

احمد همتی^{۱*}، علیرضا مدیر رحمتی^۲، رفعت‌اله قاسمی^۳ و فرهاد اسدی^۴

*۱- نویسنده مسئول، مربی پژوهشیار، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۲- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: modirrahmati@rif-ac.ir

۳- مربی پژوهشیار، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

۴- استادیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

تاریخ دریافت: ۸۷/۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۸۷/۸/۶

چکیده

مرحله اول اجرای این تحقیق تهیه نهال از بذرهایی بود که به‌طور طبیعی از پایه مادری کلن *P. deltoides* 69/55 بدست آمده بودند که یک رقم پرمحصول و سازگار برای استانهای گیلان و مازندران می‌باشد. از میان تعداد زیادی نهال دورگ، ۲۵۴ اصله نهال انتخاب و در خزانه تحقیقاتی پس از سه سال بررسی و آزمایش، ۱۰ کلن دورگ برتر این مجموعه برای آزمایش‌های بعدی تعیین و به آنها شماره‌های ۶۳/۱ تا ۶۳/۱۰ داده شد. معیار انتخاب این کلن‌ها رشد ارتفاعی، قطری و مقاوم بودن به آفات بود. در مرحله دوم، بررسی‌های نهایی و انتخاب ارقام پرمحصول در مقایسه با رقم معرفی شده پایه مادری (*P. deltoides* 69/55) در ایستگاه‌های تحقیقات البرز کرج، گیلان، کرمانشاه، چهارمحال و بختیاری و کردستان به اجرا درآمد. از سال ۱۳۷۷ از کلن‌های *P.d.* 63/1 تا *P.d.* 63/10 به تعداد کافی قلمه تهیه و در خزانه تحقیقاتی کرج کشت شد. در پایان سال ۱۳۷۸ از بین تعداد زیادی نهال از هر کلن تعداد ۷۵ اصله نهال که از نظر ارتفاع تقریباً یکنواخت بودند انتخاب و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار و با فاصله ۴×۴ متر همراه با کلن شاهد *P. deltoides* 69/55 کاشته شدند. اندازه‌گیری‌های رشد ارتفاعی تا دقت سانتی‌متر و قطری تا دقت میلی‌متر همه ساله پس از پایان دوره رویش سالیانه انجام شده و نیز جنسیت (نر و ماده بودن) کلن‌ها مشخص و مدت زمان دوره رویش سالیانه هم با شرایط آب و هوایی منطقه تعیین گردید. تحلیل داده‌ها براساس تجزیه واریانس دوطرفه و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. نتایج بررسی‌ها نشان داد که از بین ۱۰ کلن دورگ، چهار کلن پایه نر بوده و ۵ کلن پایه ماده، در حالی که یک کلن تا پایان دوره تحقیق گل نداد. نتایج تجزیه واریانس رویش متوسط حجمی، اختلاف معنی‌داری را در سطح ۵٪ میان کلن‌های دورگ نشان داد. همچنین نتایج آزمون مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از میان ۱۰ کلن دورگ، کلن شماره *P. deltoides* 63/1 با ۲۳/۹ مترمکعب در هکتار و در سال بیشترین و کلن *P. deltoides* 63/6 با ۹/۱۷ مترمکعب در هکتار و در سال کمترین تولید حجمی را داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، دورگ طبیعی، تولید چوب، فنولوژی، کرج.

مقدمه

میلاادی به اروپا وارد شد. دورگ‌های مختلفی که از تلقیح گونه *P. nigra* (بومی اروپا) با گونه *P. deltoides* (بومی آمریکا) چه به‌صورت طبیعی و چه به‌طریق مصنوعی، به‌نام دورگ‌های اورامریکن بوجود آمده‌اند، اغلب ارزشی به‌مراتب بیش از والدینشان داشته‌اند؛ بنابراین کاشت آنها

اصلاح نژاد از طریق دورگ‌گیری و ایجاد جهش در جنس صنوبر (*Populus*) خواه از طریق طبیعی و یا به طریق مصنوعی قدمتی بیش از ۳۰۰ سال دارد. گونه صنوبر امریکایی *P. deltoides* در حدود سال ۱۷۰۰

را نشان داده است که سه کلن آن به نام‌های *P.d. 69/55*، *P.d. 77/51* و *P.e. I-214* به‌عنوان ارقام برتر و پرمحصول معرفی شده و هم‌اکنون در سطح وسیع در صنوبرکاری‌های استان‌های گیلان و مازندران کاشته می‌شوند (لطفیان، ۱۳۶۴).

طی سالهای ۱۳۵۶ تا پایان سال ۱۳۶۴ در اراضی شرکت سهامی جنگل شفارود در غرب گیلان تعداد ۱۵ کلن از دلتوئیدس و دورگه‌های اروپایی مورد بررسی قرار گرفته است که کلن‌های *P.d. 69/55* و *P.e. I-214* با بیشترین تولید سالیانه در گروه اول قرار گرفته‌اند (قرآنی، ۱۳۶۷).

در ایستگاه تحقیقات خوشامیان واقع در غرب استان مازندران در سالهای ۱۳۴۹ تا ۱۳۶۳ تعداد ۱۰ کلن از صنوبرهای دورگه (اورامریکن) و دلتوئیدس با فاصله کاشت ۴×۴ متر مورد بررسی قرار گرفتند. کلن‌های *P.e. 488* و *P.e. I-214* بعد از ۱۴ سال به‌ترتیب ۲۵/۶ و ۲۵/۱ مترمکعب در هکتار و در سال، تولید داشته‌اند (ضیایی ضیابری و گرجی بحری، ۱۳۷۵).

در اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب استان کرمانشاه تعداد ۹ کلن از گروه صنوبرهای دورگ اورامریکن برای مدت ۷ سال (۱۳۷۲ تا ۱۳۷۸) مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در فاصله کاشت ۴×۴ متر دو کلن دورگ صنوبر *P.e. I-214* و *P.e. 455* به‌ترتیب با ۲۷ و ۲۵/۸ مترمکعب در هکتار و در سال جزء ارقام پرمحصول معرفی شده‌اند (همتی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۱).

در تحقیق دیگری در ایستگاه تحقیقات مهرگان کرمانشاه ۹ کلن دورگ اورامریکن و یک کلن دلتوئیدس در یک خاک حاصل‌خیز مورد مطالعه قرار گرفتند. نتایج نشان داده است که کلن‌های *P.d. 7751*، *P.e. 561/41*، *P.e. 455*، *P.e. 92/4* و *P.e. I-214* بین ۲۷ تا ۳۹ مترمکعب در هکتار و در سال تولید داشته‌اند و به‌عنوان ارقام پرمحصول برای استان معرفی شده‌اند (نوری و همکاران، ۱۳۸۵).

در سطوح تجاری برای تولید چوب بیش از پیش اهمیت یافته و امروزه در بیشتر صنوبرکاری‌های انجام شده در اروپا و مناطق معتدله از جمله ایران از این دورگ‌های اورامریکن استفاده می‌شود. مانند کلن *Populus euramericana I-214* که دورگی است که در ایتالیا تهیه شده و علاوه بر رشد زیادی که دارد در محیط‌های نسبتاً نامساعد نیز مقاوم است. کلن *P.x.e. I-154* اولین دورگی است که در ایتالیا توسط مؤسسه تحقیقات صنوبر کازال مونفاتو تهیه و توزیع گردیده و بیشتر در مناطق گرم و خشک بومی می‌شود و در ایتالیا و امریکای جنوبی به‌ویژه آرژانتین و شیلی اهمیت اقتصادی زیادی دارد. کلن *P.x.e. I-455* را به‌دلیل داشتن تاج نیمه‌گسترده بیشتر در حاشیه اراضی زراعی می‌کارند و نیاز آنها به خاکهای خوب نسبتاً کم و در مقابل بیماری‌های مهمی که به صنوبرهای ایتالیا حمله می‌کنند مقاوم است (میردامادی، ۱۳۴۸).

حضور صنوبرهای متعلق به دو گونه در کنار هم یعنی پایه‌های نر از *P.nigra* و پایه‌های ماده از *P.deltoides* در حوضه‌های آبخیز فرانسه، هیبرید شدن آنها را در پی داشته است. صنوبرهای *P.regenerata*، *P.serotina*، *P.tardif* و *P.virginie* حاصل این فرایند طبیعی هستند. این صنوبرها پیش از دیگر گونه‌ها توجه کشاورزان را به‌خود جلب کرده است، به‌طوری که برای صنوبرکاری بیشتر از این کلن‌ها استفاده می‌شود. هم‌اکنون ایستگاه‌های پژوهشی صنوبر، والدین انتخاب شده را در کنار هم می‌کارند یا بذرها را از پایه‌های ماده دلتوئیدس واقع در نزدیکی پایه‌های وحشی از *P.nigra* جمع‌آوری می‌کنند تا به هیبریدهای عالی‌تری دسترسی پیدا کنند. کولتیوارهای *I-214* و *Luisa aranzo I-45/51* در ایتالیا، *Dorskamp* و *Flevo* در هلند و همچنین *Ghoy* در بلژیک حاصل این پژوهش‌ها هستند (امانی، ۱۳۸۶).

در ایستگاه صنوبر صفراسته، نتایج طرح کلکسیون پایه مادری پس از ۱۷ سال بررسی، تعداد ۱۵ کلن با رویش حجمی سالیانه بیش از ۲۵ مترمکعب در هکتار و در سال

خارجی صنوبر می‌باشد که تاکنون چندین کلن سازگار و پرمحصول را به صنوبرکاران منطقه و سازمان‌های اجرایی معرفی نموده است. در این ایستگاه به دلیل تلاقی‌های متعددی که بین ارقام مختلف خارجی به صورت طبیعی صورت گرفته است و نیز به علت عرصه و بستر بسیار مناسبی که برای رویش بذره‌های تولیدی وجود دارد، نهال‌های هیبرید شده زیادی که والد مادری آنها کلن *P. deltoides* 69/55 و والد پدری آنها یکی از کلن‌های *P. euramericana* بوده، بوجود آمده است. بنابراین پژوهش بر روی این نهال‌های هیبرید شده با هدف دانستن این که آیا نهال‌های تولید شده هیبرید می‌باشند یا خیر و نیز کدام کلن هیبرید شده بیشترین تولید را دارد و آیا این هیبریدها از نظر رویش با رقم شاهد مادری اختلاف دارند، ضروری به نظر می‌رسد.

مواد و روشها

مشخصات محل اجرای تحقیق

این بررسی در اراضی ایستگاه تحقیقات البرز کرج با ارتفاع از سطح دریا ۱۳۰۰ متر و میانگین بارندگی سالانه ۲۵۰ میلی‌متر انجام شد. میانگین درجه حرارت منطقه ۱۳/۷ سانتی‌گراد و حداقل و حداکثر مطلق دما برابر ۲۱/۷- و ۴۱ درجه سانتی‌گراد ثبت شده است. اراضی ایستگاه از رسوبات آبرفتی با عمق متوسط ۷۰ سانتی‌متر تشکیل شده و اسیدیته (pH) خاک برابر ۸/۱۶ می‌باشد. بافت خاک از لوم تا لوم- سنی متغیر است.

مواد مورد استفاده

برای این بررسی ۱۰ کلن دورگ طبیعی از میان ۲۵۴ نهال پس از سه سال از خزانه سلکسیون شده ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته و یک کلن شاهد *P.d. 69/55* انتخاب شدند (جدول ۱).

در شرایط آب و هوایی کرج از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۹ تعدادی از کلن‌های دورگ *P. euramericana* و *P. deltoides* مورد بررسی قرار گرفته‌اند که متوسط رویش حجمی سالانه کلن‌های *P.e. I-214*، *P.e. vernirubensis* و *P.d. 69/55* به ترتیب ۲۷/۴، ۲۲/۶ و ۱۷/۵ مترمکعب در هکتار و در سال بوده است (قاسمی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۳).

در استان کردستان از سال ۱۳۸۰ طرح سازگاری با ۵ کلن دورگ طبیعی و سه کلن دلتوئیدس و یک دورگ قدیمی صنوبر در یک رویشگاه حاصل‌خیز مورد بررسی و تحقیق قرار گرفت که نتایج مقدماتی ۵ ساله نشان می‌دهد که کلن‌های شماره *P.d. 63/2*، *P.d. 63/1* و *P.e. 561/41* با متوسط رویش حجمی ۲۵/۲، ۱۹ و ۱۹/۴ مترمکعب در هکتار و در سال بیشترین میزان تولید را داشته و سایر کلن‌ها از تولیدی بین ۱۲ تا ۱۴ مترمکعب در هکتار و در سال برخوردار بوده‌اند (یوسفی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۶).

در کشور ترکیه میزان تولید ۲۶ کلن صنوبر *P. deltoides* در یک دوره ۱۲ ساله مورد بررسی قرار گرفت. نتایج این بررسی نشان داد که کلن‌های با مبدأ جنوب آمریکا بین ۲۵ تا ۴۵ مترمکعب در هکتار و در سال تولید داشته‌اند. براساس این نتایج عملیات دورگ‌گیری بین *P. deltoides* و *P. nigra* انجام شد، به طوری که حدود ۵۰۰ هیبرید از این لقاح بدست آمد (Korhan, 2000).

طی سالهای ۱۹۵۸ تا ۱۹۶۸ تعداد ۱۰ رقم از کلن‌ها و کولتیوارهای صنوبر در کشور یوگسلاوی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفتند که کلن‌های *P.e. 45/51*، *P.e. 154* و *P.e. robusta* با تولید ۲۳ تا ۲۴ مترمکعب در هکتار و در سال از بیشترین میزان رویش برخوردار بودند (Markovic & Herpka, 1981).

ایستگاه تحقیقات صنوبر صفرابسته در استان گیلان یکی از مراکز مهم بررسی‌های تحقیقاتی بر روی ارقام

جدول ۱ اسامی کامل کلن‌های مختلف صنوبر بررسی شده

نام کلن دورگ	والدین	مبدأ قلمه‌ها
63/1	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/2	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/3	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/4	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/5	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/6	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/7	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/8	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/9	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
63/10	<i>P.deltoides</i> 69/55 × <i>P.euramericana</i> ?	گیلان (صفرابسته)
کلن شاهد	<i>P.deltoides</i> Marsh 69/55	آمریکا- ایتالیا

؟: پایه پدری نامشخص است

تکرار شد. میانگین اندازه‌گیری‌های رشد ارتفاعی و قطری همه‌ساله محاسبه و در پایان دوره هشت‌ساله تحقیق با داشتن دو عامل میانگین‌های قطر برابر سینه و ارتفاع درختان، تولید در هکتار و در سال کلن‌ها تعیین و با استفاده از نرم‌افزار SAS نسبت به تجزیه و تحلیل واریانس حجمی کلن‌ها و مقایسه آنها با کلن شاهد اقدام شد. برای آزمون مقایسه میانگین‌ها از روش LSD در سطح ۰.۵٪ استفاده شد.

برای بدست آوردن حجم هر درخت با در دست داشتن میانگین‌های قطر و ارتفاع درختان برحسب متر و با استفاده از رابطه (۱)، حجم کل در واحد سطح با حاصل ضرب میانگین حجم یک درخت در تعداد درختان در یک هکتار بدست آمد. سپس با تقسیم حجم کل بر سن درخت، متوسط حجم در هکتار و در سال (رویش متوسط حجمی) کلن‌ها محاسبه شد. در طول آزمایش مشخصات فنولوژی کلن‌ها ثبت و نوع جنسیت آنها نیز مشخص گردید.

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 hf \quad \text{رابطه (۱)}$$

روش تحقیق

در این بررسی از هر کلن دورگ طبیعی در اوایل فروردین‌ماه ۱۳۷۸، تعداد ۲۰۰ قلمه ساده تهیه و در زمینی که قبلاً آماده شده بود، کشت گردید. در اواخر اسفندماه ۱۳۷۸ از بین نهال‌های تولید شده، ۷۵ اصله نهال صنوبر با ریشه و ساقه یک‌ساله که همگی یک اندازه بودند انتخاب و مطابق نقشه طرح به فاصله ۴×۴ متر در سه تکرار به‌طوری که در هر تکرار ۲۵ اصله نهال قرار گیرد به‌صورت مربع (گروهی ۵×۵) کاشته شدند. به‌منظور حذف اثرات حاشیه‌ای و رقابت کلن‌ها، آماربرداری‌های مورد نیاز فقط از ۹ اصله نهال میانی انجام گردیده است. عملیات داشت شامل آبیاری هفته‌ای یکبار، وجین علف‌های هرز بین درختان به دفعات مورد نیاز و هرس درختان از سال چهارم تا هفتم انجام شد.

بعد از کاشت نهال اولین اندازه‌گیری‌های قطر برابر سینه تا دقت میلی‌متر با نوار قطر سنج و ارتفاع نهال‌ها با دستگاه بلوم‌لایس تا دقت سانتی‌متر انجام شد و سپس همه ساله پس از پایان دوره رویش این اندازه‌گیری‌ها

آبان‌ماه ثبت شد و خزان کامل برگها از ۸ تا ۳۲ روز با توجه به نوع کلن‌ها متفاوت بود. در سال ۱۳۸۳ باز شدن برگها در کلیه ارقام دورگه از هفته سوم و چهارم فروردین‌ماه شروع شد و زمان لازم برای کامل شدن آنها ۴ تا ۸ روز بود. شروع خزان نیمه اول آبان‌ماه ثبت شد و خزان کامل برگها تا هفته دوم آذرماه به طول انجامید.

شروع اولین شوک سرما، معمولاً بین ۵ تا ۱۰ درجه سانتی‌گراد، در شرایط آب و هوایی کرج می‌باشد. بنابراین لازم است درجه حرارت به کمتر از ۱۰ درجه سانتی‌گراد برسد تا برگها شروع به زرد شدن کنند. در هفته اول آذرماه که درجه حرارت به دو تا سه درجه بالای صفر و شب‌ها هم به چند درجه زیر صفر می‌رسد، خزان کامل صورت می‌گیرد. بنابراین، با توجه به وضعیت شروع سرما فاصله بین شروع رویش تا خزان حدود ۶ تا ۷ ماه طول می‌کشد.

نتایج رویش قطری

نتایج اندازه‌گیری‌های قطر برابرسینه در مدت هشت سال پس از کاشت در جدول ۲ ارائه شده است. از میان ۱۰ کلن دورگ، کلن *P.d. 63/10* با میانگین قطر برابرسینه ۲۰/۶ سانتی‌متر حداکثر رشد قطری را داشته و کمترین قطر را کلن *P.d. 63/6* با ۱۴/۸ سانتی‌متر دارا بوده است. ضمناً کلن شماره *P.d. 63/10* طی این مدت نسبت به کلن شاهد، ۳ سانتی‌متر افزایش قطر داشته است. متوسط رویش سالیانه قطر برابرسینه ۵ کلن بیشتر از ۲ سانتی‌متر بوده و پنج کلن دیگر از ۱/۶۶ تا ۱/۹ سانتی‌متر متوسط رویش سالیانه داشته‌اند که کمترین آنها مربوط به کلن *P.d. 63/6* می‌باشد.

$V =$ حجم به متر مکعب، $D =$ قطر در محل برابرسینه به متر، $H =$ ارتفاع از بن تا نوک درخت به متر و $F =$ ضریب شکل درخت که در محاسبات عدد ۰/۵ منظور گردیده است.

نتایج

با توجه به آماربرداری‌های انجام شده از نظر تعیین جنسیت دورگ‌ها، رویش قطری و ارتفاعی و تولید در هکتار و در سال کلن‌ها و مقایسه آنها با تولید در هکتار کلن شاهد، نتایج زیر بدست آمد:

نتایج فنولوژی

اولین دورگی که به مرحله گلدهی رسید، کلن *P.d. 63/6* بود که ۵ سال بعد از کاشت، جوانه‌های گل در آن ظاهر گردید و مشخص شد که پایه ماده می‌باشد. از سالهای ششم تا هشتم سایر کلن‌ها به گلدهی رسیدند. از بین ۱۰ کلن مورد بررسی جنسیت کلن‌های *P.d. 63/8*، *P.d. 63/7*، *P.d. 63/3* و *P.d. 63/1* نر بوده و کلن‌های *P.d. 63/10*، *P.d. 63/9*، *P.d. 63/6* و *P.d. 63/5* به‌عنوان پایه‌های ماده ثبت شدند. جنسیت کلن *P.d. 63/4* به دلیل عدم گلدهی هنوز مشخص نشده است. یادداشت‌برداری‌های فنولوژی چند دوره رویش نشان می‌دهد که شروع باز شدن برگ کلن‌ها و خزان آنها بستگی به سرمای دیررس در فروردین‌ماه و سرمای زودرس در پاییز دارد. در سال ۱۳۸۱ با توجه به شرایط اقلیمی مساعد، بیشتر کلن‌ها در نیمه اول فروردین‌ماه شروع به باز شدن نموده و حدود ۷ تا ۱۴ روز باز شدن کامل برگها به طول انجامید. زمان شروع خزان درختان نیز در نیمه اول

جدول ۲- میانگین قطر کلن‌ها برحسب سانی متر در طول سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۶

جنسیت کلن‌ها	متوسط رویش قطری سالیانه (سانی متر)	سالها										کلن
		۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۹	۱۳۷۸		
♂	۲/۱	۱۸	۱۵/۶	۱۴/۴	۱۳/۵	۱۰/۲	۸/۱	۴/۵	۲/۳	۱/۲	63/1	
?	۱/۸	۱۶	۱۳/۵	۱۲/۴	۱۰/۵	۷/۸	۶/۲	۳/۵	۲/۲	۱/۶	63/2	
♂	۱/۹	۱۶/۸	۱۴/۴	۱۳/۳	۱۱/۷	۹/۳	۷/۵	۴/۷	۲/۷	۱/۴	63/3	
♀	۱/۸	۱۶	۱۳/۵	۱۲/۲	۹/۸	۷/۳	۴/۸	۳/۶	۲/۸	۱/۳	63/4	
♀	۱/۸	۱۵/۸	۱۲/۵	۱۱/۵	۹/۷	۶/۶	۴/۹	۲/۹	۱/۷	۱	63/5	
♀	۱/۷	۱۴/۸	۱۲/۷	۱۱/۲	۱۰/۶	۸	۶/۷	۲/۵	۱/۶	۱/۵	63/6	
♂	۲/۲	۱۹/۳	۱۷/۶	۱۵/۴	۱۳/۵	۱۰	۸/۲	۵/۲	۲/۳	۱/۵	63/7	
♂	۲/۱	۱۸/۵	۱۶/۴	۱۵/۱	۱۲/۶	۹/۵	۷/۴	۴/۶	۲/۳	۱/۴	63/8	
♀	۲/۲	۱۸/۹	۱۴/۵	۱۴/۱	۱۱/۶	۸/۴	۶/۵	۳/۷	۲	۱/۲	63/9	
♀	۲/۴	۲۰/۶	۱۶/۵	۱۵/۵	۱۳/۲	۹/۷	۷/۳	۴/۵	۲/۵	۱/۳	63/10	
♀	۲	۱۷/۶	۱۵/۵	۱۴/۳	۱۱/۹	۸/۹	۶/۶	۳/۸	۲/۳	۱/۲	کلن شاهد P.d. 69/55	

63/10 با متوسط رشد سالیانه ۱/۹ متر و کمترین آن را کلن‌های P.d. 63/2 و P.d. 63/6 با متوسط رشد سالیانه یک متر داشته‌اند.

نتایج رویش ارتفاعی

نتایج میانگین رشد ارتفاعی کلن‌های تحت آزمایش در یک دوره هشت ساله (جدول ۳) نشان می‌دهد که حداکثر رشد ارتفاعی در پایان دوره آزمایش را کلن شماره P.d.

جدول ۳- میانگین ارتفاع کلن‌ها بر حسب متر در طول سالهای ۱۳۷۸ تا ۱۳۸۶

متوسط رویش ارتفاعی سالیانه (متر)	سالها										کلن
	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰	۱۳۷۹	۱۳۷۸		
۱/۳۷	۱۳/۶	۱۳/۵	۱۳	۱۰/۷	۸/۹	۶/۵	۴/۳	۳/۱	۲/۶	63/1	
۱/۰۷	۱۱/۶	۱۱	۹/۳	۸/۶	۶/۶	۵/۵	۳/۶	۳/۲	۳	63/2	
۱/۵۲	۱۴/۸	۱۴	۱۱/۹	۱۰/۳	۸/۲	۷	۴/۶	۳/۳	۲/۶	63/3	
۱/۳۷	۱۳	۱۳/۴	۱۱	۸/۳	۶/۲	۴/۸	۳/۳	۲/۹	۲/۸	63/4	
۱/۵۰	۱۴/۴	۱۳/۵	۱۲	۸/۸	۶/۴	۴/۷	۳/۲	۲/۶	۲/۳	63/5	
۱/۱۲	۱۲	۱۱/۵	۱۰/۶	۸/۹	۷	۵/۹	۴/۶	۳/۵	۳	63/6	
۱/۷۲	۱۶/۶	۱۵/۹	۱۳/۲	۱۱	۸/۲	۶/۹	۴/۸	۳/۱	۲/۸	63/7	
۱/۵۳	۱۵	۱۴/۴	۱۲/۲	۹/۸	۷/۹	۶/۴	۴/۴	۳/۲	۲/۷	63/8	
۱/۴۸	۱۴/۴	۱۴/۶	۱۲/۵	۱۰/۲	۷/۲	۵/۶	۳/۸	۲/۸	۲/۵	63/9	
۱/۹۰	۱۷/۶	۱۶/۶	۱۳/۸	۱۱/۲	۸/۶	۷/۴	۴/۴	۳/۱	۲/۶	63/10	
۱/۴۰	۱۶	۱۴/۵	۱۲/۹	۱۰/۶	۸/۷	۶/۶	۴/۴	۳/۲	۲/۷	کلن شاهد P.d. 69/55	

نتایج رویش حجمی

که نتایج آن در جدول ۴ ارائه شده است.

در پایان سال هشتم، رویش متوسط حجمی کلن‌ها مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت

جدول ۴- تجزیه واریانس رویش متوسط حجمی دورگه‌های طبیعی صنوبر

منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	معنی داری
بلوک	۲	۷۲۶/۶۴	۳۶۳/۳۲	۱۲/۱۶	** ۰/۰۰۰۴
کلن	۱۰	۶۲۰/۹۵	۶۲/۰۹	۲/۰۸	* ۰/۰۵۱
خطا	۲۰	۵۹۷/۵۱			
مجموع	۳۲	۱۹۴۵/۱۰			

*: معنی دار در سطح ۰/۵، **: معنی دار در سطح ۰/۱

دورگ *P.d. 63/8* در گروه دوم و چهار کلن دیگر *P.d. 63/4*، *P.d. 63/5*، *P.d. 63/3*، *P.d. 63/1* و *P.d. 63/9* که شرایط رویشی نسبتاً مشابهی دارند و از نظر آماری اختلاف معنی داری بین آنها وجود ندارد در گروه سوم قرار گرفته‌اند. دو کلن *P.d. 63/2* و *P.d. 63/6* کمترین رویش متوسط حجمی را داشته و در گروه چهارم و در آخر جدول واقع شده‌اند (جدول ۵).

همان طوری که در جدول ۴ مشاهده می‌گردد، بلوک‌ها اختلاف معنی داری در سطح ۰/۱ داشته و میان کلن‌ها نیز اختلاف معنی داری در سطح ۰/۵ وجود دارد.

تفاوت رویش متوسط حجمی بین هر یک از کلن‌ها به روش LSD نشان می‌دهد که کلن شماره *P.d. 63/10* با ۲۴ مترمکعب بیشترین رویش متوسط حجمی را داشته و بعد از آن کلن *P.d. 63/7* با تولید ۱۹/۲ مترمکعب در هکتار و در سال قرار دارد. کلن شاهد *P.d. 69/55* و کلن

جدول ۵- گروه‌بندی متوسط رویش حجمی ارقام بررسی شده به روش LSD

دامنه تفاوت‌ها	میانگین تولید در هکتار و در سال به مترمکعب	کلن‌های دورگه طبیعی
A	۲۳/۹۶	63/10
AB	۱۹/۲	63/7
ABC	۱۷/۳۹	<i>P.d. 69/55</i>
ABC	۱۷/۲۳	63/8
BC	۱۴/۴	63/9
BC	۱۳/۵۸	63/1
BC	۱۳/۴۵	63/3
BC	۱۱/۰۸	63/5
BC	۱۱/۰۲	63/4
C	۹/۴۵	63/2
C	۹/۱۷	63/6

بحث

با توجه به جدول ۲ متوسط رویش قطری سالیانه کلن‌های *P.d. 63/10*، *P.d. 63/9*، *P.d. 63/8*، *P.d. 63/7* و *P.d. 63/1* و کلن شاهد *P.d. 69/55* بیش از ۲ سانتی‌متر و سایر کلن‌ها کمتر از ۲ سانتی‌متر بوده است. کلن شماره *P.d. 63/10* در پایان سال هشتم با میانگین قطری ۲۰/۶ سانتی‌متر در مقایسه با کلن شاهد که ۱۷/۶ سانتی‌متر بوده، به مقدار ۳ سانتی‌متر از نظر میانگین قطری اختلاف رویش دارد.

معمولاً در دو سال اولیه پس از کاشت، رویش قطری سالیانه نهال‌های صنوبر بسیار کند است و در واقع بیشتر انرژی گیاه صرف توسعه ریشه‌ها و استقرار نهال در عرصه می‌گردد. در سالهای بعد رویش قطری با انجام عملیات داشت و آبیاری‌های منظم افزایش می‌یابد، به طوری که جهشی در متوسط رویش قطری سالانه برای بیشتر کلن‌ها مشاهده می‌شود. بین سالهای ششم و هفتم با نامنظم شدن آبیاری، به دلایل مختلف متوسط رویش قطری ارقام کاهش یافته و بعد در سال هشتم با برطرف کردن موانع، افزایش قطری نسبتاً خوبی در رویش حاصل شده است. اصولاً صنوبرهای خارجی از ارقام پرنیاز به‌ویژه در مصرف آب و املاح و اکسیژن هستند، به طوری که با ایجاد کمترین بی‌نظمی در آبیاری، دچار تنش شده و در همان سال با زرد شدن برگ‌ها و خزان زودهنگام واکنش نشان می‌دهند که کاهش رویش قطری و ارتفاعی را در بر خواهد داشت. متوسط میانگین رشد ارتفاعی در سال پایانی تحقیق نشان می‌دهد که کلن‌های *P.d. 63/10* و *P.d. 63/7* و کلن شاهد بین ۱۶/۶ تا ۱۷/۵ متر رشد ارتفاعی داشته و سایر کلن‌ها نیز از ارتفاعی بین ۱۱/۶ تا ۱۵ متر برخوردار بوده‌اند. این کلن‌ها در سالهای بعد رشد ارتفاعی تقریباً مشابهی داشته، ولی در سالهای ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ این روند کند شده، به‌عکس رویش قطری سالیانه بیشتر ارقام در همین سالها افزایش داشته است. در مجموع ارزیابی میانگین‌های رشد ارتفاعی دورگ‌ها در مدت تحقیق در

مقایسه با ایستگاه تحقیقات کرمانشاه قابل قیاس نبوده و کمتر از آن می‌باشد. به طوری که کلن‌های دورگ *P.e. 488* و *P.e. I-214* به ترتیب تولیدی برابر ۳۹ و ۳۶ مترمکعب در هکتار و در سال داشته‌اند (نوری و همکاران، ۱۳۸۵). البته شاید صحیح نباشد که تولید ارقام یادشده با ارقام دورگ‌های طبیعی جدید در شرایط خاکی متوسط ایستگاه کرج مقایسه شود، بنابراین لازم است تا مقایسه تولید در هکتار دورگ‌های جدید با ارقام دورگ‌های قدیمی خارجی که قبلاً نتیجه آنها در کرج ارائه شده انجام شود.

با توجه به نتایج طرح سازگاری ارقام خارجی و به استناد آزمونهای تحقیقاتی نتایج ده‌ساله از بین ۷ کلن دورگ به‌جز کلن دورگ *P.x.e. vernirubensis* که تولید آن ۲۷/۴ مترمکعب بوده، سایر کلن‌ها رویش متوسطی بین ۲۰/۵ تا ۲۲/۵ مترمکعب در هکتار و در سال داشته‌اند (قاسمی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۳). از بین ۱۰ کلن دورگ طبیعی جدید در پایان سال هشتم، آزمایش کلن شماره *P.d. 63/10* با حدود ۲۴ مترمکعب در هکتار و در سال رویش بیشترین متوسط حجمی (تولید) را نسبت به دورگ‌های قدیمی (حدود ۳/۵ مترمکعب کمتر) داشته و با کلن دورگ قدیمی *P.e. 214* (۲/۵ مترمکعب تولید بیشتر) قابل مقایسه می‌باشد.

باید توجه داشت که نتایج حاصل از این دو سال کمتر از نتایج تحقیق قدیمی بوده است، به‌عبارت دیگر هنوز فرصت افزایش تولید برای ارقام جدید وجود دارد. از طرف دیگر اندازه‌گیری‌های رشد قطری در سال هشتم نسبت به سالهای قبل نشان می‌دهد که با عملیات داشت خوب، به‌ویژه تناوب آبیاری می‌توان در چند سال آخر چوب بیشتری تولید کرد. چنانچه در نظر باشد که از این دورگ‌ها در سطح وسیعتر برای زراعت چوب در شرایط آب و هوایی کرج استفاده شود، بایستی ترکیبی از کلن‌های قدیمی و جدید همزمان مورد کاشت قرار گیرند. این کلن‌ها شامل: *P.x.e. I-214*، *P.x.e. vernirubensis* و

- انتشارات شرکت سفارود، فصلنامه جنگل، شماره ۱۰، ۵۱ صفحه.
- لطفیان، ح.، ۱۳۶۴. گزارش نهایی طرحهای تحقیقاتی صنوبر. مجموعه مقالات سمینار اهمیت صنوبر، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، نشریه شماره ۴۵: ۱۱۷-۵۰.
- میردامادی، ا.، ۱۳۴۸. خزانه‌های آزمایشی صنوبر. انتشارات سازمان جنگلها و مراتع، ۱۴۰ صفحه.
- نوری، ف.، مدیر رحمتی، ع. و همتی، ا.، ۱۳۸۵. بررسی سازگاری نهائی ۱۸ کلن صنوبر تاج باز در ایستگاه مهرگان و اسلام‌آباد غرب به‌منظور معرفی بهترین آنها. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴ (۳): ۱۹۲-۱۷۹.
- همتی، ا. و مدیر رحمتی، ع.، ۱۳۸۱. گزارش بررسی سازگاری و میزان تولید چوب ارقام مختلف صنوبر در اراضی شرکت صنایع کاغذ غرب (کرمانشاه). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۸: ۸۶-۵۹.
- یوسفی، ب. و مدیر رحمتی، ع.، ۱۳۸۶. آزمایش سازگاری ارقام تاج‌باز صنوبر جهت معرفی مناسب‌ترین آنها به بخش اجرا در سندج (مرحله اول). تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۳): ۲۶۷-۲۵۳.
- Korhan, T., 2000. Sustainable development of poplar genetic sources in Turkey. 21st session of the international poplar commission, 181 p.
- Markovic, J. and Herpka, I., 1986. Poplars and Willows in Yugoslavia. Poplar research institute, Novi Sad Yugoslavia, 295 p.

P.d. 69/55 × P.e. costanzo و کلن‌های جدید *P.e. 63/7* و *6310* می‌باشند. در پایان یادآوری می‌شود که در صنوبرکاری با ارقام خارجی به‌منظور زراعت چوب، بایستی از تک‌کشتی با یک کلن حتی خیلی پُرمحصول خودداری شود و ترجیحاً از مجموعه‌ای از ارقام برتر و سازگار استفاده شود.

منابع مورد استفاده

- امانی، م.، ۱۳۸۶. محیط‌های کشت صنوبر (شناخت، کاشت، داشت، برداشت و مصارف) (ترجمه). ناشر: راه سبحان، ۲۸۰ صفحه.
- ضیایی ضیابری، ف. و گرجی‌بحری، ی.، ۱۳۷۵. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی آزمایش فاصله‌ای ۱۰ کلن صنوبر دورگه اروپا امریکایی در ایستگاه تحقیقات خوشامیان (غرب مازندران- نوشهر). مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع. ۳۱ صفحه.
- قاسمی، ر. و مدیر رحمتی، ع.، ۱۳۸۳. آزمایش سازگاری و بررسی میزان تولید چوب کلن‌های مختلف صنوبر (تاج باز) در منطقه کرج. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۲): ۲۵۰-۲۲۱.
- قرآنی، م.، ۱۳۶۷. بررسی سازگاری میزان تولید ارقام مختلف صنوبر در اراضی شرکت سهامی جنگل سفارود گیلان.

Investigation on growth and yield of ten half-sib hybrid Poplar clones in Karadj

A. Hemati ^{1*}, A.R. Modir Rahmati ², R. Ghasemi ³ and F. Asadi ⁴

1* - Corresponding author, Senior research expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

2- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran. E-mail: modirrahmati@rifr-ac.ir

3- Senior research expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

4- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran.

Abstract

The research project consisted of two phases. At first phase, the required seedlings were propagated from seeds produced naturally on clonal material stock of *P.deltoides* 69.55, which is a fast growing clone for Guilan and Mazandaran provinces of Iran. Among the propagated seedlings, 254 individuals were selected and planted at a research nursery. After three years study and evaluation program, 10 samples from the nursery were selected for further trials and 10 numbers were allocated for the samples (*P.d. 63.1-P.d. 63.10*). Height and diameter growth and resistance to pests characteristics were used to select the samples. At the second phase, final investigation and selection of more productive clones in comparison to the material stock, was made at experimental Stations of Alborz (Karadj city), Guilan, Kermanshah, Chaharmahal va Bakhtiary and Kurdistan provinces. In 1998 cuttings were made as more as possible from clones of 63.1 to 63.10 and then planted at Karadj nursery. At the end of 1999, 75 rooted cuttings were selected from each clone (similar height) and planted under the statistical design of randomized complete blocks, with three replications, 4m×4m spacing. Besides, cuttings of *P.deltoides* 69.55 were planted as control treatment. The annual measurements consisted of determination of sexuality, height and diameter growth, annual increment and climate records. The statistical analysis was made, using SAS software. Results showed that among the 10 clones, four clones were male, five clones were female, one clone did not produce flower yet. *P.deltoides* 63.10 was the most productive clone (23.9 m³/ha/y) whereas the control clone (*P.deltoides* 69.55) produced about 17.4 m³/ha/y wood.

Key words: Poplar, half-sib hybrid, wood production, phenology, Karadj.