of *Populus euphratica*. Tree Physiology, 24(3): 265-276.
- Gu, R.S., Jiang, X.N. and Guo, Z.C., 1999. Structure characteristics associated with salt tolerance of *Populus euphratica*. Acta Botanica Sinica, 41(1): 576-579 (In Chinese).
- Heszky, L.E., Simon-Kiss, I., Binh, D.G., Kiss, E., Kiss, J. and Gyulai, G., 1992. New plant varieties developed by conventional and haploid somaclone method. Proceeding of the First Egytion-Italian Symposium on Biotechnology. Assiut, Egypt, 21-23 Nov. 1992: 139-146.
- Hultin, K.R., Bush, S.E., West, A.G. and Ehleringer, J.R., 2007. Population structure, physiology and echohydrological impacts of dioecious riparian tree species of western North America. Oecologia, 154(1): 85-93.
- Imbert, E. and Lefevre, F. 2003. Dispersal and gene flow of *Populus nigra* (Salicaceae) along a dynamic system. Journal of Ecology, 91(3): 447-456
- Karrenberg, S., Edwards, P.J. and Kollmann, J., 2002. The life history of Salicaceae living in the active zone of floodplains. Freshwater Biology, 47(4): 733-748.
- Latva-Karjanmaa, T., Suvanto, T., Leinonen, K. and Rita, H., 2006. Sexual reproduction of European aspen (*Popolus tremula* L.) at prescribed burned site: the effects of moisture conditions. New Forests, 31(3): 545-558.

www.SID.ir

Archive of SID

Mass production and assessment of vegetative yield of *Populus deltoides* Marsh. and *P. euramericana* (Dode) seedlings

F. Asadi [1*] and S.E. Sadati [2]

1*- Corresponding author, Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran. Email: farhadasadi14@yahoo.com

2- Assistant Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Received: 15.07.2020 Accepted: 31.08.2020

Abstract

The present study was conducted with the aim of mass production of seedlings of *Populus deltoides* Marsh. and *P. euramericana* (Dode) and to investigate the vegetative yield of the produced seedlings. In the first phase of the study, the collected seeds from the poplar collection of Chamestan Forest and Rangeland Research Station were sown in two treatments of pure field soil and soil mixed with sand, and three seed densities in three replications. Then, the number, dimensions and some morphological characteristics of the produced seedlings were investigated. In the second phase of the study, 12 genotypes were selected from the offspring of each of the two species. Sufficient cuttings were obtained from them and planted with cuttings of mother trees in three replications. Their vegetative characteristics were also recorded and analyzed. The results of the first stage showed that the range of changes in diameter, height, number of leaves, leaf length, survival percentage and percentage of seedlings longer than one meter in *P. euramericana* 92/40 seedlings was significantly higher than *P. deltoides* 69/55 seedlings. In terms of diameter, height and percentage of seedlings higher than one meter, the pure field soil was significantly superior to the mixed soil. Survival for densities of 50, 100 and 200 seeds per square meter was 32.8%, 19.8% and 10.25%, respectively. The results of the second stage showed that the height and diameter of the mother bases were less than the offspring. The selected genotypes of this study include genotypes 10, 12 and 2 from the offspring of *P. deltoides* 69/55 and genotype three from the offspring of *P. euramericana* 92/40 which can be introduced to the implementation section for spacing cultivation experiments, stress resistance study and development of wood cultivation.

Keywords: Morphological characteristics, sexual reproduction, wood farming.

www.SID.ir