

حیدرعلی دانشورا* و علیرضا مدیر رحمتی^۲

*- نویسنده مسئول، مربی پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور. پست الکترونیک: daneshvar@rifr-ac.ir

^۲- دانشیار پژوهشی، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.

تاریخ دریافت: ۸۵/۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۸۶/۱/۱۱

چکیده

گونه‌های مختلف صنوبر به‌عنوان سریع‌الرشدترین درختان و یکی از منابع عظیم تولید چوب در نیمکره شمالی محسوب می‌شوند. تفاوت‌های آب و هوایی و جغرافیایی تأثیر بسزایی در رشد طولی و قطری صنوبرها دارد. صنوبرها به‌دلیل رشد سریع و دامنه اکولوژیکی وسیع خود و مصارف مختلف چوب، یکی از مناسب‌ترین درختان برای زراعت چوب و جایگزین مطمئن تأمین چوب می‌باشند. هدف از این بررسی مقایسه رشد طولی و قطری و حجمی چهارده کلن صنوبر به‌منظور انتخاب بهترین کلنهای صنوبر برای کاشت در استان اصفهان می‌باشد. این بررسی به‌مدت ۱۰ سال (۱۳۸۲-۱۳۷۲) در ایستگاه شهید فزوه و در یک خاک رسی - شنی با pH حدود ۸ انجام گردید. پنج کلن از *Populus euramericana* و چهارکلن از *P. deltoides* و سه کلن از *P. alba* و دو گونه *P. simonii* و *P. ciliata* انتخاب و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار، از نظر رشد طولی، قطری، حجمی و زنده‌مانی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که بیشترین زنده‌مانی را کلنهای *P. d. 69/55* و *P. a. nivea*، *P. deltoides 77/51* و *P. e. 45/51* و کمترین زنده‌مانی را *P. d. 69/55* داشته‌اند. در سال دهم بیشترین ارتفاع را کلنهای *P. e. I 214*، *P. d. 72/51* و *P. e. triplo* به‌ترتیب با ۱۸/۱، ۱۸ و ۱۸ متر و بیشترین قطر را کلنهای *P. e. I 214*، *P. e. 72/51* و *P. deltoides 72/51* به‌ترتیب با ۲۵/۶، ۲۵ / ۲ و ۲۴/۹ سانتیمتر و بیشترین حجم کل چوب را کلنهای *P. deltoides 72/51*، *P. e. I 214*، *P. e. vernirubensis* با ۲۵۵، ۲۵۰ و ۲۶۵ مترمکعب چوب در هکتار و کمترین حجم کل چوب را *P. simonii* و *P. a. nivea* داشته‌اند.

واژه‌های کلیدی: صنوبر، ارتفاع، قطر، حجم، سازگاری، اصفهان.

مقدمه

گونه‌ای درجنس صنوبر این امکان را فراهم کرده که بتوان بهترین ارقام را برای هر منطقه آب و هوایی انتخاب کرد. مقایسه ارقام صنوبر و انتخاب بهترین آنها برای هر منطقه از سالها قبل در کشورهای خارجی نظیر ایتالیا، آلمان، آمریکا و چین انجام شده‌است. در یوگسلاوی سه گونه صنوبر دلتوئیدس، نیگرا و اورامریکن از نظر قطر، ارتفاع، بیوماس، نرخ فتوسنتز و تعداد روزنه مورد بررسی قرار گرفتند. بیشترین نرخ فتوسنتز، سطح برگ، قطر و ارتفاع را به‌ترتیب دلتوئیدس، اورامریکن و نیگرا داشته است

صنوبرها گروه بزرگی از درختان خزان‌کننده با رشد سریع می‌باشند. پراکنش این جنس به‌طور عمده در آسیا، اروپا و آمریکای شمالی می‌باشد. به‌دلیل آسانی دورگ‌پذیری، تعدادگونه‌های طبیعی (خودرو) آن مشخص نیست. چوب صنوبرها در صنایع کبریت‌سازی، نئوپان (تخته خرده چوب)، فیبر، جعبه سازی همراه با چوب سوزنی‌برگان در صنایع کاغذسازی و در ساختمانهای روستایی و اسکلت گلخانه‌ها استفاده می‌شود. تنوع

پرمحصول و سازگار با شرایط آب و هوایی استان انجام گردید.

مواد و روشها

این بررسی در ایستگاه شهید فزوه در ۲۰ کیلومتری غرب اصفهان در عرض جغرافیایی ۳۶° و ۳۲° شمالی و طول جغرافیایی ۲۶° و ۵۱° شرقی با ۱۶۱۲ متر ارتفاع از سطح دریا با میانگین دهساله بارندگی ۱۲۰ میلی‌متر در یک خاک رسی شنی با ۳۸ درصد آهک و pH حدود ۸ با هدایت الکتریکی ۷/۳-۲/۳ دسی زیمنس بر متر اجرا گردید. در پاییز سال کاشت ۴۰ تن در هکتار کود دامی پوسیده در سطح خاک پخش و با شخم با خاک مخلوط گردید، بعد نهرهائی در جهت شمالی و جنوبی به فاصله ۴ متر احداث گردید که در داخل این نهرها چاله‌هائی به قطر ۶۰ سانتیمتر و عمق ۹۰ سانتیمتر با فاصله ۴ متر حفر گردید. در اسفند ماه سال ۱۳۷۰ از گونه‌های اورامریکن ۵، دلتوئیدس ۴، آلبا ۳، سیمونی و سیلیاتا هر کدام یک کلن (جدول ۱) و از هر کلن ۷۵ اصله نهال یکنواخت به قطر تقریبی ۱ سانتیمتر و ارتفاع ۱۷۵ سانتیمتر که در خزانه سال قبل تولید شده بود انتخاب و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار با فاصله ۴×۴ متر کاشته شد. از ۲۵ اصله نهال کاشته شده در هر کرت آزمایشی ۹ اصله میانی به‌عنوان نهال‌های اصلی برای آماربرداری انتخاب و مابقی به‌عنوان حاشیه یا بافر در نظر گرفته شد. آبیاری به‌صورت غرقابی و در طول فصل رشد هر هفته یکبار انجام گردید، ارتفاع در سالهای اولیه با شاخص مدرج شده بر حسب سانتیمتر و در سالهای بعد با دستگاه بلوم‌لیس و قطر برابر سینه با کولیس مدرج اندازه‌گیری گردید. برای کاهش خطای اندازه‌گیری قطر، ارتفاع ۱/۳۰ متری تنه از سطح خاک، نشانه گذاری (رنگ آمیزی) شد و اندازه‌گیری قطر در سال‌های بعد از محل رنگ شده انجام شد. از سال چهارم به بعد نسبت به هرس درختان (حذف شاخه‌های اضافی و شاخه‌های خشک شده) اقدام

(Heilman & Stetter, 1995). در آمد حاصل از کشت صنوبرهای هیبرید در ایالت اورگون آمریکا در یک دوره دهساله و برای یک هکتار ۲۰۴۷۰ دلار گزارش شده است (Wearstler, 2000). مقایسه تولید در هکتار ۲۰ کلن بومی و غیر بومی صنوبر نیگرا در آذربایجان غربی نشان داد که بیشترین تولید چوب مربوط به کلنهای *P. n. 56/32* و *P. n. 56/75* به ترتیب با ۱۸/۵ و ۲۵/۷ مترمکعب در هکتار و سال بوده‌است (سالاری، ۱۳۷۶). در کرج ۳۰ کلن صنوبر از نظر سازگاری، رشد طولی و قطری، رویش چوب تولیدی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفتند که بیشترین رویش حجمی چوب را کلنهای *P. e. vernirubensis*، *P. e. triplo*، *P. e. I 214* با ۲۲، ۲۲/۶ و ۲۷/۵ مترمکعب در هکتار در سال و کمترین رویش حجمی چوب را کلن *P. a. nivea* با ۹ مترمکعب چوب در هکتار داشته‌است (قاسمی و مدیررحمتی، ۱۳۸۳). در بررسی سازگاری کلنهای صنوبر طی ده سال در استان گلستان، کلنهای *P. d. 77/51*، *P. e. 45/51* و *P. e. I 214* قطری برابر با ۲۱ تا ۲۳ سانتیمتر و ارتفاعی برابر با ۱۷ تا ۲۱ متر و رویش حجمی برابر با ۱۵ تا ۲۰ مترمکعب در هکتار داشته‌اند (دماوندی کمالی، ۱۳۷۹). در طرح فاصله کاشت صنوبر در دو استان گیلان و مازندران کلنهای *P. d. 72/51*، *P. e. I 214*، *P. d. 69/55*، *P. d. 77/51* به‌عنوان کلنهای برتر معرفی شدند (ضیائی ضیابری و همتی، ۱۳۷۹). تنوع گونه‌ای و دامنه اکولوژیکی صنوبرها این امکان را فراهم کرده که در هر منطقه آب و هوایی بتوان ارقامی از صنوبر را انتخاب کرد که بیشترین تولید چوب را در کوتاه‌ترین زمان داشته باشند، انتخاب ارقام پرمحصول و سازگار صنوبر در هر منطقه، منجر به افزایش تولید در واحد سطح و اقتصادی شدن کشت صنوبر می‌گردد که پیامد آن، افزایش سطح زیر کشت صنوبر و در نهایت کاهش واردات چوب می‌باشد. اجرای این طرح در استان اصفهان نیز به‌منظور انتخاب ارقام

معادل ۰/۵ در نظر گرفته شد و π عدد ثابت برابر با $3/14$ می‌باشد. برای محاسبه حجم کل چوب، میانگین حجم چوب ۲۷ اصله درخت به دست آمد و در ۶۲۵ (تعداد درخت در هکتار) ضرب گردید. از تقسیم حجم کل چوب به سن درختان، متوسط رویش حجمی و از تفاضل حجم کل چوب در دو سال متوالی رویش جاری حجمی محاسبه شد. در سال دهم برای تعیین درصد زنده‌مانی نهالهای هر کلن، تعداد نهالهای باقیمانده از نهالهای اصلی بر عدد ۲۷ تقسیم و حاصل در ۱۰۰ ضرب گردید.

گردید. در اولین هرس (سال چهارم) ثلث تنه از پایین هرس گردید که در سالهای بعد بتدریج افزایش یافت، داده‌های حاصل از اندازه‌گیری ارتفاع و قطر هر ساله با نرم‌افزار Mstac تحلیل آماری و نمودارهای مربوطه با نرم‌افزار Excel ترسیم گردید. برای محاسبه حجم چوب تولیدی از رابطه $V = \frac{1}{4}\pi \cdot d^2 \cdot h \cdot f$ که در آن V حجم چوب بر حسب مترمکعب، d قطر برابرسینه بر حسب متر، h ارتفاع بر حسب متر و f ضریب شکل درخت که براساس گزارشات قبلی صنوبر (قاسمی و مدیررحمتی، ۱۳۸۳)

جدول ۱- اسامی صنوبرهای کاشته شده در ایستگاه شهید فزوه و مبدأ جغرافیائی آنها

ردیف	نام کلن صنوبر	کشور مبدأ قلمه
	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. <i>vernirubensis</i>	
	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. I-214	
	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. <i>triplo</i>	
	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. 262	
	<i>Populus x euramericana</i> (Dode) Guinier cv. 45/51	
	<i>Populus deltoides</i> Marsh 69/55	
	<i>Populus deltoides</i> Marsh. 77/51	
	<i>Populus deltoides</i> Marsh. 79/51	
	<i>Populus deltoides</i> Marsh. 72/51	
	<i>Populus alba</i> L. cv. <i>nivea</i>	
	<i>Populus alba</i> L. cv. 44/13	
	<i>Populus alba</i> L. cv. 44/1	
	<i>Populus ciliata</i> Wall	
	<i>Populus simonii</i> Carr. cv. 20/38	

۱۴

نتایج

P. a. var. nivea با زنده‌مانی ۱۰۰٪ می‌باشد (شکل ۱). نتایج تجزیه واریانس ارتفاع کلنهای صنوبر طی سالهای مختلف نشان دهنده اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۰/۱ بین کلنهای صنوبر می‌باشد (جدول ۲). بیشترین ارتفاع در سال اول مربوط به کلنهای *P. d. 69/55*، *P. e. 262* و *P. e. triplo*، *P. d. 79/51*، *P. d. 77/51*، *P. e. 45/51* و *P. d. 72/51*، به ترتیب با ۳/۱، ۳/۲ و ۲/۶ متر و کمترین ارتفاع مربوط به کلنهای

نتایج درصد زنده‌مانی کلنهای صنوبر در سال دهم نشان داد که کلن *P. d. 69/55* کمترین زنده‌مانی را با ۱۰۰٪ تلفات داشته و کلنهای *P. e. I 214* و *P. d. 72/51* به ترتیب ۱۹٪ و ۲۲٪ در مرتبه بعدی قرار داشتند. بیشترین زنده‌مانی مربوط به *P. d. 77/51*، *P. e. 45/51* و

معنی‌داری را با هم نشان نمی‌دهند (جدول ۳). نتایج تجزیه واریانس ارتفاع در سالهای هفتم و دهم نیز نشان داد که رقم اثر معنی‌دار در سطح ۱٪ بر ارتفاع داشته‌است (جدول ۲). در این سال بیشترین ارتفاع مربوط به کلن *P. e. I 214* با ۱۵ متر ارتفاع می‌باشد که با کلنهای *P. d. 77/51*, *P. a. 44/13 simonii*, *P. ciliate*, *P. e. 45/51*, *P. a. 44/1* و *P. alba var. nivea* اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ داشته‌است. در این سال سه کلن کمترین ارتفاع را در بین ۱۳ کلن صنوبر داشته‌اند. در سال دهم نیز بیشترین ارتفاع را کلن *P. e. I 214* با ۱۸/۱ متر ارتفاع داشته‌است. اختلاف ارتفاع این کلن با کلنهای *P. simonii*, *P. d. 77/51*, *P. ciliata*, *P. a. 44/1*, *P. a. 44/13*, *P. e. 45/51* و *P. alba var. nivea* در سطح ۱٪ معنی‌دار است. در این سال کمترین ارتفاع مربوط به *P. simonii* با ۹/۵ متر است (جدول ۳).

P. ciliata و *P. e. 45/51* با ۱/۳ و ۱/۷ متر می‌باشد. در سال سوم بیشترین ارتفاع مربوط به کلنهای *P. e. triplo*, *P. d. 69/55*، *P. e. 262* و *P. d. 79/51* به ترتیب با ۱۰/۵، ۱، ۹/۸ و ۱۰/۲ متر می‌باشد که با بقیه کلن‌ها در سطح ۱٪ اختلاف معنی‌دار دارند، کمترین ارتفاع را کلنهای *P. alba var. nivea* و *P. ciliata* با ۶ و ۵/۸ متر داشته‌اند. در سال پنجم دو کلن *P. e. I 214* و *P. e. triplo* با ارتفاع ۱۴ و ۱۴/۷ متر بیشترین ارتفاع را داشته‌اند که با کلنهای *P. a. 44/13*، *P. ciliata*، *P. e. 45/51*، *P. a. 44/1*، *P. d. 77/51*، *P. alba var. nivea* و *P. d. 72/51* اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ داشته‌اند. اختلاف ارتفاع کلنهای *P. d. 79/51*، *P. e. triplo*، *P. e. 262*، *P. e. I 214* و *P. d. 69/55* از نظر آماری معنی‌دار نیست. کمترین ارتفاع را در سال پنجم گونه‌های *P. simonii* و *P. alba var. nivea* داشته‌اند که اختلاف معنی‌داری با بقیه ارقام داشته‌اند. همچنین در این سال ارتفاع کلنهای

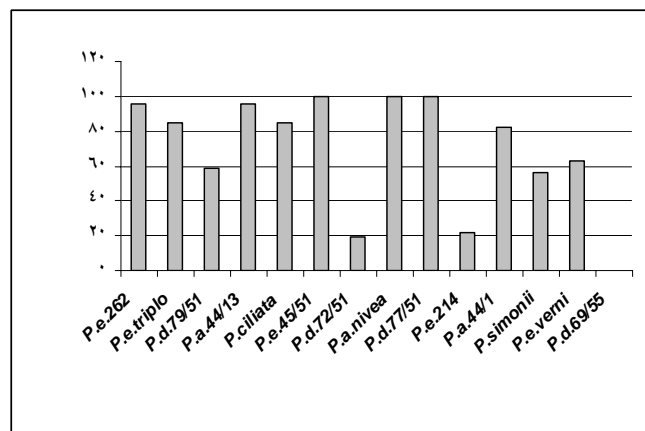
جدول ۲ - نتایج تجزیه واریانس صفات مختلف کلنهای صنوبر طی سالهای مختلف

منابع تغییرات	درجات آزادی	ارتفاع سال اول	ارتفاع سال سوم	ارتفاع سال پنجم	درجات آزادی	ارتفاع سال دهم
	ns	/ ns	/ ns	/ ns		ns
	**	/ **	/ **	/ **		**
		/	/	/		
		/ ns	/ ns	/ ns		ns
	**	/ **	/ **	/ **		**
		/	/	/		
		/ ns	/ ns	/ ns		ns
	**	/ **	/ **	/ **		**
		/	/	/		

** % ns :

جدول ۳- مقایسه میانگین ارتفاع (متر) کلنهای صنوبر طی سالهای مختلف

نام کلن	سال ۱	سال ۳	سال ۵	سال ۷	سال ۱۰
<i>P. e. vernirubensis</i>	DEF	A	AB	AB	ABC
<i>P. alba. nivea</i>	EFG	FG	G	FG	EF
<i>P. e. I 214</i>	BCD	A	AB	A	A
<i>P. simonii</i>	CDEF	E	FG	G	G
<i>P. deltoides 77/51</i>	CDE	E	CD	CD	BCD
<i>P. deltoides 79/51</i>	AB	A	A	AB	ABC
<i>P. ciliata</i>	FG	G	EF	EF	F
<i>P. alba 44/1</i>	DEFG	C	DE	D	CD
<i>P.e. triplo</i>	AB	A	A	AB	AB
<i>P. deltoides 72/51</i>	BC	B	B	AB	A
<i>P. e. 45/51</i>	FG	E	CD	CD	BCD
<i>P. deltoides 69/55</i>	A	A	AB		
<i>P. e. 262</i>	BCD	B	AB	A	ABC
<i>P. alba 44/13</i>	CDEF	D	DE	D	DE



شکل ۱- مقایسه درصد زنده‌مانی کلنهای مختلف صنوبر در سال دهم

اثر رقم بر قطر برابر سینه کلنهای صنوبر

نتایج تجزیه واریانس قطر در سال‌های مختلف، اثر رقم بر قطر را در سطح ۱٪ نشان می‌دهد (جدول ۲). مقایسه قطر کلنهای صنوبر در سال سوم نشان داد که بیشترین قطر مربوط به *P. e. triplo* با ۱۳/۳ سانتیمتر و کمترین قطر برابر سینه مربوط به *P. alba var. nivea* با

۵/۹ سانتیمتر است. اختلاف قطر کلنهای *P. e. vernirubensis*, *P. e. triplo* و *P.e. I 214* از نظر آماری معنی‌دار نیست. در سال پنجم بیشترین قطر مربوط به کلنهای *P. e. vernirubensis*, *P. e. I 214* با ۱۸ سانتیمتر و کمترین قطر مربوط به کلنهای *P. ciliata*, *P. alba var.* و *P. simonii* به ترتیب با ۱۰/۶، ۱۱/۶ و ۱۱/۵

سانتیمتر می‌باشد. در این سال نیز اختلاف قطر بین سه کلن *P. e. vernirubensis*، *P. e. I 214*، *P. e. triplo* و *P. e. vernirubensis* معنی‌دار نیست ولی با بقیه کلن‌ها اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۱٪ را داشته‌اند. اختلاف قطر بین کلن‌های *P. d. 72/51*، *P. e. triplo*، *P. e. I 214* و *P. e. vernirubensis* از نظر آماری معنی‌دار نیست. در سال دهم قطر دو کلن بومی اصفهان *P. alba 44/13* و *P. alba 44/1* برابر ۱۹/۵ سانتیمتر بوده‌است (جدول ۴).

سانتیمتر می‌باشد. در این سال نیز اختلاف قطر بین سه کلن *P. e. vernirubensis*، *P. e. I 214*، *P. e. triplo* و *P. e. vernirubensis* معنی‌دار نیست ولی اختلاف قطر این سه کلن با کلن‌های دیگر در سطح ۱٪ معنی‌دار است. در سال دهم بیشترین قطر را کلن‌های *P. deltoides 72/51* و *P. e. I 214* با ۲۵/۲ و ۲۵/۶ سانتیمتر و کمترین قطر را *P. simonii*، *P. alba var. nivea* و *P. ciliata* با ۱۴/۶ و ۱۶

جدول ۴ - مقایسه میانگین قطر (سانتیمتر) کلن‌های صنوبر طی سال‌های مختلف

کلن صنوبر	سال ۳	سال ۵	سال ۷	سال ۱۰
<i>P. e. vernirubensis</i>	/ A	/ A	/ AB	/ A
<i>P. alba. nivea</i>	/ G	/ F	/ F	D
<i>P.e.I214</i>	A	/ A	/ A	/ A
<i>P. simonii</i>	/ E	/ F	/ F	/ D
<i>P. deltoids 77/51</i>	D	/ CD	ABCD	/ BC
<i>P. deltoides 79/51</i>	/ D	/ CD	/ CD	/ BC
<i>P. ciliata</i>	/ F	/ F	/ EF	D
<i>P. alba 44/1</i>	/ D	/ CD	BCD	/ C
<i>P. e. triplo</i>	/ A	/ AB	/ AB	/ AB
<i>P. deltoides 72/51</i>	/ CD	/ DE	/ BCD	/ A
<i>P. e. 45/51</i>	/ D	/ CD	/ AB	/ BC
<i>P. deltoides 69/55</i>	/ B	/ CD		
<i>P. e. 262</i>	/ BC	/ BC	/ A	/ BC
<i>P. alba 44/13</i>	/ E	/ E	/ F	/ C

اثر رقم بر حجم چوب تولیدی

رقم اثر معنی‌دار آماری در سطح ۱٪ بر حجم چوب تولیدی در تمام سال‌ها داشته‌است (جدول ۲). مقایسه حجم کل چوب تولیدی ۱۴ کلن صنوبر در سال سوم نشان داد که بیشترین موجودی حجمی را کلن‌های *P. e. I 214*، *P. e. triplo* و *P. d. 79/51* با ۵۱/۳، ۴۳ و ۴۶/۹ مترمکعب چوب در هکتار و کمترین حجم را کلن *P. alba var. nivea* با ۵ مترمکعب چوب در هکتار داشته‌اند (جدول

۵). در سال پنجم بیشترین موجودی حجمی را کلن‌های *P. e. triplo*، *P. e. 262*، *P. e. I 214* و *P. e. vernirubensis* با ۱۲۴/۷، ۱۰۴/۸، ۱۰۰/۸ و ۹۷/۴ مترمکعب چوب در هکتار و کمترین موجودی حجمی چوب را کلن‌های *P. ciliata*، *P. simonii* و *P. alba var. nivea* با ۲۲/۲۷ و ۳۲/۵ مترمکعب چوب در هکتار داشته‌اند. در سال پنجم، موجودی حجمی *P. a. 44/1* کبده بومی استان اصفهان ۵۵ مترمکعب در هکتار

هکتار، کمترین موجودی حجمی را داشته‌اند. موجودی حجمی کبوده‌های بومی (*P. a. 44/1*, *P. a. 44/13*) در سال دهم برابر با ۱۱۳ و ۱۳۲ مترمکعب در هکتار است (جدول ۵).

بوده‌است. بیشترین موجودی حجمی در سال دهم را کلنهای *P. e. 214*, *P. e. vernirubensis*, *P. e. triplo* و *P. d. 72/51* با ۲۲۰، ۲۵۰، ۲۵۵ و ۲۶۵ مترمکعب چوب در هکتار داشته‌اند و کلنهای *P. simonii*, *P. ciliata* و *P. alba var. nivea* با ۴۳، ۷۰ و ۷۴ مترمکعب چوب در

جدول ۵- مقایسه موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار) ۱۴ کلن صنوبر در سالهای مختلف

کلن صنوبر	سال سوم	سال پنجم	سال هفتم	سال دهم
<i>P. e. vernirubensis</i>	/ BC	/ A	/ A	/ AB
<i>P. alba var. nivea</i>	/ J	/ G	/ D	/ FG
<i>P. e. 214</i>	/ AB	/ A	/ A	/ A
<i>P. simonii</i>	HIJ	/ G	D	/ G
<i>P. deltoides 77/51</i>	/ GH	/ E	B	CDE
<i>P. deltoides 79/51</i>	/ AB	/ BC	/ B	/ DE
<i>P. ciliata</i>	/ IJ	/ FG	/ CD	/ FG
<i>P. alba 44/1</i>	FG	/ CDE	/ B	EF
<i>P. e. triplo</i>	/ A	/ A	/ A	/ ABC
<i>P. deltoides 72/51</i>	/ EF	/ CDE	/ B	A
<i>P. e. 45/51</i>	/ GH	/ DE	/ B	/ CDE
<i>P. deltoides 69/55</i>	/ CD	/ BCD		
<i>P. e. 262</i>	/ DE	/ AB	/ A	/ BCD
<i>P. alba 44/13</i>	/ HI	/ F	/ C	/ EF

در سال هشتم، بیشترین رویش جاری چوب در کلن *P. d. 72/51* با ۴۴/۷ مترمکعب چوب در هکتار طی یکسال و کمترین رویش جاری چوب مربوط به *P. simonii* با ۲/۵ مترمکعب در هکتار و در سال بوده است. رویش جاری چوب در کبوده‌های بومی استان در این سال برابر با ۱۱/۷ و ۲۸ مترمکعب در هکتار و سال می‌باشد (جدول ۷).

در سال دهم، بیشترین رویش متوسط حجمی مربوط به کلن *P. e. I 214* و کمترین رویش متوسط حجمی مربوط به *P. simonii* به ترتیب با ۲۵/۵ و ۴/۳ مترمکعب چوب در هکتار در سال بوده‌است. بیشترین رویش متوسط حجمی در کبوده‌های بومی، *P. a. 44/1* و *P. a. 44/13* در سال هشتم با ۱۳/۴ و ۱۲ مترمکعب چوب در هکتار طی یکسال بوده‌است (جدول ۶).

جدول ۶- متوسط رویش حجمی (مترمکعب در هکتار در سال) ۱۴ کلن صنوبر طی سال‌های مختلف

کلن صنوبر	سال دوم	سال چهارم	سال ششم	سال هشتم	سال دهم
<i>P. e. vernirubensis</i>	/ B	/ A	/ AB	AB	AB
<i>P. alba</i> var. <i>nivea</i>	/ C	/ F	/ H	/ E	/ FG
<i>P. e. I 214</i>	/ A	A	/ A	A	/ A
<i>P. simonii</i>	/ B	/ EF	/ H	/ E	/ G
<i>P. deltoides</i> 77/51	/ C	/ CDE	/ DEF	/ CD	/ CDE
<i>P. deltoides</i> 79/51	/ B	/ BCD	/ BCD	/ CD	/ DE
<i>P. ciliata</i>	/ C	/ EF	/ GH	/ E	/ FG
<i>P. alba</i> 44/1	/ B	/ BCD	/ EF	/ D	/ EF
<i>P. e. triplo</i>	/ A	/ A	/ A	/ AB	/ ABC
<i>P. deltoides</i> 72/51	/ B	/ BCD	/ EF	/ BC	/ A
<i>P. e. 45/51</i>	/ C	/ A	/ AB	/ CD	/ CDE
<i>P. deltoides</i> 69/55	/ A	/ F	/ H		
<i>P. e. 262</i>	B	A	/ A	CDE	/ DEF
<i>P. alba</i> 44/13	/ C	/ EF	/ H	/ D	/ DEF

جدول ۷- رویش حجمی جاری سالیانه (مترمکعب در هکتار) ۱۴ کلن صنوبر طی سالهای مختلف

کلن صنوبر	سال دوم	سال چهارم	سال ششم	سال هشتم	سال دهم
<i>P. e. vernirubensis</i>	/	/	/	/	/
<i>P. alba</i> var. <i>nivea</i>	/	/	/	/	/
<i>P. e. I 214</i>	/	/			/
<i>P. simonii</i>	/	/	/	/	
<i>P. deltoides</i> 77/51	/	/	/	/	/
<i>P. deltoides</i> 79/51	/	/	/	/	/
<i>P. ciliata</i>	/	/			
<i>P. alba</i> 44/1	/	/	/	/	/
<i>P. e. triplo</i>	/	/			
<i>P. deltoides</i> 72/51	/	/	/	/	/
<i>P. e. 45/51</i>		/			
<i>P. deltoides</i> 69/55					
<i>P. e. 262</i>	/	/	/		/
<i>P. alba</i> 44/13	/	/	/	/	/

بحث

در سال اول بیشترین ارتفاع را *P. d. 69/55* با ۴ متر و کمترین ارتفاع را *P. ciliata* با ۱/۳ متر داشته‌اند (جدول ۳). در این سال ارتفاع دو کلن بومی صنوبر *P. a. 44/1* و *P. a. 44/13* معنی‌دار نیست و جهت کاشت تفاوتی از نظر انتخاب بین این دو کلن کبوده نمی‌باشد. در سال اول بیشترین رشد طولی را دو کلن از گونه دلتوئیدس و دو کلن از دورگ اورامریکن داشته‌اند. در سال سوم بیشترین رشد را سه کلن از دورگ اورامریکن و دو کلن از گونه دلتوئیدس داشته‌اند. در سال پنجم چهار کلن اورامریکن و دو کلن دلتوئیدس بیشترین رشد طولی را داشته‌اند. این نتایج نشان داد که هر چه به سن نهالها افزوده شده، رتبه بین گونه اورامریکن و گونه دلتوئیدس به نفع گونه اورامریکن جابه‌جا شده‌است. چهارکلن *P. e. vernirubensis*, *P. e. 262*, *P. e. triplo* و *P. e. I 214* از کلنهای موفق طی ۵ سال اول آزمایش بوده‌اند. کلن *P. d. 69/55* به‌رغم رشد خوب در ۵ سال اول با عدم زنده‌مانی و از بین رفتن غالب پایه‌ها، در ۵ سال دوم مورد بررسی قرار نگرفت. نتایج رشد طولی در ۵ سال دوم نیز نشان داد که چهار کلن اورامریکن از نظر رتبه رشد در جایگاه نخست قرار دارند. از گونه دلتوئیدس کلن *P. d. 79/51* روند رشد خود را همانند ۵ سال اول حفظ کرده و جزء کلنهای برتر می‌باشد و کلن *P. d. 72/51* روند رو به رشد داشته‌است. این کلن در سالهای اولیه در جایگاه دوم قرار داشت که در سالهای بعد به جایگاه اول همراه با چهار کلن اورامریکن راه پیدا کرد. سه گونه *P. ciliata*, *P. a. nivea* و *P. simonii* در تمام سالها در رتبه پایین قرار داشته‌اند، روند کاهش رتبه برای گونه سیمونی محسوس‌تر از دو گونه دیگر است. کلن *P. a. 44/1* در سال سوم رتبه هشتم و در سال پنجم رتبه هفتم و در سال دهم رتبه دهم را از نظر موجودی حجمی داشته‌است و کلن *P. a. 44/13* در سال سوم رتبه نهم و سال پنجم رتبه یازدهم و سال دهم رتبه نهم را

داشته‌است. با توجه به محدودیت آبیاری در سال ۱۳۷۷ به‌نظر می‌رسد که کلنهای اورامریکن و دلتوئیدس بیشتر از کلنهای بومی (کبوده‌ها) به خشکی حساس باشد و اگر محدودیت آب نباشد، از کلنهای موفق برای استان اصفهان می‌باشد. اختلاف رشد کلنهای صنوبر در این آزمایش بیشتر منشأ ژنتیکی دارد. کلن *P. d. 69/55* تا سال پنجم جزء کلنهای برتر بوده و به‌دلیل خشک شدن پایه‌ها، از آماربرداری سالهای بعد حذف گردید. رشد گیاهان متأثر از عوامل مختلفی از جمله رطوبت، گرما، سرما، مواد غذایی، اسیدیته خاک، دوره رویش سالانه، هدایت الکتریکی و غیره می‌باشد. اگر شرایط برای گیاهی در حد اپتیمم باشد، حداکثر رشد اتفاق می‌افتد. نیاز گیاهان برای رسیدن به شرایط اپتیمم متفاوت است که این نیاز برای گونه‌های اصلاح شده به‌ویژه هیبریدها بیشتر است. در جنس صنوبر به‌نظر می‌رسد که هیبریدهای اورامریکن و گونه دلتوئیدس نسبت به بقیه گونه‌ها نیاز اکولوژیکی بیشتری داشته باشند. بیشترین راندمان محصول زمانی اتفاق می‌افتد که شرایط در حد اپتیمم باشد، به‌ویژه از نظر رطوبت نیاز آنها در حد زیادی می‌باشد. مقایسه زنده‌مانی کلنهای صنوبر در سال دهم، کمترین درصد زنده‌مانی را برای *P. d. 69/55* با ۱۰٪ تلفات نشان می‌دهد. بیشترین زنده‌مانی را کلنهای *P. d. 77/51*, *P. e. 45/51* و *P. alba* *var. nivea* بدون تلفات داشته‌اند. به‌نظر می‌رسد بین رشد و زنده‌مانی همبستگی وجود داشته باشد. کلن *P. e. 262* همه ساله جزء ۶ کلن برتر این آزمایش بوده‌است و با زنده‌مانی ۹۶٪ از کلنهای انتخابی بوده و برای کاشت برای استان توصیه می‌شود. همچنین کلن *P. e. triplo* با زنده‌مانی حدود ۸۵٪ و رشد خوب نیز از کلنهای انتخابی می‌باشد، کلنهای *P. d. 72/51* و *P. e. I 214* به‌رغم قرار گرفتن در بین شش کلن برتر از نظر رشد، به‌دلیل زنده‌مانی کم در مرتبه بعدی انتخاب قرار دارند (شکل ۱). خشک شدن تعدادی از نهالهای یک کلن، امکانات تغذیه‌ای و استفاده بهتر از نور را برای پایه‌های

متر و در ایستگاه اصفهان ۱۵/۶۹ متر بوده‌است. نزدیک بودن نتایج آزمایشات در کرج و اصفهان به دلیل استفاده از کلنهای مشابه، همچنین مواد و روش یکسان و طول دوره رویش سالیانه مشابه می‌باشد. اختلاف رشد کلنهای صنوبر هم مربوط به خواص ژنتیکی و هم مربوط به عوامل اکولوژیکی است. خشک شدن پایه‌های صنوبر *P. d.* 69/55 ممکن است به دلیل عدم سازگاری این صنوبر با شرایط اکولوژیکی منطقه باشد. این صنوبر دارای برگهای بزرگ بوده و با توجه به رشد زیاد در سالهای اولیه، سطح تبخیر افزایش یافته و مصادف شدن ۵ سال دوم اجرای طرح با خشکسالی در منطقه و کاهش اجباری آبیاری از یک طرف و گرمای هوا از سوی دیگر، از دلایل اصلی تلفات این کلن صنوبر است. شرایط خاک محل کاشت (خاک سنگین با pH و EC زیاد) از دلایل دیگر تلفات می‌باشد. صنوبرها در مقایسه با گیاهان مقاوم به خشکی دارای ریشه‌های سطحی هستند و در مناطقی با میانگین بارندگی ۱۸۰ میلیمتر به ۱۳۰۰۰ مترمکعب آب در سال احتیاج داشته که باید از طریق آبیاری تامین گردد (FAO, 1979). همچنین صنوبرها طالب خاکهای نسبتاً خنثی بوده و غالباً به شوری خاک و آب نیز حساس می‌باشند و شوری خاک می‌تواند موجب کاهش رشد صنوبرها گردد. قلیایی بودن خاک تعادل جذب مواد غذایی در گیاهان حساس را بهم زده و عنصری کمتر از عنصر دیگر جذب شده و موجبات کمبود آن عنصر در گیاه می‌گردد. گیاهان حساس به خاکهای قلیایی اغلب با کمبود آهن مواجه هستند (سالاردینی، ۱۳۶۲). بررسیهای انجام شده نشان داد که بیشترین زنده‌مانی مربوط به *P. d.* 77/51 , *P. e.* 45/51 , *P. a.* var. *nivea* و *P. a.* 44/1 بوده‌است. در بین این کلن‌ها به جز کلنهای *P. d.* 77/51 و *e.* 262 که از نظر رشد طولی و قطری نیز مناسب هستند در بقیه کلن‌ها رشد در حد پایین یا متوسط بوده‌است. یکی از دلایل افزایش تلفات در گونه‌های اورامریکن و دلتوئیدس، رشد زیاد در سالهای اولیه و در

باقیمانده فراهم کرده‌است. بنابراین این اصله‌ها در موقعیت مناسبتری قرار گرفته و رشد بهتری داشته‌اند. یکی از عواملی که باید در انتخاب رقم انتخابی مدنظر قرار گیرد همین زنده‌مانی کلن‌ها می‌باشد. نکته دیگر اینکه رویش سالیانه برای همه کلن‌ها در سالهای مختلف یکسان نمی‌باشد و این رویش ممکن است در سالهای اولیه بیشتر باشد یا اینکه در سالهای بعدی بیشتر گردد. عامل دیگر چند شاخه‌ای شدن بعضی از کلن‌ها در ارتفاع پایین است و چون در آماربرداریه‌ها، بلندترین نقطه ارتفاعی اندازه‌گیری می‌شود. چند شاخه‌ای شدن صنوبرها می‌تواند باعث کاهش ارتفاع اندازه‌گیری گردد. مقایسه برترینهای صنوبر از نظر قطر (جدول ۴) نشان داد که دو کلن *P. e. vernirubensis* و *P. e. I 214* بیشترین قطر را داشته‌اند، جابه‌جایی رتبه قطر در کلنهای مورد آزمایش نسبت به ارتفاع خیلی کمتر بوده‌است و همان کلنهایی که در سال اول جزء ۶ کلن برتر بوده‌اند در سالهای بعد نیز با کمی جابه‌جایی رتبه خود را حفظ کرده‌اند. نکته قابل توجه اینکه کلنهای صنوبر که از نظر ارتفاع در رتبه ۱ تا ۶ قرار داشتند، همان کلنهایی هستند که از نظر قطر نیز حائز رتبه ۱ تا ۶ می‌باشند. کمترین رویش قطری را سه صنوبر *P. alba* var. *nivea* و *P. ciliate*, *P. simonii* داشته‌است. نتایج مشابه این طرح توسط شهریاری (۱۳۷۹) بر روی صنوبرهای اورامریکن مشاهده شده‌است. نتایج به‌دست آمده از رشد طولی کلنهای مشترک کاشته شده در ایستگاه کرج با نتایج به‌دست آمده در ایستگاه فزوه اصفهان خیلی بهم نزدیک می‌باشد، به طوری که ارتفاع صنوبر *P. alba* var. *nivea* در سال یازدهم در ایستگاه کرج برابر با ۱۳/۲۳ متر و در ایستگاه فزوه اصفهان برابر با ۱۳/۵۱ متر می‌باشد (قاسمی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۳). ارتفاع صنوبرهای *P. e. vernirubensis* و *P. e. I 214* در ایستگاه اصفهان برابر با ۱۷/۱۷، ۱۸/۶۸ و در ایستگاه کرج برابر با ۱۸/۲۹ و ۱۸/۲۲ متر بوده‌است. در سال یازدهم ارتفاع صنوبر *P. d.* 77/51 در ایستگاه کرج ۱۶/۸۱

, *P. e. I 214*, *P. e. vernirubensis*, *P. d. 72/51* و *P. e. triplo* می‌تواند جزء ارقام انتخابی باشند. دو کلن بومی *P. a. 44/13* و *P. a. 44/1* با توجه به زنده‌مانی زیاد و تولید نسبتاً خوب و کیفیت چوب نیز قابل توصیه برای کاشت می‌باشند. مقایسه رشد طولی، قطری و حجمی کلنهای صنوبر در سالهای پنجم و دهم نتایج تقریباً مشابهی داشته و به نظر می‌رسد که آزمایشات سازگاری صنوبرها را بتوان در مدت زمان ۵ تا ۷ سال نیز اجرا کرد.

منابع مورد استفاده

- دماوندی‌کمالی، ع.ه.، ۱۳۷۹. اهمیت صنوبر و نیاز صنایع منطقه به گونه‌های سریع‌الرشد در استان گلستان، خلاصه مقالات اولین گردهمائی جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور: ص ۲۲.
- سالاردینی، ع.ا.، ۱۳۶۲. روابط آب و خاک. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۶۵ صفحه.
- سالاری، ا.، ۱۳۷۶. گزارش نهائی طرح تحقیقاتی بررسی سازگاری ارقام مختلف صنوبر در شرایط اقلیمی ارومیه. موسسه تحقیقات جنگلها و مراتع، ۳۹ صفحه.
- شهریاری، ع.، ۱۳۷۳. بررسی کمی و کیفی ۱۶ کلن صنوبر کشت شده در جنگل آموزشی دکتر بهرام نیا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه گرگان، ۶۰ صفحه.
- ضیائی ضیابری، س.ف. و همتی، ا.، ۱۳۷۹. بررسی فعالیتهای تحقیقاتی صنوبر در شمال کشور و ارائه نتایج آزمایش فاصله‌ای صنوبر در استانهای گیلان و مازندران. چکیده مقالات اولین گردهمائی جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور. مازندران، کلار آباد: ص ۳۳.
- قاسمی، ر. و مدیر رحمتی، ع.، ۱۳۸۳. بررسی میزان تولید چوب کلنهای مختلف صنوبر در منطقه کرج. فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۳: ۲۴۹-۲۲۱.
- FAO, 1979. Poplars and Willows in wood production and land use. 131 p. - Heilman, P.E. and Stetter, R.F., 1995. High yield Poplar Plantations in the pacific Northwest. PNW Extension Balletine, No. 356, WA. 42p. - Wearstler, K., 1999. Hybrid poplar production for high value use regional strategies program. State Oregon Economic, 33p.
- نتیجه افزایش حجم شاخ و برگ و در نهایت افزایش سطح تبخیر و مصادف شدن با سالهای خشک سالی و عدم دسترسی به آب کافی بوده‌است. کبوده‌های بومی در این آزمایش، زنده‌مانی خوبی داشته‌اند و علت آن به دلیل سازگاری با محیط یا مقاومت نسبی به شوری و خشکی آنها می‌باشد. رتبه اول حجم سرپای چوب در سال دهم اختصاص به کلنهای *P. d. 72/51*, *P. e. vernirubensis* و *P. e. I 214* با ۲۵۰، ۲۶۵ و ۲۵۵ مترمکعب چوب دارد. رتبه بعدی را *P. e. triplo* با ۲۲۰ مترمکعب چوب دارد. صنوبرهای *P. d. 77/5*, *P. e. 45/51*, *P. e. 262* و *P. d. 79/51* رتبه سوم را داشته‌اند. رتبه چهارم مربوط به *P. a. 44/1* (کبوده شیرازی) با حدود ۱۴۰ مترمکعب چوب می‌باشد. رتبه آخر مربوط به سه کلن *P. alba*، *P. simony* و *var. nivea* می‌باشد (جدول ۵). همچنان که در جدول مشخص شده‌است میانگین رویش حجمی صنوبرهای رده اول دو برابر رویش حجمی در *P. a. 44/1* می‌باشد، از آنجایی که این کلن صنوبر بیشترین سطح صنوبر کاریهای استان را به خود اختصاص داده، به نظر می‌رسد جایگزینی هیبریدها با کبوده شیرازی تحولی در تولید چوب در استان داشته باشد. در کلنهای مشترک *P. e. I 214*، *P. d. 77/51*، *P. e. vernirubensis*، *P. alba* var. *nivea* و *P. e. triplo* با ایستگاه کرج نتایج تقریباً مشابهی به دست آمده‌است. بیشترین موجودی حجمی در ایستگاه کرج را *P. e. vernirubensis* با ۲۷۴ مترمکعب چوب و در ایستگاه اصفهان *P. e. I 214* با ۲۹۵ مترمکعب چوب در هکتار داشته‌اند (قاسمی و مدیر رحمتی، ۱۳۸۳). در اصفهان *P. e. vernirubensis* با ۲۷۲ مترمکعب چوب در مرتبه سوم قرار داشته‌است، ولی از آنجائیکه اختلافات حجم چوب از نظر آماری معنی‌دار نبوده‌است هر سه کلن صنوبر رتبه اول می‌باشند. کمترین موجودی حجمی چوب در اصفهان و کرج مربوط به *P. alba* var. *nivea* می‌باشد. به نظر می‌رسد که در مجموع رشد طولی رویش حجمی، کلنهای

Comparison of height, diameter and wood production of 14 Poplar clones in Esfahan province

H.A. Daneshvar^{1*} and A.R. Modirrahmati²

1*- Corresponding author, senior research expert. Senior Research expert, Member of scientific board. Research Institute of Forests and Rangelands (RIFR), E-mail: daneshvar@rifr-ac.ir

2- Assoc. Prof. RIFR.

Abstract

Poplar trees are the fastest growing trees in the northern hemisphere and its woods is suitable for a variety of uses and they are the most important resource of wood production. For this reason they are the best plant for wood culture. Geographical and climate diversities have important effect in height and diameter growth. This study was established at Esfahan, Fozveh Experiment Station (EFES) in 1370 in order to evaluate the height, diameter and wood production of 14 clones of Poplar containing 5 *P. euramericana*, 4 *P. deltoides*, 3 *P. alba* and 2 *P. simonii* and *P. ciliata*. The highest value of survival (100 %) tends to *P. alba* var. *nivea*, *P. d.* 72/51 and *P. e.* 45/51 while the least value of survival (0%) tend to *P. d.* 69/55. The highest height tends to *P. e.* I 214 (18.1m), *P. d.* 72/51 (18m) and *P. e. tripl*o (18m) and the least height tend to *P. simonii* (9.6m) and *P. ciliata* (11.7m). The highest diameter tend to *P. d.* 72/51 (25.6cm), *P. e.* I 214 (25.2 cm) and *P. e. vernirubensis* (24.9 cm) and least diameter tend to *P. simonii* (14.6 cm), *P. alba* var. *nivea* and *P. ciliata* with 16cm. The highest total wood production tend to *P. d.* 72/51 with 265 m³/ha, *P.e.* I 214 with 255.4 m³/ha and *P. e. vrnirubensis* with 250.2 m³/ha and least wood production tend to *P. simonii* (43.3 m³/ha), *P. ciliata* (70 m³/ha) and *P. alba* var. *nivea* with 74.2 m³/ha.

Key words: Poplar, height, diameter, volume, Esfahan.