

تأثیر منشأ قلمه و عمق کاشت در تکثیر غیرجنسی سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.)

سیداحسان ساداتی^۱، مسعود طبری^{۲*}، محمدحسن عصاره^۳، حسین حیدری شریف‌آباد^۴ و پیام فیاض^۵

۱- دانشجوی دکترای جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور.

۲- نویسنده مسئول، دانشیار، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور. پست الکترونیک: masoudtabari@yahoo.com

۳- استاد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران.

۴- استاد، مؤسسه تحقیقات ثبت و گواهی بذر و نهال، کرج.

۵- استادیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه یاسوج.

تاریخ دریافت: ۸۸/۱۲/۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۳/۲۴

چکیده

به منظور بررسی تکثیر غیرجنسی سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.)، آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی بر روی قلمه‌های سه جوانه‌ای با سه نوع پایه مادری یا منشأ (ساقه نهال یکساله، جست یکساله تئارد و شاخه یکساله درخت میانسال) و دو عمق کاشت (سه جوانه زیر خاک و دو جوانه زیر خاک) انجام شد. قلمه‌های تهیه شده در گلدان پلاستیکی با خاک لومی - شنی در نهالستان کلوده آمل کاشته شدند. نتایج نشان داد که جوانه‌زنی قلمه‌های با سه جوانه در خاک با دو هفته تأخیر صورت گرفت. قلمه‌های تهیه شده از ساقه نهال یکساله و شاخه یکساله درخت میانسال (۶۰ تا ۶۲ درصد جوانه‌زنی) کارایی تولید (۴۶ تا ۴۸ درصد) بیشتری از قلمه‌های حاصل از جست یکساله تئارد (۴۲ درصد جوانه‌زنی و ۲۲ درصد کارایی تولید) داشتند، ولی زنده‌مانی (۶۰ تا ۷۷ درصد)، طول نهال و قطر یقه آنها متفاوت نبود. قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک، جوانه‌زنی بیشتر و زنده‌مانی کمتری نسبت به قلمه‌های با سه جوانه زیر خاک داشتند، ولی در میزان کارایی تولید، طول نهال و قطر یقه متفاوت نبودند. این تحقیق آشکار می‌سازد که برای تکثیر غیرجنسی سفیدپلت بهتر است از ساقه نهال یکساله و شاخه یکساله درخت میانسال قلمه تهیه شود، در حالی که استفاده از قلمه‌ها چه به صورت دو جوانه زیر خاک و یا سه جوانه زیر خاک تغییری در عملکرد تولید نهال نخواهد داشت.

واژه‌های کلیدی: سفیدپلت، قلمه، جست، نهال، تکثیر غیرجنسی.

مقدمه

شرایط یک جوانه روی خاک، سخت‌ریشه‌زا بودن و درصد زنده‌مانی کم (۴۰٪ و ۳۱٪) قلمه گونه‌های مختلف بخش لوس و حتی برخی کلن‌های آن با تلفات ۱۰۰٪ در تحقیقات مختلف اثبات شده است (گودرزی و مدیررحمتی، ۱۳۸۱؛ دانشور و همکاران، ۱۳۸۸). البته در تکثیر صنوبرهای لرزان، جست‌های ریشه (Root suckers) قابل استفاده می‌باشند که هزینه زیادی در بر دارد (Stenvall et al., 2006).

صنوبرها به دلیل سریع‌الرشد بودن، سهولت تکثیر رویشی، تنوع گونه‌ای زیاد و پراکنش وسیع در دنیا از جایگاه ممتازی برای زراعت چوب برخوردارند. به‌رغم سهل‌ریشه‌زا بودن آنها نسبت به سایر گونه‌های درختی، قلمه برخی از آنها به‌ویژه گونه‌های بخش لوس (Section *Leuce* Duby) همانند *P. alba* سخت‌ریشه‌زا می‌باشند (Abdeldayem, 2000). با مطالعه بر روی قلمه صنوبر با

از عوامل دیگری که در موفقیت تکثیر نهال از طریق قلمه نقش دارند می‌توان به سن پایه مادری اشاره نمود (Hartmann *et al.*, 2002; Schmidt, 1993; Opuni *et al.*, 2008). به طوری که با افزایش سن پایه مادری و بالغ شدن بافت، تأخیر زمان ریشه‌دهی، کاهش قابلیت ریشه‌دهی و توسعه ریشه اتفاق می‌افتد (Munõz-Gutiérrez *et al.*, 2009; Krakowski *et al.*, 2005; Ruiz *et al.*, 2005; Snedden *et al.*, 2010; Nanda & Anand, 1970; Nanda *et al.*, 1972; Pythoud & Buchala, 1989; Chauhan *et al.*, 2001; Zalesny *et al.*, 2003; Hareouche *et al.*, 2007; Stenvall *et al.*, 2004). کاهش توان ریشه‌زایی در جست‌ها یا شاخه‌های درختان مسن نسبت به جوان می‌تواند به دلیل ویژگی‌های ژنتیکی (برگشت‌ناپذیری بافت بالغ به جوانی) و برخی خصوصیات فیزیولوژیکی (تغذیه بدتر، کربوهیدرات کمتر، ازت بیشتر و روابط آبی نامطلوبتر) باشد (Mitchell *et al.*, 2004; Steele, 1990; Blazich, 1988). فراهم بودن نور نیز تشدید شروع جوانه‌زنی، تقویت جوانه‌زنی و کوتاهی مدت زمان جوانه‌زنی قلمه صنوبر را موجب می‌شود (Stenvall *et al.*, 2005).

به طور کلی تاکنون در مورد جوانه‌زنی، زنده‌مانی و عملکرد تولید نهال حاصل از قلمه گونه‌های جنگلی که از پایه‌های مادری مختلف تهیه و با جوانه‌های متعدد در زیر خاک کاشته شده باشند مطالعه خاصی انجام نشده است. این تحقیق به دنبال این است که تا با توجه به منشأ (نوع) قلمه تهیه شده از ساقه نهال یکساله، جست یکساله تئارد و شاخه یکساله درخت میانسال و نحوه کاشت (همه جوانه‌ها زیر خاک و یک جوانه روی خاک)، بهترین شرایط جوانه‌زنی، زنده‌مانی و رشد قلمه سفیدپلت را در نهالستان تعیین نماید.

روش تحقیق

این بررسی در نهالستان کلوده واقع در ۱۰ کیلومتری شهرستان آمل با مساحتی بیش از ۵۱ هکتار در عرض

تکثیر غیرجنسی سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) از بخش لوس نیز که گونه‌ای سریع‌الرشد و مختص نواحی جنگلی هیرکانی است، مشکل می‌باشد (مختاری، ۱۳۷۶). تجدید حیات این گونه بومی با ارزش و در معرض انقراض در اراضی جلگه‌ای و میان‌بند شمال از قدرت ریشه‌زایی و زنده‌مانی کمی برخوردار بوده (اسدی و قاسمی، ۱۳۸۶) و به طور کلی معضل تکثیر رویشی آن نیز در نهالستانها مشهود است. تحقیقات مختلفی در کشور بر روی تکثیر درون‌شیشه‌ای (*In vitro*) این گونه انجام شده است. به طوری که امام و شهرزاد (۱۳۸۰) از طریق کشت جوانه و جعفری مفیدآبادی (۱۳۸۴) از طریق کشت تخمدان بالغ، موفق به تکثیر درون‌شیشه‌ای آن در آزمایشگاه گردیده‌اند. همچنین اسدی و قاسمی (۱۳۸۶) در یک تحقیق بر روی چهار گونه صنوبر، با خیساندن قلمه در آب به مدت چهار روز به موفقیت ۴۰ درصد ریشه‌زایی برای گونه سفیدپلت دست یافتند؛ این درحالیست که ریشه‌زایی قلمه‌های غوطه‌ور نشده این گونه از ۲ درصد تجاوز نکرد. با وجود این تاکنون تحقیق خاصی در مورد بررسی روشهای تکثیر غیرجنسی سفیدپلت از طریق قلمه در نهالستان که می‌تواند راهکاری عملی برای انتقال آن به عرصه جنگل‌کاری باشد، گزارش نشده است.

به طور کلی در تکثیر گونه‌های جنگلی از طریق قلمه، موقعیت جوانه در خاک حائز اهمیت است، به طوری که بهترین حالت کاشت قلمه‌های مختلف با ۱ تا ۲ جوانه جانبی است (دهقان شورکی، ۱۳۸۴). اصولاً بهتر است که برای موفقیت تکثیر قلمه، یک جوانه روی خاک قرار گیرد (Whally, 1972) و تا حد ممکن قلمه از شاخه یکساله درختان مسن حاشیه توده تهیه گردد (Ayton, 1977). همچنین معلوم شده که وقتی یک جوانه روی خاک قرار گیرد قلمه دارای سه جوانه نسبت به دو جوانه از جوانه‌زنی و زنده‌مانی بیشتری برخوردار می‌شود (خسروجردی و همکاران، ۱۳۸۴ و ۱۳۸۵).

جوانه‌زنی

جوانه‌زنی هر چهار روز یکبار به مدت ۵۰ روز ثبت شد. معیار قضاوت برای جوانه‌زنی، مشاهده اندام هوایی در حال توسعه (برگهای اولیه) در بالای سطح خاک بود. درصد تجمعی جوانه‌زنی تا روز چهل و چهارم (زمان توقف جوانه‌زنی) به عنوان معیاری برای مقایسه در تیمارهای مختلف مورد استفاده قرار گرفت و تأخیر و تقدم جوانه‌زنی بین ترکیب تیمارها مقایسه شد. درصد جوانه‌زنی تجمعی (Cgp) از تقسیم تعداد کل قلمه‌هایی که هر روز و تا روز چهل و چهارم جوانه زده بودند ($\sum n'_i$) بر تعداد قلمه‌های کاشته شده (N) و ضرب آن در عدد ۱۰۰ محاسبه شد (رابطه ۱).

$$Cgp = \frac{\sum n'_i}{N} \times 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

زنده‌مانی

به منظور بررسی این که در هر تیمار چند درصد از نهالهای جوانه زده تا شهریورماه باقی می‌مانند (SP)، زنده‌مانی تعداد نهالهای تولید شده در هر تیمار تا شهریور (S) به تعداد قلمه‌های جوانه زده در هر تیمار (n) تقسیم و حاصل در عدد ۱۰۰ ضرب گردید (رابطه ۲).

$$Sp = \frac{S}{n} \times 100 \quad \text{رابطه ۲}$$

کارایی تولید

درصد کارایی تولید نهال (PE) از طریق قلمه بین تیمارهای مختلف در پایان شهریورماه مورد ارزیابی قرار گرفت. برای محاسبه درصد کارایی (رابطه ۳)، تعداد نهال تولید شده تا شهریور (S) تقسیم بر تعداد قلمه کاشته شده (N) گردید و حاصل در عدد ۱۰۰ ضرب شد.

$$PE = \frac{S}{N} \times 100 \quad \text{رابطه ۳}$$

جغرافیایی ۳۶ درجه و ۳۴ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ۱۷ دقیقه شرقی با ۶ متر ارتفاع متوسط از سطح دریا انجام شد. میانگین دمای حداقل سالانه ۶/۶ سانتی‌گراد، میانگین دمای حداکثر سالانه ۲۷/۲ سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۸۳۰ میلی‌متر می‌باشد (احمدلو و همکاران، ۱۳۸۸). در این تحقیق قلمه‌هایی با سه جوانه جانبی، قطر یک سانتی‌متر و طول ۲۰ سانتی‌متر به ترتیب از (a) ساقه نهال یکساله سفیدپلت تولید شده در نهالستان کلوده، (b) شاخه یکساله تاج درخت میانسال و (c) تئارد یا جست یکساله درخت هرس شده میانسال در ارتفاع ۳ متری در توده دست کاشت مجاور نهالستان کلوده (مرکز بذر جنگلی خزر) تهیه شد. قلمه‌های حاصل از جست تئارد و شاخه از درختان با قطر برابر سینه حدود ۳۰ سانتی‌متر تهیه شدند. قبل از کاشت، قلمه‌ها یک هفته در سردخانه در دمای ۴ °C نگهداری و در اواسط اسفندماه داخل گلدان‌های پلاستیکی دو لیتری منفذدار با خاک لومی-شنی در نهالستان فوق کاشته شدند. نیمی از قلمه‌ها با هر سه جوانه زیر خاک و نیمی دیگر با دو جوانه زیر خاک (یک جوانه روی خاک) کشت شدند.

این آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب بلوک‌های کامل تصادفی (RCBD) با ۶ ترکیب تیمار [فاکتور منشأ قلمه در سه سطح (ساقه نهال یکساله، جست یکساله تئارد و شاخه یکساله درخت میانسال) و فاکتور عمق کاشت در دو سطح (سه جوانه زیر خاک، دو جوانه زیر خاک)] در ۴ تکرار و با ۱۲۰ قلمه در هر تکرار (در مجموع ۴۸۰ قلمه) اجرا شد. پس از کاشت قلمه‌ها، آبیاری بارانی هر ۳ تا ۴ روز و مراقبت‌های لازم از جمله وجین و سایر عملیات متداول داشت در نهالستان بر روی نهالهای حاصل از قلمه‌ها انجام و سپس اندازه‌گیریها به شرح زیر انجام گردید.

اندازه نهال

قطر نهالهای تولید شده در شهریورماه از محل خروج جوانه با میکرومتر با دقت یک صدم میلی‌متر اندازه‌گیری گردید. همچنین طول نهالها تا شهریور با استفاده از خط‌کش مدرج (با دقت یک میلی‌متر) از سطح زمین تا محل جوانه انتهایی اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

داده‌های مورد بررسی، پس از بررسی نقاط پرت به‌کمک آزمون Grubb، برای اثبات تبعیت آنها از توزیع نرمال از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) و برای بررسی همگنی واریانس بین گروه‌ها از آزمون لون (Levene) استفاده گردید. به‌کمک رویه مدل‌های خطی (General Linear Model) تجزیه واریانس دوطرفه (Two-Way-Anova) انجام شد. داده‌ها به‌صورت یک مدل فاکتوریل $3 \times 2 \times 4$ (سه منشأ قلمه، دو نوع کاشت و چهار بلوک) با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9.0 مورد ارزیابی قرار گرفتند. رسم نمودارها با نرم‌افزار EXCEL 2003 انجام گردید. برای مقایسه اثرات ساده و متقابل تیمارها، مقایسات دوگانه با استفاده از آزمون t-student و مقایسات چندگانه با آزمون دانکن (Duncan) انجام شد. مقایسات میانگین بین ترکیب تیمارهای معین با استفاده از مقایسات متعامد (Orthogonal) انجام شد.

نتایج

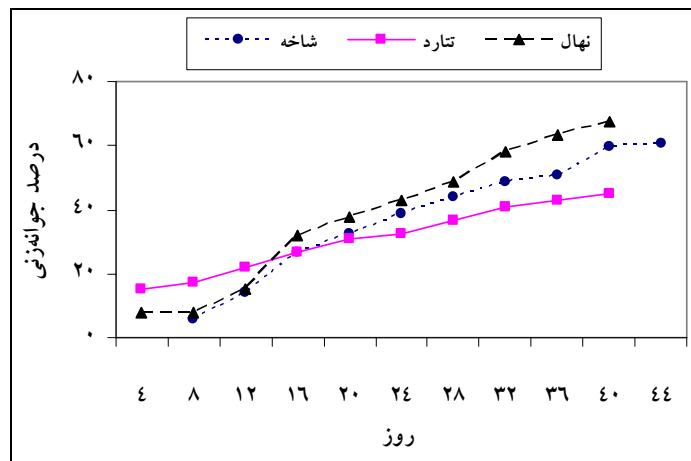
جوانه‌زنی

جدول تجزیه واریانس اثر متقابل معنی‌داری، بین منشأ قلمه و نوع کاشت برای درصد جوانه‌زنی نشان نداد (جدول ۱). از روز شانزدهم به بعد در هر یک از تاریخ‌های شمارش، ساقه نهال یکساله و سپس شاخه یکساله درخت میانسال از جوانه‌زنی بیشتری نسبت به جست تتارد برخوردار بود (شکل ۱). قلمه‌های با سه جوانه زیر خاک حدود دو هفته دیرتر از قلمه‌هایی که دو جوانه‌شان زیر خاک بود شروع به جوانه‌زنی نمودند و در تاریخ‌های شمارش همواره میزان جوانه‌زنی قلمه‌های با ۳ جوانه زیر خاک کمتر از قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک بود (شکل ۲). بنابراین تا روز چهل و چهارم حدود ۶۶ درصد قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک و حدود ۴۳ درصد آنهایی که تمام جوانه‌هاشان زیر خاک بود، جوانه زدند (شکل ۳). جوانه‌زنی قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک (۶۵/۸ درصد) نسبت به قلمه‌های با سه جوانه زیر خاک (۴۳/۳) بیشتر بود (شکل ۴-الف). قلمه‌های حاصل از ساقه نهالهای یکساله و شاخه درختان میانسال با متوسط جوانه‌زنی ۶۰/۹ درصد، بیشترین مقدار را در مقایسه با قلمه‌های حاصل از جست تتارد درختان میانسال با ۴۱/۹ درصد به‌خود اختصاص دادند (شکل ۴-ب).

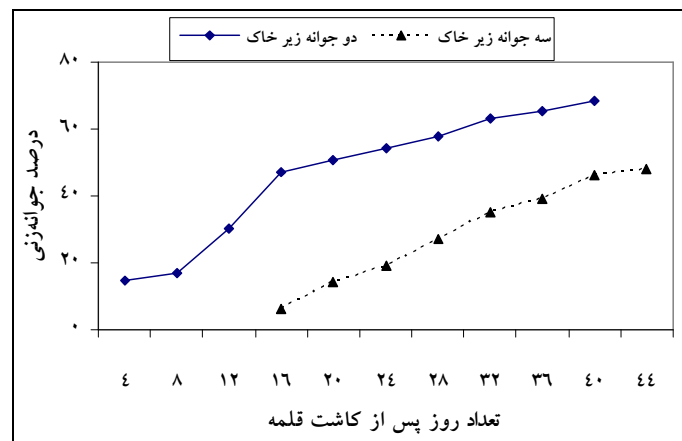
جدول ۱- تجزیه واریانس جوانه‌زنی و زنده‌مانی بین تیمار منشأ و نحوه کاشت قلمه

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)		درجه آزادی (df)		میانگین مربعات (MS)		آماره F		معنی داری	
	زنده‌مانی	جوانه‌زنی	زنده‌مانی	جوانه‌زنی	زنده‌مانی	جوانه‌زنی	زنده‌مانی	جوانه‌زنی	زنده‌مانی	جوانه‌زنی
تکرار	۲۴۶۱/۴۲۹۴	۵۴۸۷/۵	۳	۳	۸۲۰/۴۷۶۴	۱۸۲۹/۱۶۶۶	۲/۴۶	۱۲/۲۶	۰/۱۰۲۷ ^{ns}	۰/۰۰۰۲ ^{**}
منشأ قلمه	۱۱۱۷/۲۵۷۰	۱۹۳۹/۵۸۳۳	۲	۲	۵۵۸/۶۲۸۵	۹۶۹/۷۹۱۶	۱/۶۸	۶/۵۰	۰/۲۲۰۴ ^{ns}	۰/۰۰۹۹۳ ^{**}
عمق کاشت	۲۸۸۸/۲۵۷۴	۳۰۳۷/۵	۱	۱	۲۸۸۸/۲۵۷۴	۳۰۳۷/۵	۸/۶۶	۲۰/۳۶	۰/۰۱۰۱ [*]	۰/۰۰۰۴ ^{**}
منشأ × عمق کاشت	۱۵۷۶/۴۲۱۸	۳۹۳/۷۵	۲	۲	۷۸۸/۲۱۰۹	۱۹۶/۸۷۵۰	۲/۳۶	۱/۳۲	۰/۱۲۸۱ ^{ns}	۰/۲۹۶۵ ^{ns}
خطا	۵۰۰۱/۴۴۳۸	۲۲۳۷/۵	۱۵	۱۵	۳۳۳/۴۲۹۵	۱۴۹/۱۶۶۶				
کل	۱۳۰۴۴/۸۰۹۵	۱۳۰۹۵/۸۳۳۳	۲۳	۲۳						

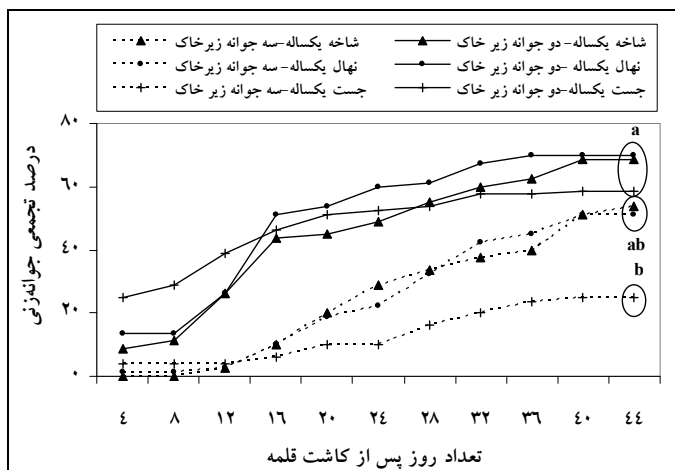
** اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۱، * اختلاف معنی دار در سطح ۰/۰۵ و ns تفاوت معنی دار نیست.



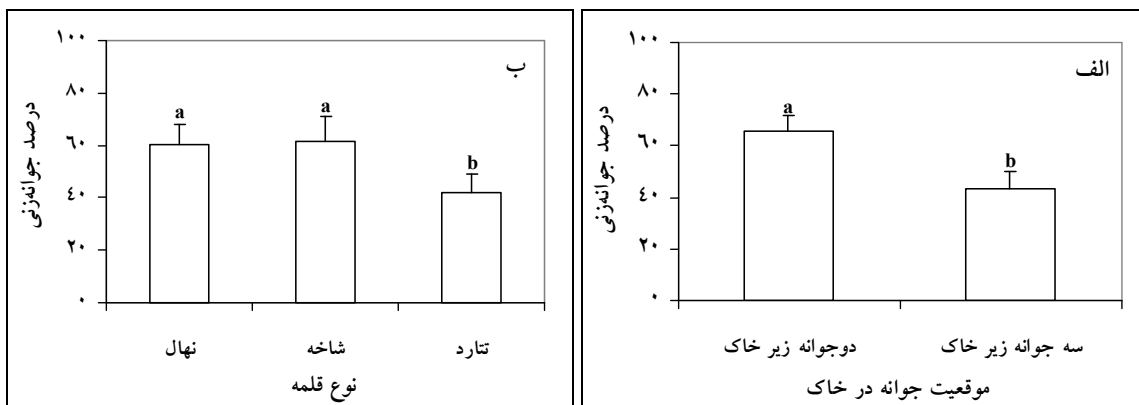
شکل ۱- مقایسه شروع جوانه‌زنی از سه منشأ قلمه در روزهای مختلف



شکل ۲- مقایسه شروع جوانه‌زنی در دو نحوه کاشت قلمه



شکل ۳- درصد تجمع جوانه‌زنی به تفکیک تیمارهای مختلف تا ۴۴ روز پس از کاشت (حروف انگلیسی کوچک مقایسه میانگین‌های درصد جوانه‌زنی در روز چهل و چهارم را نشان می‌دهند). تفاوتها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

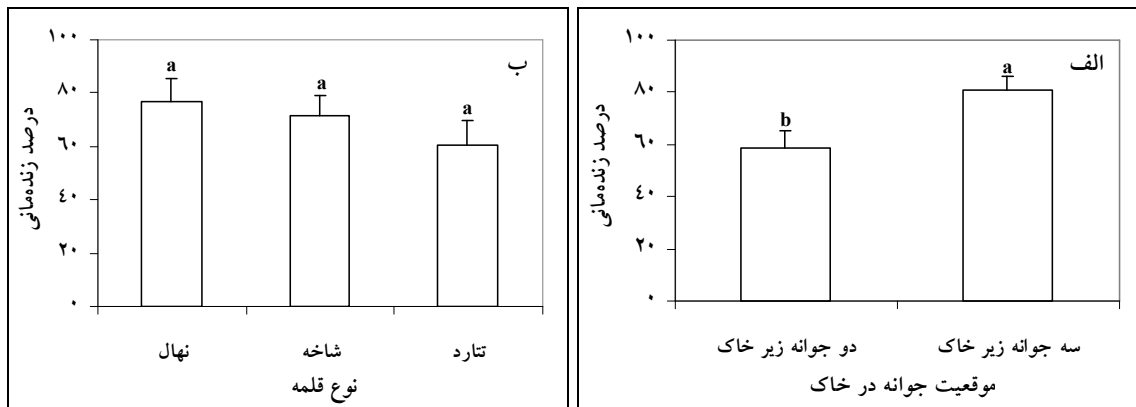


شکل ۴- مقایسه درصد جوانه‌زنی قلمه‌های سفیدپلت در انتهای دوره بررسی: الف- مقایسه بین دو نوع کاشت (۱۲ تکرار)؛ ب- مقایسه بین سه منشأ قلمه (۸ تکرار). هر ستون نماینده میانگین و اشتباه معیار می‌باشد. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند. تفاوتها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

زنده‌مانی

قلمه‌هایی با دو جوانه زیر خاک به ۶۰ درصد کاهش یافت. تفاوت معنی‌داری بین پایه‌های مادری (منشأهای) مختلف قلمه از نظر درصد زنده‌مانی مشاهده نشد (شکل ۵-ب).

قلمه‌های با سه جوانه در خاک دارای بیشترین درصد زنده‌مانی بودند (شکل ۵-الف). ۸۰ درصد قلمه‌های جوانه‌زده که جوانه‌هاشان کاملاً زیر خاک بود تا شهریورماه زنده ماندند، در حالی‌که این میزان برای



شکل ۵- مقایسه درصد زنده‌مانی قلمه‌های سفیدپلت: الف- مقایسه بین دو نوع کاشت (۱۲ تکرار)؛ ب- مقایسه بین سه منشأ قلمه (۸ تکرار). هر ستون نماینده میانگین و اشتباه معیار می‌باشد. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی مشابه مشخص شده‌اند. تفاوتها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

کارایی تولید نهال با استفاده از قلمه‌های حاصل از تتراد درختان میانسال هرس شده بود (شکل ۶- ب). مقایسات متعامد (Orthogonal) نشان داد که کارایی تولید قلمه‌های نهالی بیشتر از قلمه‌های حاصل از شاخه درختان میانسال بود ($p = 0.027$).

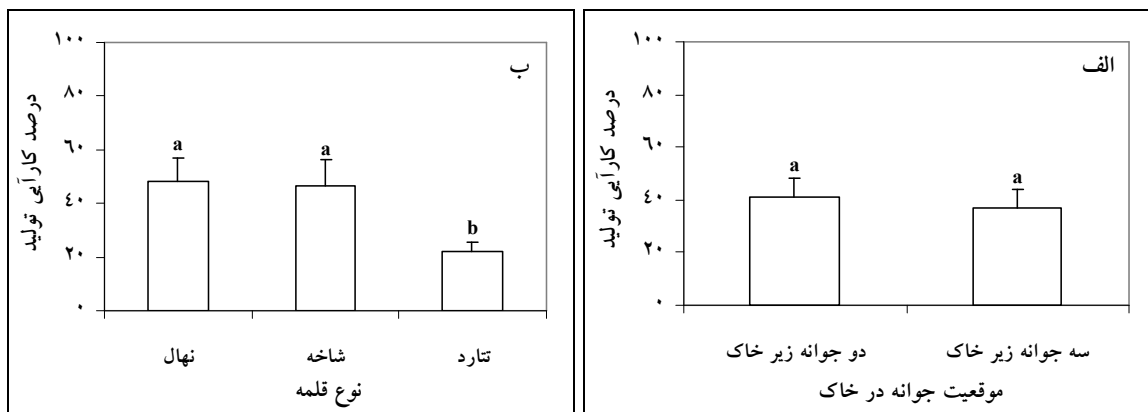
کارایی تولید

موقعیت جوانه‌ها در خاک تأثیری بر درصد کارایی تولید نداشت (شکل ۶- الف). منشأ قلمه مورد استفاده بر کارایی تولید مؤثر بود، به نحوی که کارایی تولید نهال با استفاده از قلمه‌های حاصل از نهالهای یکساله و شاخه‌های فوقانی درختان میانسال سفیدپلت حدود دو برابر بیشتر از

جدول ۲- تجزیه واریانس کارایی تولید بین تیمار منشأ و نحوه کاشت قلمه

منابع تغییرات	مجموع مربعات (SS)	درجه آزادی (df)	میانگین مربعات (MS)	آماره F	معنی‌داری
تکرار	۷۳۵۴/۱۶۶۶	۳	۲۴۵۱/۳۸۸۸	۱۱/۴۲	۰/۰۰۰۴**
منشأ قلمه	۳۴۳۱/۲۵	۲	۱۷۱۵/۶۲۵	۷/۹۹	۰/۰۰۴۳**
عمق کاشت	۱۰۴/۱۶۶۶	۱	۱۰۴/۱۶۶۶	۰/۴۹	۰/۴۹۶۸ ^{ns}
منشأ × عمق کاشت	۲/۰۸۳۳	۲	۱/۰۴۱۶	۰/۰۰	۰/۹۹۵۲ ^{ns}
خطا	۳۲۲۰/۸۳۳۳	۱۵	۲۱۴/۷۲۲۲		
کل	۱۴۱۱۲/۵	۲۳			

** اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۱ و ns: تفاوت معنی‌دار نیست.



شکل 6- مقایسه درصد کارایی تولید نهال با قلمه‌های سفیدپلت: الف- مقایسه بین دو نوع کاشت (۱۲ تکرار)؛ ب- مقایسه بین سه منشأ قلمه (۸ تکرار). هر ستون نماینده میانگین و اشتباه معیار می‌باشد. گروه‌های مشابه با حروف انگلیسی مشابه مشخص شده‌اند. تفاوتها در سطح اطمینان ۹۵ درصد ارائه شده‌اند.

اندازه نهال
 نه منشأ قلمه، نه عمق کاشت و نه اثر متقابل این دو بر قطر یقه و نیز طول نهال تأثیر معنی‌دار نداشتند (جدول ۳). به طوری که قطر یقه نهال تحت تأثیر پایه مادری

(منشأ) قلمه و عمق کاشت به ترتیب ۲/۷-۳/۲ میلی‌متر و ۳/۰-۳/۱ میلی‌متر و طول نهال به ترتیب ۲۹/۷-۳۴/۵ و ۳۱/۰-۳۱/۸ سانتی‌متر بود (جدول ۴).

جدول ۳- تجزیه واریانس قطر یقه و طول نهال بین تیمار منشأ و نحوه کاشت قلمه

معنی‌داری		آماره F		میانگین مربعات (MS)		درجه آزادی (df)		مجموع مربعات (SS)		منابع تغییرات
طول نهال	قطر یقه	طول نهال	قطر یقه	طول نهال	قطر یقه	طول نهال	قطر یقه	طول نهال	قطر یقه	
(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	(سانتی‌متر)	(میلی‌متر)	
۰/۵۵۴ ^{ns}	۰/۸۹۲۵ ^{ns}	۰/۷۲	۰/۲۰	۴۰/۲۸۹۷	۰/۳۵۰۹	۳	۳	۱۲۰/۸۶۹۱	۱/۰۵۲۸	تکرار
۰/۳۷۱۵ ^{ns}	۰/۷۴۹۱ ^{ns}	۱/۰۶	۰/۲۹	۵۹/۰۶۷۵	۰/۵۰۸۲	۲	۲	۱۱۸/۱۳۵	۱/۰۱۶۴	منشأ قلمه
۰/۸۱۵۵ ^{ns}	۰/۸۵۳۴ ^{ns}	۰/۰۶	۰/۰۴	۳/۱۴۶۵	۰/۰۶۱۰	۱	۱	۳/۱۴۶۵	۰/۰۶۱۰	عمق کاشت
۰/۱۰۲۶ ^{ns}	۰/۱۱۶۶ ^{ns}	۲/۶۶	۲/۴۹	۱۴۸/۴۰۹۹	۴/۲۹۴۰	۲	۲	۲۹۶/۸۱۹۸	۸/۵۸۸۰	منشأ × عمق کاشت
				۵۵/۷۹۶۹	۱/۷۲۵۸	۱۵	۱۵	۸۳۶/۹۵۴۱	۲۵/۸۸۷۹	خطا
						۲۳	۲۳	۱۳۷۵/۹۲۴۶	۳۶/۶۰۶۱	کل

ns تفاوت معنی‌دار نیست.

جدول ۴- میانگین (± اشتباه معیار) قطر یقه و طول نهال تحت تأثیر منشأ قلمه و نوع کاشت

نوع کاشت		منشأ قلمه		
دو جوانه زیر خاک	سه جوانه زیر خاک	نهال	تارد	شاخه
۳/۰±۰/۴a	۳/۱±۰/۴a	۲/۷±۰/۵a	۲/۹±۰/۴a	۳/۲±۰/۴a
۳۱/۸±۷a	۳۱±۶a	۲۹/۷±۳a	۳۰±۲a	۳۴/۵±۳a

گروه‌های مشابه در هر ردیف برای هر تیمار با حروف انگلیسی یکسان مشخص شده‌اند.

بحث

همانند نتایج بسیاری از تحقیقات انجام شده (Snedden *et al.*, 2010; Harfouche *et al.*, 2007; Hartmann *et al.*, 2002; Chauhan *et al.*, 2001; Stenvall *et al.*, 2004; Zalesny *et al.*, 2003; Ruiz-García *et al.*, 2005; Chauhan *et al.*, 2001; Munõz-Gutiérrez *et al.*, 2009; Amiri *et al.*, 2010; Bhardwaj & Mishra *et al.*, 2005)، مطالعه حاضر نشان می‌دهد که جوان بودن منشأ قلمه یا پایه مادری گونه سفیدپلت در افزایش قدرت باززایی قلمه مؤثر است. در حقیقت جوان بودن پایه مادری از نکات کلیدی و رمز موفقیت در جوانه‌زنی و ریشه‌زایی این گونه می‌باشد که باید در تولید نهال آن در نهالستانها مورد توجه قرار گیرد.

در این تحقیق جوانه‌زنی قلمه‌های حاصل از نهال یکساله و شاخه یکساله درخت میانسال بهتر از جوانه‌زنی قلمه‌های حاصل از جست تارد درخت میانسال بود. استفاده از شاخه یکساله درخت برای تهیه قلمه در گزارش برخی محققان از جمله (Ayttonn 1997) مشاهده می‌شود. اگرچه تکثیر از شاخه‌های یکساله درختان مسن معمولاً مشکل است، اما با وجود این موفقیت‌هایی نیز بدست آمده است (Russell & Honkala, 1990). مطابق یافته‌های این تحقیق، موقعیت جوانه قلمه در خاک بر جوانه‌زنی مؤثر بود. بر این اساس مشاهده شد که قلمه‌های با سه جوانه در زیر خاک حدوداً با دو هفته تأخیر نسبت به آنهایی که دو جوانه‌شان زیر خاک بود شروع به جوانه‌زنی کردند و همچنین جوانه‌زنی کمتری نسبت به قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک داشتند. این یافته با مشاهدات دهقان شورکی (۱۳۸۴) و Whally (1972) بر روی گونه‌های جنگلی خزان‌کننده و پهن‌برگ و همچنین مشاهدات دانشور و همکاران (۱۳۸۸) بر روی کلن‌های مختلف صنوبر مبنی بر اثر نحوه کاشت و وجود یک یا دو جوانه روی خاک بر جوانه‌زنی قلمه، منطبق می‌باشد. شاید بتوان گفت که چون جوانه روی خاک در معرض مستقیم نور خورشید قرار دارد ممکن است مساعد برای تحریک

جوانه‌زنی و یا افزایش آن شده باشد (خوشنویس و همکاران، ۱۳۸۷؛ Stanley & Stenvall *et al.*, 2005; Toogood, 1981).

به‌طور متوسط ۷۰ درصد قلمه‌های جوانه زده در این مطالعه تا پایان دوره تحقیق زنده ماندند و تفاوتی بین قلمه‌های حاصل از پایه‌های مختلف مشاهده نشد. بنابراین ممکن است غیر از عمق کاشت قلمه، پایه مادری (منشأ) قلمه نیز از عوامل مؤثر در زنده‌مانی و ریشه‌دار شدن قلمه‌ها باشد (Krakowski *et al.*, 2005; Mitchell *et al.*, 2004; Amiri *et al.*, 2010; Steele *et al.*, 1990; Harfouche *et al.*, 2007) در تحقیق حاضر قلمه‌هایی که هر سه جوانه‌شان در زیر خاک بود، زنده‌مانی بیشتری (بیش از ۸۰ درصد) نسبت به قلمه‌هایی که دو جوانه‌شان زیر خاک بود (کمتر از ۶۰ درصد) داشتند. به‌نظر می‌رسد که افزایش تلفات در قلمه‌هایی که یک جوانه‌شان روی خاک قرار دارد به‌دلیل تأثیر عوامل محیطی تنش‌زا مانند سرمای دیررس بهاره باشد.

به‌طور کلی برآیند درصد جوانه‌زنی قلمه و زنده‌مانی قلمه جوانه‌زده منجر به کارایی تولید نهال می‌شود. در این مطالعه از آن جا که زنده‌مانی قلمه‌ها با پایه‌های مادری مختلف یکسان بود، کارایی تولید نهال حاصل از قلمه با منشأهای مختلف ارتباط مثبتی با درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها داشت. به‌نحوی که بیشترین کارایی تولید نهال مربوط به قلمه‌ها با منشأ نهالهای یکساله و شاخه‌های یکساله درختان میانسال بود. به‌عبارت دیگر، کاهش کارایی تولید نهال در قلمه‌های حاصل از جست تارد به‌دلیل جوانه‌زنی کمتر آن در مقایسه با سایر منشأهای قلمه بوده است. کارایی تولید نهال با میزان ریشه‌زایی قلمه‌ها ارتباط تنگاتنگی دارد، به‌طوری که تا وقتی قلمه‌ای ریشه‌دار نشود جست یا اندام هوایی تولید شده پس از اتمام ذخیره غذایی قلمه از بین خواهد رفت. در بررسی دانشور و همکاران (۱۳۸۸) زنده‌مانی *P. alba* حدود ۳۱ درصد گزارش شده است. همچنین در تحقیق

که جوانه‌زنی قلمه‌هایی که با دو جوانه زیر خاک کاشته شده‌اند، به‌نحو چشمگیری بیشتر از قلمه‌هایی است که تمام جوانه‌شان زیر خاک بوده، ولی میزان تلفات آنها به‌همان اندازه بیشتر است، به‌نحوی که برآیند آنها کارآیی تولید را برابر می‌سازد. بنابراین با احداث پناه برای مقابله با سرمای دیررس بهاره و جلوگیری از تلفات (ارتقاء زنده‌مانی) شاید بتوان به‌میزان قابل‌توجهی کارایی تولید را افزایش داد. این درحالیست که کاشت قلمه حاصل از ساقه نهال یکساله و شاخه یکساله درختان میانسال بهتر از جست یکساله تدارد به افزایش بازدهی تولید نهال سفیدپلت کمک می‌کند. البته برای تکثیر سفیدپلت از طریق قلمه در نهالستانهای خزری که دارای سرمای دیررس بهاره هستند (اغلب مناطق میان‌بند جنگلی)، ممکن است کاشت قلمه‌ها با همه جوانه زیر خاک به‌عنوان راهکاری برای رهایی از آسیب سرمای دیررس و تحصیل بیشتر کارآیی تولید قلمداد گردد.

منابع مورد استفاده

- احمدلو، ف.، طبری، م.، رحمانی، ا.، یوسف‌زاده، ح. و کوچ، ی.، ۱۳۸۸. اثر ترکیبات ماده آلی بر رشد و بازده تولید کاج بروسیا و کاج حلب. مجله جنگل ایران، ۴ (۱): ۲۸۷-۲۹۹.
- اسدی، ف. و قاسمی، ر.، ۱۳۸۶. ارزیابی موفقیت ریشه‌زایی قلمه کلن‌های صنوبر با استفاده از تیمارهای مختلف. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۲): ۱۴۳-۱۳۴.
- امام، ا. و شهرزاد، ش.، ۱۳۸۰. ریز ازدیادی سفیدپلت (*Populus caspica*). پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۱۴ (۴): ۸۴-۹۰.
- جعفری مفیدآبادی، ع.، ۱۳۸۴. تکثیر درخت سفیدپلت از طریق کشت تخمدان بالغ (*Populus caspica*). تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۳ (۱): ۲۹-۳۶.

اسدی و قاسمی (۱۳۸۶) به‌رغم استفاده از پیش‌تیمار خیساندن، زنده‌مانی قلمه‌های سفیدپلت حداکثر به ۴۰ درصد رسید و ریشه‌زایی قلمه‌های شاهد از ۲ درصد هم تجاوز نکرد، در حالی‌که در تحقیق حاضر بدون استفاده از هیچ پیش‌تیماری، جوانه‌زنی ۶۵ درصد، زنده‌مانی ۸۰ درصد و کارآیی تولید نزدیک به ۵۰ درصد رسید. در حقیقت یافته‌های این تحقیق آشکار می‌سازد که با گزینش قلمه از منشأ و عمق مناسب می‌توان با کلیه محدودیت‌های حاصل از عوامل زنده و غیرزنده به نتایج مطلوبی در تکثیر آن دست یافت.

به‌طور کلی هر چند که جوانه‌زنی قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک بیشتر از قلمه‌هایی بود که تمام جوانه‌هاشان در خاک قرار داشت، اما به‌دلیل زنده‌مانی کمتر قلمه‌های با دو جوانه زیر خاک، می‌توان اظهار داشت که در نهایت موقعیت جوانه قلمه در خاک (چه سه جوانه در خاک و یا دو جوانه زیر خاک) تأثیری بر کارآیی تولید نهال ایجاد ننمود.

در تحقیق حاضر منشأ یا پایه مادری قلمه و موقعیت جوانه یا تعداد جوانه در خاک تأثیری در قطر یقه و طول نهالهای تولید شده نداشت. ازت مهمترین عامل رشد در گیاهان محسوب می‌گردد (سالاردینی، ۱۳۷۱) و سن قلمه تأثیر زیادی در نسبت کربوهیدرات و ازت دارد و هر چه سن قلمه بیشتر باشد نسبت ازت در آن افزایش و نسبت کربوهیدرات کاهش می‌یابد (Browne et al., 1998). از این رو افزایش نسبی ازت و کاهش نسبی کربوهیدرات موجب توسعه بیشتر اندام هوایی شده و از سوی دیگر توسعه ریشه را محدود می‌سازد (Blazich, 1988). از آن جا که در تحقیق حاضر سن قلمه‌ها برابر است، به‌نظر می‌رسد که نسبت کربوهیدرات به ازت نیز در آنها برابر باشد که این امر منجر به برابری رویش نهالها شده است. به‌طور کلی آنچه که در عمل و یا در تحقیقات آینده برای ارتقاء تولید نهال سفیدپلت می‌تواند مورد توجه قرار گیرد، حفظ زنده‌مانی قلمه‌های جوانه‌زده می‌باشد. هر چند

- Amiri, E., Lyaruu, H.V.M., Nyomora, A.S. and Kanyeke, Z.L., 2010. Vegetative propagation of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.): effects of age of donor plant, IBA treatment and cutting position on rooting ability of stem cuttings. *New Forests*, 39: 183-194.
- Aytomn, J., 1977. Hardwood cutting-field production. *Proceedings of International Plant Propagation Society*, 27: 64-67.
- Bhardwaj, D.R. and Mishra, V.K., 2005. Vegetative propagation of *Ulmus villosa*: effects of plant growth regulators, collection time, type of donor and position of shoot on adventitious root formation in stem cuttings. *New Forests*, 29: 105-116.
- Blazich, F.A., 1988. Mineral nutrition and adventitious rooting. In: Davis, T.D., Haissig, B.E., Sankhla, N., (Eds.), *Advances in plant sciences. Volume 2, Adventitious root formation in cuttings*. Portland, R: Dioscorides Press: 11-28.
- Browne, R.D., Davidson, C.G., Steeves, T.A. and Gobin, S.M., 1998. Effects of crown position and plant age on rooting of jack pine long shoot cuttings. *Canadian Journal of Forest Research*, 27: 91-96.
- Chauhan, L., Gupta S., Madhwal R.C., Pandey R. and Pal, M., 2001. Interclonal and within tree variation in wood parameters of different clones *Populus deltoides*. *Indian Forester*, 127 (7): 777-784.
- Harfouche, A., Baoune, N. and Merazga, H., 2007. Main and interaction effects of factors on softwood cutting of white poplar (*Populus alba* L.). *Silvae Genetica*, 56: 287-294.
- Hartmann, H.T., Hudson, T., Kester, D.E., Dale, E.K., Davies, J.R. and Geneve, R.L., 2002. *Plant Propagation: Principles and Practices*. 7th ed., Prentice-Hall of London, 770 p.
- Krakowski, J., Benowicz, A., Russell, J.H. and El-Kassaby, Y.A., 2005. Effects of serial propagation, donor age, and genotype on *Chamaecyparis nootkatensis* physiology and growth traits. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 623-632.
- Mitchell, R.G., Zwolinski, J. and Jones, N.B., 2004. A review on the effects of donor maturation on rooting and field performance of conifer cuttings. *South African Forestry Journal*, 201: 53-63.
- Munõz-Gutiérrez, L., Vargas-Hernández, J.J., López-Upton, J. and Soto-Hernández, M., 2009. Effect of cutting age and substrate temperature on rooting of *Taxus globosa*. *New Forests*, 38: 187-196.
- Nanda, K.K. and Anand, V.K., 1970. Seasonal changes in auxin effects on rooting of stem cuttings of *Populus nigra* and its relationship with mobilization of starch. *Physiol. Plant*, 23: 99-107.
- Nanda, K.K., Bhattacharya, N.C., Murti, K.G. and Kaur, N.P., 1972. Studies on isoperoxidases and their relationship with rooting stem and Hypocotyl cuttings of *Populus nigra* and *Phaseolus mungo*.
- خسروجردی، ا.، طبری، م.، رحمانی، ا. و حسینی، س.م.، ۱۳۸۴. اثر قطر و تعداد جوانه قلمه روی جوانه‌زنی. *مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی*، ۱۲ (۶): ۱۹۴-۱۸۹.
- خسروجردی، ا.، طبری، م.، رحمانی، ا. و حسینی، س.م.، ۱۳۸۵. بررسی زنده‌مانی نهالهای چنار تولید شده از قلمه‌های مختلف. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۱۹ (۳): ۹۵-۱۰۰.
- خوشنویس، م.، علی‌احمد کروری، س.، تیموری، م.، متینی‌زاده، م.، رحمانی، ا. و شیروانی، ا.، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر ریشه‌زایی قلمه *Juniperus excelsa*. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۶ (۱): ۱۶۷-۱۵۸.
- دانشور، ح.ع.، مدیررحمتی، ع. و فیضی، م.ت.، ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات رویشی کلنهای مختلف صنوبر در خزانه‌های سلکسیون در استان اصفهان. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۷ (۱): ۲۴-۱۰.
- دهقان شورکی، ی.، ۱۳۸۴. تولید بذر و نهال درختان جنگلی. *انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی*، ۲۲۲ صفحه.
- سالاردینی، ع.ا.، ۱۳۷۱. حاصل‌خیزی خاک. *انتشارات دانشگاه تهران*، ۴۴۱ صفحه.
- گودرزی، غ. و مدیررحمتی، ع.، ۱۳۸۱. بررسی نهالهای یکساله کلن‌های مختلف صنوبر در خزانه‌های سلکسیون در استان مرکزی. *تحقیقات جنگل و صنوبر ایران*، ۱۱ (۳): ۸۲-۳۷.
- مختاری، ج.، ۱۳۷۶. بررسی کمی و کیفی توده‌های سفیدپلت در جنگل نور (مازندران). *پایان‌نامه کارشناسی ارشد رشته جنگل‌داری*، دانشگاه تهران، ۱۴۰ صفحه.
- Abdeldayem, A.M., 2000. Evaluation and genetic identification of some *Populus* species by using polyacrylamide gel electrophoresis separation of total soluble proteins. In: *poplar and willow culture: meeting the needs of society and the environment*. 21st session of the International Poplar Commission (IPC 2000), 1 p.

- Stanley, J. and Toogood, A., 1981. The modern Nurseryman. Faber Limited. London, 412 p.
- Steele, M.J., Yeoman, M.M. and Coutts, M.P., 1990. Developmental changes in Sitka spruce as indices of physiological age. II. Rooting of cuttings and callusing of needle explants. *New Phytol.*, 114: 111-120.
- Stenvall, N., Haapala, T. and Pulkkinen, P., 2004. Effect of genotype, age and treatment of stock plants on propagation of hybrid aspen (*Populus tremula* × *Populus tremuloides*) by root cuttings. *Scand. J. For. Res.*, 19: 303-311.
- Stenvall, N., Haapala, T., Aarlahti, S. and Pulkkinen, P., 2005. The effect of soil temperature and light on sprouting and rooting of root cuttings of hybrid aspen clones. *Canadian Journal of Forest Research*, 35: 2671-2678.
- Stenvall, N., Haapala, T. and Pulkkinen, P., 2006. The role of a root cutting's diameter and location on the regeneration ability of hybrid aspen. *Forest Ecology and Management*, 237: 150-155.
- Whally, D.N., 1972. The propagation of certain deciduous plants by hardwood cutting. *Proceedings of International Plant Propagation Society*, 22: 304-318.
- Zalesny, R.S., Hall, R.B., Bauer, E.O. and Riemenschneider, D.E., 2003. Shoot position affects root initiation and growth of dormant unrooted cuttings of *Populus*. *Silvae Genetica*, 52 (8): 273-279.
- In: Mohan Ram, H.Y., (Ed.). *Symposium on Curr Trends in Plant Science*. Delhi University, New Delhi, India, 3-10 October: 28-30.
- Opuni, E., Karnosky, D.F., Storer, A.J. and Cobbinah, J.R., 2008. Key roles of leaves, stock plant age, and auxin concentration in vegetative propagation of two African mahoganies: *Khaya anthotheca* Welw. and *Khaya ivorensis* A. Chev. *New Forests*, 36:115-123.
- Pythoud, F. and Buchala, A.J., 1989. Peroxidase activity and adventitious rooting in cuttings of *Populus tremula*. *Plant Physiol Biochem*, 27 (4): 503-510.
- Ruiz-García, R., Vargas-Hernández, J.J., Cetina-Alcalá, V.M. and Villegas-Monter, A., 2005. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y tipo de estaca en el enraizado de *Gmelina arborea* Roxb. *Rev. Fitotec. Mex.*, 28: 319-326.
- Russell, M.B. and Honkala, B.H., 1990. *Silvics of North America: Vol. 2: Hardwoods*. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, USA, 877 p.
- Schmidt, L., 1993. *Vegetative Propagation*. UNDP/FAO Regional Project on Tree Breeding and Propagation, Philippines.
- Snedden, J., Landhausser, S.M., Lieffers, V.J. and Charleson, L.R., 2010. Propagating trembling aspen from root cuttings: impact of storage length and phenological period of root donor plants. *New Forests*, 39: 169-182.

Effect of cutting source and planting depth on vegetative propagation of *Populus caspica* Bornm.

S.E. Sadati ¹, M. Tabari ^{2*}, M.H. Assareh ³, H. Heidari Sharifabad ⁴ and P. Fayaz ⁵

1- Ph.D. Student, Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

2* - Corresponding Author, Associate Prof., Faculty of Natural Resources, Tarbiat Modares University, Noor, Iran.

E-mail: masoudtabari@yahoo.com

3- Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Professor, Seed and Plant Certification and Registration Institute, Karadj, Iran.

5- Assistant Prof., Faculty of Agriculture, University of Yasouj, Iran.

Received: 23.02.2010

Accepted: 14.06.2010

Abstract

For vegetative propagation of *Populus caspica* an examination was carried out as randomized completely blocks design in Koludeh nursery, Amol, north of Iran. For this purpose 3-bud cuttings, with stock plants provided from stem of 1-year sapling, 1-year sprout of tetard, 1-year branch of tree, and plantation methods of cuttings with 3 buds under ground and 2 buds under ground, were sown in plastic pods filled with loamy-sand soil. Results revealed that cuttings with 3 buds under ground germinated two weeks later than cuttings with 2 buds under ground. Cuttings with stem of 1-year sapling and 1-year branch of tree produced greater germination (60%- 62%) and production efficiency (46%- 48%), but lower survival (60%- 77%), height growth and collar diameter growth compared to cuttings with 1-year sprout of tetard. Cuttings with 2 buds under ground created higher germination rate and lower survival rate than those with 3 buds under ground; however, production efficiency as well as height growth and collar diameter growth was similar in both treatments. From this investigation it can be deduced that stem of 1-year sapling as well as 1-year sprout of tetard is favored for vegetative propagation of *Populus caspica*. This is while that, 3-bud cuttings either as 1 bud on ground or 3 buds under ground do not change production efficiency, statistically.

Key words: bud, cutting, *Populus caspica*, sapling, sprout, vegetative propagation.