تأثیر تنظیم‌کنندهٔ رشد (IBA) و قطر قلمه بر مشخصه‌های کمی نهال سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.)

پژمان پرهیزکار*[۱]، فرهاد اسدی[۲]، مصطفی خوشنویس[۳]، مریم تیموری[۳]، آزاده یعقوبیان[۴] و بیت‌الله امان‌زاده[۵]

[۱]دانش‌آموختهٔ دکتری جنگلداری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

[۲]استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران

[۳]مربی پژوهشی، مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران

[۴]کارشناس پژوهشکدهٔ گیاهان و مواد اولیهٔ دارویی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران

[۵]مربی پژوهشی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان گیلان

(تاریخ دریافت: ۹۱/ ۶ / ۲۸، تاریخ پذیرش: ۹۱ / ۱۰ / ۱۰)

چکیده

سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) یکی از گونه‌های درختی ارزشمند جنگل‌های شمال کشور است که اغلب قلمه‌های آن، قدرت ریشه‌زایی و زنده‌مانی اندکی دارند. هدف از اجرای این تحقیق، افزایش کارایی تولید و بهبود مشخصه‌های رویشی نهال‌های این گونه در نهالستان است. برای رسیدن به این هدف، ۲۲۰۵ قلمهٔ یکسالهٔ *P. caspica* به طول ۱۸ تا ۲۰ سانتی‌متر در سه طبقهٔ قطری ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر تهیه شد. برای هر طبقهٔ قطری یک تیمار شاهد (بدون استفاده از هورمون) و چهار تیمار هورمون ایندول بوتیریک اسید (IBA) در غلظت‌های ۱۲۵۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر در نظر گرفته شد. قلمه‌ها پس از اعمال تیمار هورمون، با استفاده از آزمایش فاکتوریل دوعاملی ۵ × ۳ در قالب طرح بلوک کامل تصادفی و در ۳ تکرار (۴۹ تایی) کاشته شدند. بعد از کاشتن نهال‌ها، وجین و آبیاری به‌طور منظم انجام گرفت. نتایج نشان داد که بهترین طبقهٔ قطری قلمه برای تولید نهال سفیدپلت، ۱۰ میلی‌متر است. در مجموع، استفاده از هورمون ایندول بوتیریک اسید با غلظت‌های یادشده توصیه نمی‌شود، مگر اینکه با مشکلاتی مانند کمبود قلمه مواجه باشیم که در آن صورت، نتایج این تحقیق استفاده از این هورمون تا غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام را برای قلمه‌های طبقهٔ قطری ۵ میلی‌متر مناسب نشان داد.

واژه‌های کلیدی: ایندول بوتیریک اسید، تکثیر غیرجنسی، سفیدپلت، قطر قلمه، جنگل‌های هیرکانی.

*نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۲۱۴ ۴۵۸۰۲۸۲ Email: parhizkar@rifr-ac.ir

مقدمه و هدف

گونهٔ درختی سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) با ارزش‌های اقتصادی و اکولوژیک متعدد، در اراضی جلگه‌ای و میان‌بند جنگل‌های شمال ایران مستقر است. این گونه از گذشته تا کنون به بهانه‌های مختلف مورد تعرض قرار گرفته که این وضعیت موجب کاهش سطح این گونه شده است (مختاری، ۱۳۷۶). تجدید حیات طبیعی این گونه بیشتر از طریق جست‌های ریشه‌جوش انجام می‌پذیرد. کوبیده شدن خاک به‌دلیل رفت‌وآمد زیاد از عوامل کاهش این جست‌هاست. در مواردی هم که جست‌ها ظاهر می‌شوند، به‌دلیل خوش‌خوراک بودن برگ‌ها، مورد چرای دام قرار گرفته و حالت کپه‌ای پیدا کرده و در نتیجه تجدید حیات این گونه به‌شدت کاهش یافته است (مختاری، ۱۳۷۶). در چنین شرایطی باید برای حفظ و حمایت این گونه در رویشگاه‌های شمال کشور اقدامی صورت پذیرد.

بیشتر صنوبرها به راحتی با استفاده از بذر و قلمه تکثیر می‌شوند، ولی برخی مانند گونهٔ سفیدپلت، معمولاً قدرت ریشه‌زایی و زنده‌مانی کمی دارند (مختاری، ۱۳۷۶؛ اسدی و قاسمی، ۱۳۸۶؛ ساداتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Abdeldayem, 2000). مختاری (۱۳۷۶) با بررسی زادآوری طبیعی سفیدپلت در جنگل‌های نور نشان داد که نهال‌های سفیدپلت موجود، مبدأ ریشه‌جوش دارند. مطالعات ریزازدیادی سفیدپلت در استان گیلان نیز نشان داد که کشت شاخه‌های حاصل در محیط MS با ۰/۵ میلی‌گرم بر لیتر IBA، بیشترین درصد ریشه‌زایی (۵۷ درصد) را به‌همراه داشته است (امام و شهرزاد، ۱۳۸۰). ریشه‌دوانی ضعیف در بعضی از گونه‌های صنوبر به‌واسطهٔ فراهم نبودن تیمارهای مناسب قلمه در فرایند ریشه‌دهی، سبب ازدست‌رفتن توان زنده‌مانی نهال و کاهش رشد این درختان ارزشمند می‌شود (Desrochers & Thomas, 2003). مدارک مستدل اندکی در استفاده از ترکیب‌های پیش‌تیمار هورمونی برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های صنوبر وجود دارد (Desrochers & Thomas, 2003). اسدی و قاسمی (۱۳۸۶) به نقل از Krinard & Randall (1979) بیان داشتند که به‌دلیل هزینه‌بر بودن پیش‌تیمارهای هورمونی، در استفاده از این پیش‌تیمارها در سطح وسیع باید احتیاط شود Ying & Bagley (1977) و Dickmann & Stuart (1983) ادعا کردند که قابلیت ریشه‌زایی صنوبرهای سخت‌ریشه‌زا و ارزش اقتصادی آنها در تعیین نوع و مقدار پیش‌تیمارها دخالت دارد.

گزارش‌های Petersen & Philips (1976) و Hansen *et al.* (1993) نشان داد که خیساندن قلمه‌ها در آب قبل از کاشتن سبب توسعهٔ ریشهٔ صنوبر می‌شود. اسدی و قاسمی (۱۳۸۶) نیز با خیساندن قلمه‌های سفیدپلت در آب قبل از کاشت، موفق شدند ریشه‌زایی این گونه را به ۴۰ درصد برسانند. ساداتی و همکاران (۱۳۸۹) استفاده از قلمهٔ نهال یکساله و شاخهٔ یکسالهٔ درخت میانسال را برای تکثیر غیرجنسی سفیدپلت معرفی کردند. ساداتی و همکاران (۱۳۹۰) واکنش نهال سفیدپلت به تنش غرقابی را بررسی و استفاده از آن را برای کاشت در عرصه‌های ماندابی و مناطق سیل‌گیر و حواشی رودخانه‌های شمال کشور توصیه کردند.

Cortizo *et al.* (2004) به‌منظور تعیین عوامل مؤثر بر ریشه‌زایی در گونه‌های *P. deltoids* و *P. x. canadensis* وجود یا نبود جوانه‌های مناسب در قلمه و وزن قلمه‌ها را به‌عنوان تیمارهای تحت بررسی انتخاب کردند. آنها نتیجه گرفتند که قلمه‌های حاوی جوانه‌های بیشتر و قلمه‌های سبک‌تر، ریشه‌زایی بیشتر و معنی‌دارتری دارند. به‌طوری‌که وزن ریشه با افزایش جوانه همبستگی مثبت داشت، ولی با وزن قلمه همبستگی منفی نشان داد.

مردانی و همکاران (۱۳۸۹) استفاده از هورمون IBA در بهبود کیفی ریشه و شاخسارهٔ تولیدشده از قلمه‌های *P. deltoides*72/5 را مؤثر دانستند و نشان دادند که استفاده از غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (IBA) و قلمه‌های با قطر بزرگ (۱/۵ تا ۲/۵ سانتی‌متر)، تعداد برگ، طول شاخسار، طول ریشه و سطح برگ را به‌طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش می‌دهد.

سفیدپلت با رویش متوسط قطری سالانه ۰/۸ سانتی‌متر (مختاری، ۱۳۷۶) می‌تواند نیاز کارخانه‌های خرده‌چوب را تأمین کند. همچنین به‌دلیل تندرشد بودن نسبت به دیگر درختان جنگلی در مناطق جلگه‌ای و پایین‌بند، قابلیت مناسبی در استفاده برای جنگلکاری در نقاط خالی جنگل

یا در مرزبندی جنگل در شرایط هم‌ارتفاع با رویشگاه طبیعی دارد. این صنوبر بومی به‌دلیل قطع بی‌رویه، از طرف سازمان حفاظت محیط زیست جزو گونه‌های حفاظت‌شدهٔ منطقهٔ رویشی هیرکانی در دامنهٔ شمالی البرز محسوب می‌شود (جعفری مفیدآبادی و همکاران، ۱۳۸۵). بذرهای صنوبرها نیز عمر کوتاهی دارند و برای استقرار به بستر مرطوب و باز نیازمندند. در طبیعت اغلب چنین شرایطی فراهم نمی‌شود و تأمین شرایط نور و رطوبت این بذرها برای ادامهٔ رشد با مشکل مواجه می‌شود (Gonzales *et al.*, 2009). نهال‌های تولیدشده با استفاده از ریزازدیادی نیز حتی قادر نیستند به‌راحتی خود را با شرایط گلخانه‌ای تطبیق دهند و به‌طور معمول در عرصه قابل استفاده نیستند. بنابراین افزایش قدرت ریشه‌زایی، زنده‌مانی و کارایی تولید قلمه‌های این گونهٔ سخت‌ریشه‌زا، موفقیت تولید نهال‌های این گونه را تضمین می‌کند. هدف از اجرای این پژوهش، اعمال تیمارهای مختلف هورمون در قلمه‌هایی با قطرهای متفاوت، به‌منظور افزایش کارایی تولید و ارتقای مشخصه‌های نهال‌های سفیدپلت است.

مواد و روش‌ها

در اواخر بهمن ۱۳۸۸، قلمه‌های یکسالهٔ *P. caspica* از پایه‌هایی با قطر برابرسینهٔ کمتر از ۷/۵ سانتی‌متر، با شاخه‌های یکسالهٔ مناسب و در دسترس برداشت شدند. محل قلمه‌گیری، رویشگاه صفرا بسته بود که در ۵ کیلومتری شهرستان آستانهٔ اشرفیهٔ استان گیلان با عرض ″۰۰ ′۲۳ °۳۷ شمالی و طول ″۰۰ ′۵۲ °۴۹ شرقی واقع است. ارتفاع محل قلمه‌گیری از سطح دریا ۶۰- متر، متوسط بارندگی سالانه ۱۱۸۶ میلی‌متر و متوسط درجهٔ حرارت سالانه ۱۷/۵ درجهٔ سانتی‌گراد است. اقلیم منطقه بر اساس طبقه‌بندی آمبرژه، دارای آب‌وهوای خیلی مرطوب با زمستان‌های معتدل تا خنک است. قلمه‌ها در ایستگاه تحقیقاتی شلمان (استان گیلان) متعلق به مؤسسهٔ تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور کاشته شدند. این ایستگاه در عرض ″۳۴ ′۰۹ °۳۷ شمالی و طول ″۱۲ ′۱۳ °۵۰ شرقی با ارتفاع ۱۶- متر از سطح دریا قرار دارد (کریمی، ۱۳۷۹). قلمه‌ها به طول ۱۸ تا ۲۰ سانتی‌متر و در سه طبقهٔ قطری ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر به‌نحوی تهیه شدند که در هر قلمه بین سه تا پنج جوانه موجود باشد.

برای هر قطر قلمه، یک تیمار شاهد (بدون استفاده از هورمون) و چهار تیمار هورمون ایندول بوتیریک اسید (IBA) در غلظت‌های ۱۲۵۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (ppm) تهیه شد. در هر کرت، ۴۹ قلمه قبل از کاشت به‌مدت ۱۰ ثانیه در محلول‌های تهیه‌شده تیمار داده شدند. مدت زمان ۱۰ ثانیه و غلظت هورمون‌ها بر اساس تجربیات و تحقیقات خوشنویس و همکاران (۱۳۸۷) برای گونهٔ سفیدپلت انتخاب شد. بستر کاشت، گلدان‌هایی به قطر ۲۰ و به طول ۳۰ سانتی‌متر، محتوی مخلوط خاک، ماسه و کود (به نسبت دو واحد خاک لومی- شنی، دو واحد ماسه و یک واحد کود حیوانی پوسیده) بود. قلمه‌ها طوری کاشته شدند که یک تا دو سانتی‌متر از قلمه با یک جوانه بیرون از خاک قرار گیرد و جوانهٔ خارج از خاک رو به نور باشد. قلمه‌ها به‌صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوک کامل تصادفی با دو عامل قطر قلمه در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر) و غلظت هورمون در پنج سطح (بدون استفاده از هورمون، ۱۲۵۰، ۲۵۰۰، ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و در سه تکرار کاشته شدند. کرت‌ها مربعی بودند و در هر ضلع مربع هفت گلدان قرار گرفت. فاصلهٔ کرت‌ها از یکدیگر ۰/۵ متر در نظر گرفته شد. در هر کرت در مجموع ۴۹ گلدان موجود بود که با حذف اثر حاشیه‌ای، ۲۵ قلمه برای اجرای عملیات آماری در هر کرت استفاده شد. در پایان فصل رویش از کارایی تولید نهال‌ها در تیمارهای مختلف آماربرداری شد. ارتفاع و وزن خشک بالای زمین نهال‌ها نیز اندازه‌گیری شد.

کارایی تولید نهال‌ها بنا به تعریف ساداتی و همکاران (۱۳۸۹) عبارت است از نسبت بین نهال تولیدشده در پایان فصل رویش، به تعداد قلمه‌های کاشته‌شده. برای محاسبهٔ وزن خشک، ابتدا وزن تر نمونه‌ها اندازه‌گیری شد و سپس نمونه‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شد و وزن خشک نمونه‌ها محاسبه شد (امامی، ۱۳۷۵).

ابتدا با استفاده از نمودار مستطیلی[1] داده‌های پرت شناسایی و حذف شدند. از آنجا که نمونه‌ها بیش از ۴۰

1- Box plot

عدد بودند، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کای اسکور سنجیده شد (زبیری، ۱۳۸۶). در نهایت اثر تیمارها بر مشخصه‌های نامبرده با استفاده از روش تجزیهٔ طرح بلوک کامل تصادفی در نرم‌افزار SPSS بررسی شد.

نتایج

از مجموع ۱۱۲۵ قلمهٔ کاشته‌شده (پس از حذف اثر حاشیه‌ای)، ۳۹۱ نهال (۳۴/۷ درصد) در پایان فصل رویش زنده ماندند که از این تعداد، ۳۰/۴ درصد، قلمه‌های با قطر ۵ میلی‌متر؛ ۴۳/۵ درصد، قلمه‌های با قطر ۱۰ میلی‌متر؛ و ۲۶/۱ درصد، قلمه‌های با قطر ۱۵ میلی‌متر بودند.

آنالیز طرح بلوک کامل تصادفی نشان داد که تیمارهای قطر قلمه، غلظت هورمون و اثر متقابل این دو، تأثیر معنی‌داری بر جوانه‌زنی قلمه‌های سفیدپلت در اردیبهشت نداشتند (جدول ۱). بیشترین مقدار جوانه‌زنی (۸۸ درصد) مربوط به قلمه‌های با قطر ۱۵ میلی‌متر و کمترین مقدار آن (۸۱/۱ درصد) مربوط به قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری بود. براساس نتایج تیمار قطر قلمه اثر معنی‌داری بر زنده‌مانی قلمه‌ها در ماه‌های تیر، شهریور و آذر داشت. تأثیر غلظت هورمون و اثر متقابل قطر قلمه و غلظت هورمون بر زنده‌مانی قلمه‌ها در ماه‌های مورد بررسی معنی‌دار نبود (جدول‌های ۲ و ۳).

جدول ۱- تجزیهٔ واریانس درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها در اردیبهشت تحت تیمارهای قطر قلمه و هورمون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۱۱۳/۲۶۷	۱/۳۱۷ ns
قطر قلمه	۲	۱۸۳/۴۶۷	۲/۱۳۳ ns
هورمون	۴	۳۹/۴۷۸	۰/۴۵۹ ns
قطر قلمه × هورمون	۸	۹۸/۴۱۱	۱/۱۴۴ ns
اشتباه آزمایشی	۲۸	۸۶/۰۰۵	
کل	۴۴		

ns: معنی‌دار نیست.

جدول ۲- تجزیهٔ واریانس درصد زنده‌مانی قلمه‌ها در تیر و شهریور تحت تیمارهای قطر قلمه و هورمون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی		میانگین مربعات		F	
	تیر	شهریور	تیر	شهریور	تیر	شهریور
بلوک	۲	۲	۱۴۲/۵۷۸	۵۷۰/۰۲۹	۰/۹۷۵ ns	۲/۳۰۶ ns
قطر قلمه	۲	۲	۸۹۴/۹۳۶	۱۴۸۱/۳۲۵	۶/۱۲۱ **	۵/۹۹۱ **
هورمون	۴	۴	۷۳/۱۴۳	۳۸۱/۰۷۹	۰/۵۰۰ ns	۱/۵۴۱ ns
قطر قلمه × هورمون	۸	۸	۲۳۲/۶۳۵	۱۷۹/۷۸۳	۱/۵۹۱ ns	۰/۷۲۷ ns
خطای آزمایش	۲۸	۲۸	۱۴۶/۲۰۵	۲۴۷/۲۴۲		
کل	۴۴	۴۴				

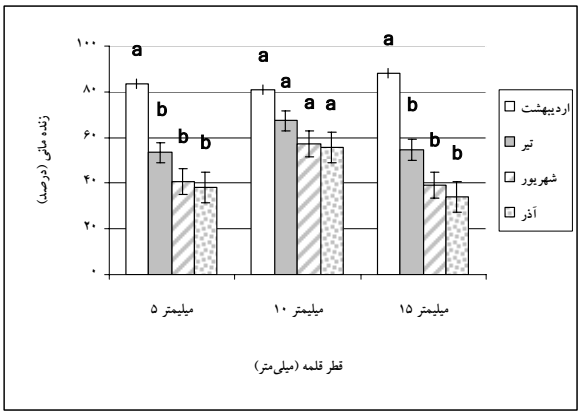
ns: معنی‌دار نیست و **: معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

جدول ۳- تجزیهٔ واریانس درصد زنده‌مانی قلمه‌ها در آذر تحت تیمارهای قطر قلمه و هورمون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۷۵۱/۵۴۸	۳/۱۷۴ ns
قطر قلمه	۲	۱۹۴۹/۱۲۰	۸/۲۳۳**
هورمون	۴	۳۴۳/۲۱۵	۱/۴۵۰ ns
قطر قلمه × هورمون	۸	۲۲۶/۱۷۶	۰/۹۵۵ ns
اشتباه آزمایشی	۲۸	۲۳۶/۷۵۸	
کل	۴۴		

ns: معنی‌دار نیست و **: معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

نتایج درصد زنده‌مانی در ماه‌های مختلف در طول دورهٔ رویش نشان داد که از اردیبهشت تا آذر، درصد زنده‌مانی در تمامی قطرهای قلمه کاهش داشت. به‌طوری‌که میانگین درصد زنده‌مانی در قلمه‌های ۵ میلی‌متری از ۸۳/۷ درصد در اردیبهشت به ۳۸/۲ درصد در آذر رسید. میانگین این مشخصه در قطرهای ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر نیز به‌ترتیب از ۸۱/۱ و ۸۸ درصد در اردیبهشت به ۵۵/۶ و ۳۴/۱ درصد در آذر رسید. اختلاف میانگین معنی‌داری بین درصد زنده‌مانی در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری با قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری در تمام ماه‌های بررسی وجود داشت. میانگین درصد زنده‌مانی در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری در تمام ماه‌ها از قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری بیشتر بود. همچنین کمترین اختلاف درصد زنده‌مانی در ماه‌های مختلف، در قلمه‌های ۱۰میلی‌متری مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱- درصد زنده‌مانی قلمه‌ها در ماه‌های مختلف

میانگین درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها، از ۸۲/۴ درصد در غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام هورمون ایندول بوتیریک اسید تا ۸۷/۱ درصد در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام متغیر بود.

درصد زنده‌مانی قلمه‌ها در تمام غلظت‌های هورمون از اردیبهشت تا آذر کاهش داشت. میانگین درصد زنده‌مانی در قلمه‌های شاهد از ۸۵/۹ درصد در اردیبهشت تا ۴۳/۴ درصد در آذر متغیر بود. این میانگین تحت تأثیر غلظت‌های ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام هورمون، به‌ترتیب از ۸۳ و ۸۲/۴ درصد در اردیبهشت تا ۴۳/۷ و ۴۵/۴ درصد در آذر متغیر، و در غلظت‌های ۵۰۰۰ و ۷۵۰۰ پی‌پی‌ام نیز به‌ترتیب از ۸۷/۱ و ۸۲/۹ درصد در اردیبهشت تا ۴۸/۵ و ۳۲/۲ درصد در آذر متغیر بود.

- کارایی تولید

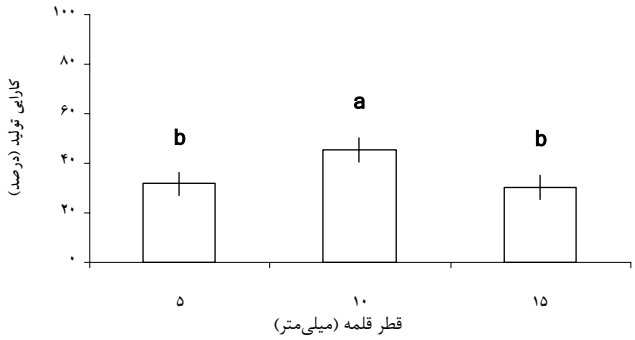
برپایهٔ نتایج قطر قلمه اثر معنی‌داری بر درصد کارایی تولید قلمه‌های سفیدپلت داشت. غلظت هورمون ایندول بوتیریک اسید و اثر متقابل قطر قلمه و هورمون تأثیر معنی‌داری بر کارایی تولید قلمه‌ها نشان نداد (جدول ۴).

جدول ۴- تجزیهٔ واریانس درصد کارایی تولید قلمه‌ها تحت تیمارهای قطر قلمه و هورمون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی	میانگین مربعات	F
بلوک	۲	۶۴۶/۶۶۷	۳/۵۳۰*
قطر قلمه	۲	۱۰۲۹/۸۰۰	۵/۶۲۱**
هورمون	۴	۲۵۵/۸۵۶	۱/۳۹۶ ns
قطر قلمه × هورمون	۸	۱۵۷/۸۵۶	۰/۸۶۲ ns
اشتباه آزمایشی	۲۸	۱۸۳/۲۱۴	
کل	۴۴		

ns: معنی‌دار نیست، *: معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ و **: معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

درصد کارایی تولید قلمه‌های سفیدپلت در قطرهای مختلف، اختلاف میانگین معنی‌داری داشت. بیشترین مقدار میانگین این مشخصه (۴۵/۳ درصد) در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری و کمترین مقدار آن (۳۰/۳ درصد) در قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری محاسبه شد (شکل ۲). میانگین درصد کارایی تولید بین ۲۷/۳ درصد در غلظت ۷۵۰۰ پی‌پی‌ام و ۴۲/۱ درصد در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام متغیر بود.



شکل ۲- درصد کارایی تولید قلمه‌ها در قطرهای مختلف

- ارتفاع و درصد وزن خشک

تجزیهٔ واریانس داده‌ها نشان داد که قطر قلمه، غلظت هورمون و اثر متقابل آنها تأثیر معنی‌داری بر ارتفاع نهال‌های تولیدشده در پایان فصل رویش داشت (جدول ۵). شایان

ذکر است که معنی‌دار شدن اثر غلظت هورمون، در اختلاف میانگین بین غلظت‌های ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام است و اختلاف میانگین غلظت‌های مختلف هورمون با تیمار شاهد معنی‌دار نیست (جدول ۷). کمترین (۱۶ سانتی‌متر) و بیشترین (۲۴۰ سانتی‌متر) ارتفاع نهال‌ها به‌ترتیب در قلمه‌های با قطر ۱۰ و ۱۵ میلی‌متر اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار میانگین ارتفاع نهال‌ها (۱۰۴٫۶ سانتی‌متر) نیز در طبقهٔ قطری ۱۵ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۶). کمترین (۱۶ سانتی‌متر) و بیشترین (۲۴۰ سانتی‌متر) ارتفاع، در نهال‌های شاهد اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار میانگین ارتفاع (۱۰۴٫۳ سانتی‌متر) در غلظت ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام محاسبه شد (جدول ۷).

آنالیز واریانس داده‌ها نشان داد که قطر قلمه تأثیر معنی‌داری بر درصد وزن خشک نهال‌های تولیدشده دارد. غلظت هورمون و اثر متقابل هورمون و قطر قلمه تأثیر معنی‌داری بر وزن خشک نهال‌ها نداشت (جدول ۵). کمترین (۲۷٫۴ درصد) و بیشترین (۶۶٫۷ درصد) مقدار وزن خشک نهال‌ها در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار میانگین وزن خشک نهال‌ها (۴۳٫۵ درصد) نیز در طبقهٔ قطری ۱۰ میلی‌متر محاسبه شد (جدول ۶). کمترین (۲۷٫۴ درصد) و بیشترین (۶۶٫۷ درصد) مقدار وزن خشک به‌ترتیب در غلظت‌های ۷۵۰۰ و ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون اندازه‌گیری شد. بیشترین مقدار میانگین وزن خشک (۴۳٫۳ درصد) در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام محاسبه شد (جدول ۷).

جدول ۵- تجزیهٔ واریانس درصد وزن خشک و ارتفاع نهال‌ها تحت تیمارهای قطر قلمه و هورمون

منابع تغییرات	درجهٔ آزادی		میانگین مربعات		F	
	درصد وزن خشک	ارتفاع	درصد وزن خشک	ارتفاع	درصد وزن خشک	ارتفاع
بلوک	۲	۲	۹۰٫۲۰۶	۱۲۱۹۴٫۱۲۶	۴٫۰۷۵**	۸٫۰۵۵**
قطر قلمه	۲	۲	۲۷۴٫۱۸۷	۱۲۶۷۸٫۳۵۱	۱۲٫۳۸۶**	۸٫۳۸۱**
هورمون	۴	۴	۴۱٫۰۶۸	۸۲۴۴٫۹۶۹	۱٫۸۵۵ ns	۵٫۴۴۶**
قطر قلمه × هورمون	۸	۸	۹٫۹۲۲	۷۷۱۱٫۸۶۳	۰٫۴۴۸ ns	۵٫۰۹۴**
خطای آزمایش	۳۵۶	۳۷۳	۲۲٫۱۳۷	۱۵۱۳٫۸۰۲		
کل	۳۷۲	۳۸۹				

ns: معنی‌دار نیست و **: معنی‌دار در سطح ۰٫۰۱

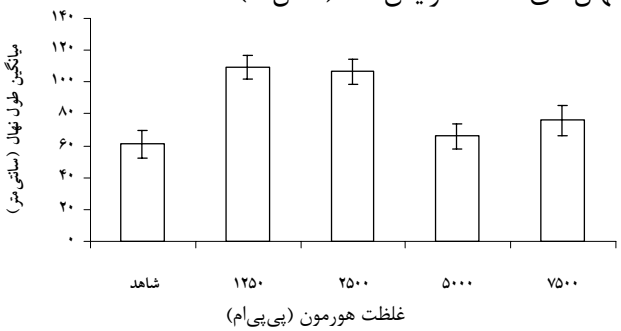
جدول ۶- داده‌های درصد وزن خشک و ارتفاع نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های با قطر مختلف

قطر قلمه (میلی‌متر)	وزن خشک (درصد)					ارتفاع نهال (سانتی‌متر)				
	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
۵	۱۱۳	۴۱٫۲b	۴٫۷	۲۸٫۷	۵۵٫۰	۱۱۹	۸۵٫۹b	۴۱٫۰	۲۳	۲۳۰
۱۰	۱۶۱	۴۳٫۵a	۵٫۷	۲۷٫۴	۶۶٫۷	۱۷۰	۸۹٫۶b	۴۰٫۱	۱۶	۲۲۵
۱۵	۹۹	۴۱٫۰b	۳٫۶	۳۱٫۵	۵۴٫۰	۱۰۱	۱۰۴٫۶a	۴۶٫۸	۲۶	۲۴۰

جدول ۷- داده‌های درصد وزن خشک و ارتفاع نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های تحت غلظت‌های مختلف هورمون

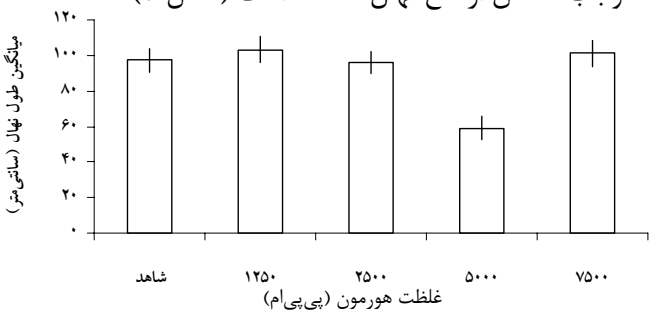
غلظت هورمون (پی‌پی‌ام)	وزن خشک (درصد)					ارتفاع نهال (سانتی‌متر)				
	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین	تعداد	میانگین	انحراف معیار	کمترین	بیشترین
شاهد	۷۸	۴۲٫۱ab	۴٫۲	۳۱٫۸	۵۵٫۰	۸۳	۸۸٫۱ab	۴۳٫۸	۱۶	۲۴۰
۱۲۵۰	۷۷	۴۱٫۶ab	۴٫۹	۲۸٫۷	۵۶٫۷	۷۹	۱۰۴٫۳a	۴۷٫۱	۳۱	۲۳۰
۲۵۰۰	۷۸	۴۲٫۱ab	۴٫۳	۳۱٫۲	۵۴٫۰	۸۲	۱۰۱٫۹a	۳۸٫۵	۴۳	۲۰۴
۵۰۰۰	۸۲	۴۳٫۳a	۶٫۲	۳۰٫۰	۶۶٫۷	۸۸	۷۷٫۱b	۳۹٫۰	۲۰	۲۱۰
۷۵۰۰	۵۸	۴۱٫۰b	۴٫۲	۲۷٫۴	۵۴٫۰	۵۸	۹۱٫۷ab	۳۹٫۰	۴۰	۱۸۵

میانگین ارتفاع نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۵ میلی‌متری در تیمار شاهد ۶۰٫۹ سانتی‌متر محاسبه شد. بیشترین مقدار این مشخصه (۷٫۲ ± ۱۰۹٫۵ سانتی‌متر) در غلظت ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام و کمترین مقدار آن (۸٫۳ ± ۶۰٫۹ سانتی‌متر) در تیمار شاهد بود. همان‌طور که حدود اشتباه معیار (خطوط بالای ستون‌ها) نشان می‌دهد، اختلاف میانگین معنی‌داری بین میانگین ارتفاع در تیمار شاهد و غلظت‌های ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام هورمون ایندول بوتیریک اسید وجود دارد. استفاده از هورمون‌های با غلظت ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام، میانگین ارتفاع نهال‌ها را نسبت به نهال‌های شاهد افزایش داد (شکل ۳).



شکل ۳- میانگین ارتفاع نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۵ میلی‌متری در غلظت‌های مختلف هورمون

میانگین ارتفاع در نهال‌های شاهد تولیدشده از قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری ۹۷٫۲ سانتی‌متر بود. بیشترین مقدار محاسبه‌شده برای ارتفاع در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری (۷٫۴ ± ۱۰۳٫۲ سانتی‌متر)، در غلظت ۱۲۵۰ پی‌پی‌ام هورمون و کمترین مقدار آن (۶٫۵ ± ۵۸٫۹ سانتی‌متر) در غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام بود. حدود اشتباه معیار میانگین‌های ارتفاع نشان می‌دهد که به جز غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام هورمون، دیگر غلظت‌ها اختلاف میانگین معنی‌داری با نمونهٔ شاهد ندارند. اعمال هورمون با غلظت ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام موجب کاهش ارتفاع نهال‌ها شده است (شکل ۴).



شکل ۴- میانگین ارتفاع نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری در غلظت‌های مختلف هورمون

غلظت‌های مختلف هورمون ایندول بوتیریک اسید، اختلاف میانگین معنی‌داری در ارتفاع نهال‌ها نسبت به نمونهٔ شاهد در قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری نشان نداد. همچنین، میانگین درصد وزن خشک نهال‌ها در غلظت‌های مختلف هورمون ایندول بوتیریک اسید و نمونهٔ شاهد اختلاف معنی‌داری در قلمه‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ میلی‌متری نشان نداد.

بحث

بیشتر صنوبرها به‌راحتی با استفاده از بذر و قلمه تکثیر می‌شوند ولی برخی از آنها مانند گونهٔ سفیدپلت، به‌طور معمول قدرت ریشه‌زایی و زنده‌مانی اندکی دارند (مختاری، ۱۳۷۶؛ اسدی و قاسمی، ۱۳۸۶؛ ساداتی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Abdeldayem, 2000). تحقیقات مختلف (هاشم‌آبادی و صداقت‌حور، ۱۳۸۵؛ برزگر و همکاران، ۱۳۸۵؛ میرسلیمانی و راحمی، ۱۳۸۶؛ مدانلو و همکاران، ۱۳۸۷؛ خوشنویس و همکاران، ۱۳۸۷) نشان داد که تیمارهای هورمون ایندول بوتیریک با غلظت‌های مختلف، اثر معنی‌داری بر ریشه‌زایی قلمه‌ها دارد.

بر اساس نتایج، درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها اختلاف معنی‌داری را در قطرهای مختلف نشان نداد. ولی درصد زنده‌مانی نهال‌ها در ماه‌های بعد اختلاف معنی‌داری را بین قطرهای مختلف نشان می‌دهد، به‌نحوی‌که درصد زنده‌مانی قلمه‌های با قطر ۱۰ میلی‌متر در تمام ماه‌های بررسی، بیشتر از قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری بود. علاوه بر این کمترین اختلاف درصد زنده‌مانی در ماه‌های مختلف نیز در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری مشاهده شد (از ۸۱٫۱ درصد در اردیبهشت به ۵۵٫۶ درصد در آذر). کارایی تولید نهال‌ها نیز در قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری اختلاف میانگین معنی‌داری با قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری داشت. کارایی تولید نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری ۴۵٫۳ درصد بود. ساداتی و همکاران (۱۳۸۹)، در بررسی خود بیان کردند که به‌طور کلی برآیند درصد جوانه‌زنی قلمه و زنده‌مانی قلمهٔ جوانه‌زده به کارایی تولید نهال منجر می‌شود. آنها همچنین نشان دادند از آنجا که زنده‌مانی قلمه‌ها با پایهٔ مادری مختلف یکسان بود، کارایی تولید نهال حاصل از قلمه‌هایی با منشأ مختلف، ارتباط مثبتی با درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها داشت. در این

بررسی درصد جوانه‌زنی قلمه‌ها یکسان بود و اختلاف در زنده‌مانی و کارایی تولید ناشی از اثر قطر قلمه بود. در تحقیق دانشور و همکاران (۱۳۸۸)، زنده‌مانی *P. alba* حدود ۳۱ درصد گزارش شد. اسدی و قاسمی (۱۳۸۶) نیز زنده‌مانی قلمه‌های سفیدپلت با استفاده از پیش‌تیمار خیساندن را حداکثر ۴۰ درصد گزارش کردند. ساداتی و همکاران (۱۳۸۹) در تحقیق خود کارایی تولید نهال سفیدپلت تولیدشده از قلمه‌های یکساله و شاخه‌های یکسالهٔ درختان میانسال را نزدیک به ۵۰ درصد گزارش کردند. در این تحقیق، همان‌طور که در بالا ذکر شد زنده‌مانی نهال‌ها در آذر ۵۵/۶ درصد و کارایی تولید نهال‌ها ۴۵/۳ درصد بود.

یکی از اهداف تحقیق حاضر، افزایش کارایی تولید نهال‌های سفیدپلت با اعمال تیمار هورمونی ایندول بوتیریک اسید در غلظت‌های مختلف بود. نتایج به‌دست‌آمده تحت تیمارهای هورمونی دارای کمینه و بیشینه بودند، ولی در حالت کلی اثر معنی‌داری بر کارایی تولید نهال‌ها نداشتند. دلایل مختلفی، معنی‌دار نبودن اثر ایندول بوتیریک اسید را بر کارایی تولید قلمه‌های با قطرهای مختلف سفیدپلت توجیه می‌کند که عبارتند از: ۱- مدت زمان اعمال این تیمار در این تحقیق با استناد به تحقیقات مشابه، ۱۰ ثانیه در نظر گرفته شد که ممکن است با کاهش یا افزایش این زمان، تأثیرگذاری هورمون نیز تغییر کند. مدانلو و همکاران (۱۳۸۷) برای تحریک ریشه‌زایی قلمه‌های سرخدار، آنها را به‌مدت یک ساعت با هورمون KIBA تیمار کردند؛ ۲- در این تحقیق از چهار غلظت هورمون استفاده شد و همان‌طور که نتایج نشان داد، درصد کارایی تولید نهال‌ها در بیشترین غلظت (۷۵۰۰ ppm) کاهش داشت. انتخاب غلظت‌های کمتر از آنچه در این تحقیق اعمال شده ممکن است نتایج متفاوتی داشته باشد. غلظت زیاد هورمون‌های ریشه‌زایی ممکن است اثر بازدارنده داشته باشد که البته در گونه‌های مختلف، این آستانه متفاوت است (Pandy *et al.*, 1981; Karakurt *et al.*, 2009). Henry *et al.* (1992) برای ریشه‌دار کردن قلمه‌های *Juniperus virginiana*، غلظت ۸۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر هورمون IBA را پیشنهاد کردند. Amissha & Bassuk (2009) در مورد ریشه‌زایی دو گونهٔ بلوط *Q. macrocarpa* و *Q. bicolor* استفاده از IBA با غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر را موفقیت‌آمیز گزارش کردند. در این پژوهش نیز غلظت‌های متفاوتی از هورمون برای ریشه‌زایی گونه‌های مختلف، از دیگر پژوهشگران نقل شده است. بنابراین برای گونه‌های مختلف، می‌توان غلظت‌های متفاوتی از هورمون را توصیه کرد؛ ۳- ممکن است ترکیبات شیمیایی متفاوتی در قلمه‌های گونهٔ سفیدپلت وجود داشته باشد که اثر بازدارنده بر فعالیت هورمون ایندول بوتیریک اسید دارند. با این حساب، شاید اعمال تیمارهای هورمونی دیگر مانند نفتالین استیک اسید در صورت توجیه اقتصادی نتایج مطلوب‌تری را نشان دهد. موارد بیان‌شده را می‌توان موضوع تحقیقات جداگانه‌ای قرار داد.

در تحقیق حاضر بیشترین ارتفاع نهال‌های سفیدپلت، در نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری بود. De Andres *et al.* (1999)، نشان دادند که مقدار ذخیرهٔ کربوهیدرات با کاهش قطر قلمه کاهش می‌یابد. Leakey *et al.* (1982) تخلیهٔ سریع کربوهیدرات موجود در بافت قلمه‌های نازک‌تر را دلیل عدم جوانه‌زنی و درصد کم زنده‌مانی آنها بیان کردند. Hansen & Tolsted (1981) با تحقیقی روی گونهٔ *Popolus alba* نشان دادند که افزایش قطر قلمه، زنده‌مانی نهال‌ها را افزایش می‌دهد. قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری، ذخیرهٔ غذایی بیشتری نسبت به قلمه‌های ۵ و ۱۰ میلی‌متری دارند که رویش اندام‌های هوایی آنها را پشتیبانی می‌کنند.

اثر هورمون ایندول بوتیریک اسید بر قلمه‌هایی با قطرهای مختلف، متفاوت بود. به‌نظر می‌رسد برای کاربرد این هورمون با غلظت‌های مورد استفاده، باید به قطر قلمه‌ها توجه ویژه‌ای شود. قلمه‌های ۵ میلی‌متری تحت تأثیر این هورمون با غلظت‌های ۱۲۵۰ و ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام افزایش ارتفاع را نشان دادند که این افزایش اختلاف معنی‌داری با نهال‌های شاهد داشت (شکل ۳)، ولی در نهال‌های ۱۰ میلی‌متری نتیجه متفاوت بود. تحت اثر غلظت‌های یادشده، اثر معنی‌داری نسبت به شاهد مشاهده نشد. درحالی‌که قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری با افزایش غلظت هورمون به ۵۰۰۰ پی‌پی‌ام، کاهش رویش نشان دادند. قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری نیز تحت تأثیر غلظت‌های مختلف، تفاوت معنی‌داری با نمونهٔ شاهد نشان ندادند. بنابراین استفاده از

هورمون به‌منظور افزایش رشد ارتفاعی نهال‌های سفیدپلت، فقط در قلمه‌های ۵ میلی‌متری و آن هم تا غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام توصیه می‌شود. خوشنویس و همکاران (۱۳۸۷) اثر هورمون IBA را بر ریشه‌زایی قلمه‌های ارس (*Juniperus excelsa*) معنی‌دار معرفی کردند و اظهار داشتند که بیشترین میانگین ریشه‌زایی قلمه‌های ارس نیز در غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام این هورمون بود. مردانی و همکاران (۱۳۸۹) در بهبود کیفی ریشه و شاخسارهٔ تولیدشده از قلمه‌های *P. deltoides* 72/5 نیز استفاده از غلظت ۲۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (IBA) را مناسب دانستند. بیشترین درصد وزن خشک در نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری اندازه‌گیری شد که اختلاف معنی‌داری با نهال‌های حاصل از قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری نشان داد. استفاده از تیمار هورمون بر این مشخصه اثر معنی‌داری نداشت.

هدف از اجرای این پژوهش، اعمال تیمارهای مختلف هورمون در قلمه‌های با قطرهای متفاوت، به‌منظور افزایش کارایی تولید و ارتقای مشخصه‌های نهال‌های سفیدپلت بود. براساس نتایج و مطالبی که در سطرهای قبل ارائه شد، بهترین طبقهٔ قطری قلمه برای تولید نهال سفیدپلت، ۱۰ میلی‌متر است. اگرچه قلمه‌های ۱۵ میلی‌متری از نظر قطر یقه و ارتفاع شرایط مطلوب‌تری را نشان دادند، قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری کارایی تولید بیشتری دارند. Cortizo *et al.* (2004) نشان دادند که قلمه‌های سبک‌تر *Popolus deltoids* و *Popolus canadensis*، ریشه‌زایی بیشتر و معنی‌دارتری دارند، به‌طوری‌که وزن ریشه با وزن قلمه همبستگی منفی دارد و با افزایش وزن و اندازهٔ قلمه وزن ریشهٔ حاصل از آن کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، درصد وزن خشک نهال‌های تولیدشده از قلمه‌های ۱۰ میلی‌متری نیز اختلاف معنی‌داری را با دیگر قطرها نشان داد. قلمه‌های ۵ و ۱۵ میلی‌متری درصد آب بیشتری دارند که این ویژگی یخزدگی نهال‌ها در فصل سرد را افزایش خواهد داد.

در مجموع استفاده از هورمون ایندول بوتیریک اسید با غلظت‌های مورد استفاده در این تحقیق، توصیه نمی‌شود، مگر اینکه با مشکلاتی مانند کمبود قلمه مواجه باشیم که در آن صورت براساس نتایج این تحقیق، استفاده از این هورمون تا غلظت ۲۵۰۰ پی‌پی‌ام برای قلمه‌های طبقهٔ قطری ۵ میلی‌متر مناسب است.

منابع

اردکانی اسدی، فرهاد و رفعت‌الله قاسمی، ۱۳۸۶. ارزیابی موفقیت ریشه‌زایی قلمهٔ کلن‌های صنوبر با استفاده از تیمارهای مختلف، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۲): ۱۴۵-۱۳۴.

امام، میترا و شکوفه شهرزاد، ۱۳۸۰. ریزازدیادی سفیدپلت (*Populus caspica*)، پژوهش و سازندگی، ۱۴(۴): ۹۰-۸۴.

امامی، عاکفه، ۱۳۷۵. روش‌های تجزیهٔ گیاه، جلد اول، انتشارات مؤسسهٔ خاک و آب، شمارهٔ ۹۸۲، ۱۲۸ ص.

برزگر طرقبه، لیلی، یوسف حمیداوغلی، عبدالله حاتم‌زاده و علیرضا حداد، ۱۳۸۵. اثر بسترهای کاشت و غلظت‌های مختلف ایندول بوتیریک اسید در ریشه‌زایی ژینکو بیلوبا، مجلهٔ علوم و صنایع کشاورزی دانشگاه فردوسی مشهد، ۲۰(۳): ۱۲۵-۱۱۹.

جعفری مفیدآبادی، علی، الهه زرین‌بال، وحید اعتماد و شمس‌الله شریعت‌نژاد، ۱۳۸۵. استفاده از روش کشت تخمدان در تولید دورگ بین گونه‌ای سفیدپلت، فصلنامهٔ علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۳(۶): ۳۷-۳۱.

خوشنویس، مصطفی، سودابه علی‌احمد کروری، مریم تیموری، محمد متینی‌زاده، احمد رحمانی و انوشیروان شیروانی، ۱۳۸۷. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر ریشه‌زایی قلمهٔ *Juniperus excelsa*، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱۶(۱): ۱۶۷-۱۵۸.

دانشور، حیدرعلی، علیرضا مدیررحمتی و محمدتقی فیضی، ۱۳۸۸. بررسی خصوصیات رویشی کلن‌های مختلف صنوبر در خزانه‌های سلکسیون در استان اصفهان، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۷(۱): ۲۴-۱۰.

زبیری، محمود، ۱۳۸۶. زیست‌سنجی (بیومتری جنگل)، انتشارات دانشگاه تهران، شمارهٔ ۲۵۶۱، ۴۰۵ ص.

ساداتی، سیداحسان، مسعود طبری، محمدحسن عصاره، حسین حیدری شریف‌آباد و پیام فیاض، ۱۳۸۹. تأثیر منشأ قلمه و عمق کاشت در تکثیر غیرجنسی سفیدپلت

(*Populus caspica* Bornm.)، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۸(۴): ۶۷۹-۶۶۷.

ساداتی، سیداحسان، مسعود طبری، محمدحسن عصاره، حسین حیدری شریف‌آباد و پیام فیاض، ۱۳۹۰. واکنش نهال سفیدپلت (*Populus caspica* Bornm.) به تنش غرقابی، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۳): ۳۵۵-۳۴۰.

کریمی، غلامرضا، ۱۳۷۹. بررسی رشد، تولید و کیفیت چوب کلن‌های صنوبر (پپلتوم مقایسه‌ای) در دو ایستگاه تحقیقاتی گیلان (صفرابسته) و کرج (مرکز تحقیقات البرز)، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد، مؤسسهٔ آموزش عالی امام خمینی، ۱۳۳ ص.

مختاری، جمشید، ۱۳۷۶. بررسی کمی و کیفی توده‌های سفیدپلت در جنگل نور (مازندران)، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد رشتهٔ جنگلداری، دانشگاه تهران، ۱۴۰ ص.

مدانلو، سجاد، حمید جلیلوند و سیدمحمد حسینی نصر، ۱۳۸۷. تحریک ریشه‌زایی گونهٔ سرخدار (*taxus baccata* L.) بر اساس محل قلمه‌گیری از شاخه با تیمارهای هورمونی KIBA، فصلنامهٔ علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۶(۲): ۱۸۵-۱۷۶.

مردانی، حسین، حسن بیات، شیرزاد سوره و علی تهرانی‌فر، ۱۳۸۹. تأثیر قطر قلمه و تیمارهای مختلف ایندول بوتیریک اسید بر شاخص‌های رشدی قلمه‌های صنوبر گونهٔ *Populus deltoids*، پنجمین همایش ملی ایده‌های نو در کشاورزی، دانشکدهٔ کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، ۲۷ تا ۲۸ بهمن، ۴ ص.

میرسلیمانی، عباس و مجید راحمی، ۱۳۸۶. اثرهای دو نوع اکسین مصنوعی بر ریشه‌زایی قلمه‌های چوب سخت دورگهٔ هلو × بادام در شرایط فضای آزاد، پژوهش و سازندگی در باغبانی، ۲۰(۳): ۹۶-۸۹.

هاشم‌آبادی، داوود و شهرام صداقت‌حور، ۱۳۸۵. بررسی اثر ایندول بوتیریک اسید و نفتالین استیک اسید بر ریشه‌زایی قلمه‌های درختچهٔ زینتی کاملیا (*Cmellia japonica* L.)، مجلهٔ دانش نوین کشاورزی، ۲(۵):۷۶-۶۹.

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, 1 pp.

Amissha, J.N. & N. Bassuk, 2009. Cutting Back Stock Plants Promotes Adventitious Rooting of Stems of *Quercus bicolor* and *Quercus macrocarpa*, *Journal of Environmental Horticulture*, 27(3): 159-165.

Cortizo, S., D. Sesar & V. Mema, 2004. Rooting of unional cuttings of Populus spp in greenhouse: 19. In: Carle, J., (ed.), 22nd session of International Poplar Commision, Santhiago, Chile, 29 November-2 December, 187pp.

De Andres, E.F., J. Alegre, J.L. Tenorio, M. Manzanares, F.J. Sanchez & L. Ayerbe, 1999. Vegetative propagation of *Colutea arborscens* L. a multipurpose leguminous shrub of semiarid climates, *Agroforestry Systems*, 46: 113-121.

Desrochers, A. & B.R. Thomas, 2003. A comparison of pre-planting treatments on hardwood cuttings of four hybrid poplar clones, *New Forests*, 26: 17-32.

Dickmann, D.I. & K.W. Stuart, 1983. The culture of poplars in Eastern North America. Michigan State University, East Lansing, Mich., 168 pp.

Gonzales, E., F.A. Comin & E. Muller, 2009. Seed dispersal, germination and early seedling establishment of *Populus alba* L. under simulated water table declines in different substrates. *Trees*, 24(1): 151-163.

Hansen, E.A. & D.N. Tolsted, 1981. Effect of cutting diameter and stem or branch position on establishment of a difficult-to-root clone of a *Populusalba* hybrid, *Canadian Journal of Forest Research*, 11: 723-727.

Hansen, E.A., D.A. Netaer & D.N. Tolsted, 1993. Guidelines for establishing poplar plantations in the north-central U.S., Research Note NC-363, USDA Forest Service, North Central Forest Experiment Station.

Henry, P.H., F.A. Bzicu & L.E. Hjmnsiay, 1992. Vegetative propagation of Eastern redcedar by stem cuttings, *Horticultural Science*, 27: 1272- 1274.

Karakurt, H., R. Aslantas, G. Ozkan & M. Guleryuz, 2009. Effect of indol-3-butryc acid (IBA), plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and carbohydrates on rooting of hardwood cutting of MM106 apple rootstock, *African Journal of Agricultural research*, 4(2): 60-64.

Krinard, R.M. & W.K. Randall, 1979. Soaking aids survival of long, unrooted cottonwood cuttings, *Tree planter's Notes*, 30(3): 16-18.

Leakey, R.R.B., V.R. Chapman & K.A. Longman, 1982. Physiological studies for tropical tree improvement and conservation. Factors affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K. Schum, *Forest Ecology & Management*, 4(1): 53-66.

Pandy, D., R.P. Serivastava, S.P. Tripathi and R.S. Misra, 1981. Effect of some plant growth regulator, urea and their combinations on the growth of apple seedling, *Journal of Progressive Horticulture*, 13: 47-53.

Petersen, L.A. & H.M. Philips, 1976. Water soaking pretreatment improves rooting and early survival of hardwood cuttings of some *Populus* clones, *Tree planters Note*, 27: 12-22.

Ying, C.C. & W.T. Bagley, 1977. Variation in rooting capability of *Populus deltoid*s, *Silvae Genetica*, 25: 204-207.

Growth and production efficiency of one year old *Popolus caspica* Bornm. under different indole butyric acid volume and cutting diameter

P. Parhizkar[*1], F. Asadi[2], M. Khoshnevis[3], M. Teimouri[3], A. Yaghoubian[4] and B. Amanzadeh[5]
[1]Ph.D. Graduat, Department of Agriculture and Natural Resources, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, I. R. Iran
[2]Assistant prof., Research Center of Agriculture and Natural Resources, Mazindaran, I. R. Iran
[3]Member of scientific board, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I. R. Iran
[4]Scientific Experts, Medicinal Plant and Drugs Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, I. R. Iran
[5]Member of scientific board, Research Center of Agriculture and Natural Resources, Guilan, I. R. Iran
(Received: 18 September 2012, Accepted: 30 December 2012)

Abstract
Natural regeneration of *Popolus caspica* has serious problem in Caspian region of Iran. In this research, characteristics of *P. caspica*'s saplings were evaluated using hormone and different diameter of cutting treatments. Annual cutting ranging from 18 to 20 centimeters in three diameter classes (5, 10, 15 millimeters) were used. Also (IBA) Hormone has been prepared in 5 volumes (Control, 1250, 2500, 5000 and 7500 ppm). This study was carried as randomized completely blokes design in Shalman station, Guilan, north of Iran. Results showed that 10 millimeter cutting is the best one for asexual reproduction of *Popolus caspica* Bornm. Using up to 2500 ppm Indole Butyric Acid volume is appropriate only for 5 diameter cutting. Other sizes of cuttings or hormone volumes are not appropriate.

Key words: IBA, Asexual propagation, *Popolus caspica*, Cutting diameter, Hormone.

[*]Corresponding author Tel: +98 214 4580282 Email: parhizkar@rifr-ac.ir