

بررسی سازگاری و تولید ارقام مختلف صنوبر تاج‌باز (*Populus sp.*) در پوپولتوم مقایسه‌ای سنندج

بایزید یوسفی^{۱*} و علیرضا مدیررحمتی^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان. پست الکترونیک: bayzidyousefi@yahoo.com

^۲- دانشیار پژوهش، گروه تحقیقاتی صنوبر و درختان سریع‌الرشد، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، صندوق پستی ۱۱۶-۱۳۱۸۵، تهران

تاریخ پذیرش: ۹۱/۱۰/۸

تاریخ دریافت: ۹۱/۵/۱۰

چکیده

این آزمایش با کاشت ۱۰ کلن تاج‌باز صنوبر از سال ۱۳۸۰ به مدت هفت سال در اراضی حاشیه رودخانه قشلاق سنندج با هدف بررسی سازگاری و تولید چوب آنها اجرا گردید. انتقال و کاشت نهال کلن‌ها با فاصله ۴×۴ متر و به صورت گروهی در قالب طرح آزمایشی بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار، در فروردین‌ماه سال ۱۳۸۱ انجام گردید. عملیات داشت از جمله آبیاری، وجین، هرس و غیره به صورت یکنواخت برای کلن‌ها در مزرعه اعمال شد. اندازه‌گیری صفات مورد بررسی شامل قطر برابرسینه و ارتفاع طی سالهای بررسی انجام گردید. نتایج نشان داد که سهم سالهای اول و دوم پس از کاشت در رشد قطری، ارتفاعی و حجمی تراکمی ناچیز و سالهای مذکور مرحله استقرار نسبی نهال بوده است. میانگین صفات قطر تنه، ارتفاع و حجم در هکتار کلن‌ها در پایان سال ۱۳۸۶ به ترتیب ۱۸/۶۹ سانتی‌متر، ۱۱/۵۱ متر و ۱۰۹/۸۸ مترمکعب در هکتار بود. تجزیه واریانس سالانه بیانگر وجود اختلاف بسیار معنی‌دار در بین کلن‌ها از لحاظ کلیه صفات مورد بررسی و در تمام سالها بود. نتیجه مقایسه میانگین صفات مورد بررسی با آزمون دانکن ($p \leq 0/01$) نشان داد که در پایان سال ۱۳۸۶ سه رقم صنوبر تاج‌باز *Populus euramericana* 561/41، *P. deltoides* 63/2 و *P. deltoides* 63/1 به ترتیب با میانگین قطر برابرسینه ۲۱/۴۴، ۲۲/۰۵، ۲۴/۷۰ و ۲۰/۶۰ سانتی‌متر، ارتفاع ۱۲/۶۸، ۱۲/۶۷ و ۱۲/۷۵ متر و میانگین رویش حجمی سالانه در هر هکتار برابر ۲۶/۵۰، ۲۴/۷۰ و ۲۳/۶۶ مترمکعب با درصد تلفات کمتر ناشی از تنش خشکی، وضعیت شادابی عمومی خوب تا عالی، میزان آلودگی به آفات (در شرایط غیرتنشی) بسیار کم و تنه عمدتاً صاف و یک یا دو شاخه، به‌عنوان کلن‌های با عملکرد بالا از لحاظ تولید چوب و سازگار در شرایط مشابه سنندج معرفی می‌شوند.

واژه‌های کلیدی: تولید چوب، قطر برابر سینه، ارتفاع، حجم، *Populus deltoidea*، *Populus euramericana*

مقدمه

نموده است (Yousefi, 2006). براساس گزارش دفتر فنی صنایع چوب سازمان جنگلها و مراتع (Salari, 1999) سطح کل صنوبرکاری ایران در سال ۱۳۶۷ معادل ۱۵۰ هزار هکتار با موجودی سرپای چوب حدود ۲۳ میلیون مترمکعب بوده است که از این سطح، سهم کردستان ۱۴/۵ هزار هکتار سطح صنوبرکاری (۱۰٪ کشور) با موجودی سرپای چوب ۳/۲۵ میلیون مترمکعب (۱۴٪ کشور) بوده است. البته سطح صنوبرکاریهای کشور و استان در

کشت صنوبر در استان کردستان از سالهای دور مرسوم بوده و دره‌ها، دشتها، و حواشی رودخانه‌های استان به‌واسطه برخورداری از آب کافی یکی از مناطق شاخص تولید صنوبر در کشور بوده است. وجود حدود ۳۰۰۰ کیلومتر رودخانه اصلی و فرعی اولیه و توسعه تبدیل اراضی دیم به آبی از طریق پمپاژ آب رودخانه‌ها و احداث چاه، افق روشنی برای توسعه صنوبر در استان ترسیم

(*Aigeros Duby.*) و ایگروس (*Tacamahaca Spach.*) ارزیابی و گونه‌های برتری مانند *P. tremula* و *P. tomentosa* را معرفی نمود.

تحقیقات صنوبر در ایران با معرفی برخی کلن‌های متعلق به دو بخش ایگروس و لوسه (*Leuce Duby.*) از سال ۱۳۳۶ شروع گردید (Mir-Damadi, 1969). براساس نتایج طرح سازگاری ارقام صنوبر در گیلان، از بین ۵۰ کلن خارجی صنوبر متعلق به گونه‌های دلتوئیدس و اورامریکن تعداد ۱۵ کلن از جمله کلن‌های P.d.77.55، P.d.69/55 و P.e.45/51 که از رشد و تولید چوب بیشتری (رویش حجمی بیش از ۲۵ مترمکعب در سال در هکتار) برخوردار بودند، به بخش اجرا معرفی و در دو استان گیلان و مازندران در سطح وسیع مورد کشت قرار گرفتند (Lotfian, 1984). همچنین از تعداد ۳۰ گونه و کلن بومی و خارجی صنوبر که به مدت ۱۰ سال با فاصله کاشت ۴×۴ متر برای ارقام تاج‌باز گونه‌های دلتوئیدس و اورامریکن در قالب طرح سازگاری ارقام صنوبر در ایستگاه تحقیقات البرز کرج توسط (Ghasemi 1999) مورد بررسی قرار گرفت تعدادی از کلن‌های برتر و برخوردار از رویش حجمی بالاتر (۲۰ تا ۳۰ مترمکعب در سال در هکتار) و با وضعیت کیفی و فرم تنه مناسب‌تر و مقاوم به آفات از جمله کلن‌های *P.e.vernirubens*، *P.d.69/55*، *P.e.triplo*، *P.e.costanzo* و *P.e.I-214* در گروه تاج‌بازها برای کشت در سطح وسیع معرفی شدند. نتایج آزمایش سازگاری ارقام صنوبر با ۱۸ رقم متعلق به گونه‌های نیگرا (۸ رقم با فاصله کاشت ۳×۳ متر) و اورامریکن (۱۰ رقم با فاصله کاشت ۴×۴ متر) در مزرعه کارخانه کاغذ غرب در کرمانشاه به مدت هفت سال نشان داد که دو رقم *P.e.I-214* و *P.e.455* به ترتیب با عملکرد چوب ۲۷ و ۲۵/۹۶ مترمکعب در سال در هکتار در بین کلن‌های اورامریکن بیشترین تولید در هکتار را داشتند (Hemmati & Modir-Rahmati, 2002). در شمال

دهه‌های اخیر کاهش محسوسی نشان داده است. براساس نتایج اعلام شده توسط مشاور کانادایی شرکت صنایع کاغذ غرب (Anonymous, 2005) سطح زیر کشت صنوبرکاری استان کرمانشاه از ۸۰۷۰ هکتار برآورد شده در سال ۱۳۶۷ به حدود ۵۰۰۰ هکتار رسیده است یعنی حدود ۴۰٪ کاهش نشان داده است. Mir-Sadeghi (2001) اعلام نمود که براساس تخمین کارشناسان حداقل ۲۰٪ از سطح صنوبرکاریهای استانهای همدان، کردستان و کرمانشاه طی سالهای گذشته (۱۳۸۰-۱۳۷۰) کاسته شده است. (Asadi & Bagheri 1999) در بررسی تغییرات سطح صنوبرکاریهای حوضه زنگانرود با استفاده از عکسهای هوایی و پیمایش زمینی میزان کاهش سطح صنوبرکاری در منطقه مذکور را در فواصل سالهای ۱۳۵۷ تا ۱۳۷۲ حدود ۲۲٪ اعلام نمودند. (Yousefi 2006) ضمن اعلام کاهش حدود ۲۵ درصدی سطح صنوبر در کردستان نسبت به دهه گذشته، تنش‌های محیطی از جمله خشکسالی اواخر دهه گذشته، درآمد بالاتر و خطر کمتر کشتهای زراعی نظیر یونجه و ذرت، افت نسبی بازار چوب داخلی، نبود سیستم تنظیم بازار و تضمین خرید، حمایت ناچیز از زراعت چوب در قیاس با محصولات زراعی، سنتی بودن زراعت صنوبر در استان و عدم بهره‌گیری از روشهای نوین به‌زراعی و به‌نژادی (بهره‌گیری از ارقام پرمحصول اصلاح و معرفی شده) را از مهمترین دلایل کاهش سطح صنوبرکاری عنوان نمود. جمع‌آوری و گزینش ارقام و ارزیابی سازگاری آنها به‌عنوان تحقیقات اولیه در تعیین کلن‌های سازگار با تولید چوب بیشتر در کشورهای با سابقه در امر تحقیقات صنوبر نظیر آلمان، ایتالیا، ترکیه و چین مورد توجه بوده است. کشور چین از نظر صنوبرکاری و تحقیقات مرتبط با صنوبر به‌ویژه آزمایش‌های سازگاری ارقام و معرفی ارقام برتر از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. (Shiji 1988) رشد، مقاومت و سازگاری کلن‌های متفاوتی را از بخشهای تاکاماها

آبی در نقاط شرقی و مرکزی و حواشی رودخانه‌های غرب استان) و همچنین توسعه عمودی (افزایش عملکرد محصول چوب در واحد سطح از طریق برنامه‌های اصلاحی و به‌زراعی) را مورد توجه قرار داد. تحقیق حاضر به‌عنوان یک برنامه اصلاحی با هدف ارزیابی ارقام مختلف متعلق به سه گونه صنوبر تاج‌باز (*Populus* *P. alba* و *P. euramericana deltoides*) به‌منظور دستیابی به رقم یا ارقام با عملکرد چوب بالاتر و سازگار به شرایط منطقه برای معرفی به بخشهای اجرایی و صنوبرکاران اجرا شده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش با تعداد ۱۰ کلن متعلق به سه گونه صنوبر تاج‌باز به‌شرح جدول ۱ از سال ۱۳۸۰ به‌مدت ۷ سال در اراضی ایستگاه دامپروری واقع در حاشیه رودخانه قشلاق سنندج با ارتفاع ۱۳۵۷ متر از سطح دریا انجام شد. خاک مزرعه لومی-رسی است و محدودیت خاصی از لحاظ شوری و اسیدیته خاک ندارد (جدول ۲). جدول به قسمت نتایج منتقل شود.

خراسان تعداد ۴۲ کلن صنوبر متعلق به ۷ گونه توسط Bozorgmehr et al. (2002) مورد بررسی قرار گرفت و اعلام شد که در سال اول به‌ترتیب کلن‌های متعلق به گونه‌های دلتوئیدس، نیگرا و اورامریکن دارای بیشترین رشد بودند. (Ghaseriani et al. (1998) تعداد ۳۳ کلن صنوبر متعلق به ۶ گونه را به‌مدت ۳ سال (۱۳۶۹-۱۳۷۲) در سنندج بررسی و اعلام نمودند که از لحاظ رشد ارتفاعی و قطری کلن‌های متعلق به گونه‌های دلتوئیدس و تریکوکارپا و از لحاظ درصد زنده‌مانی کلن‌های متعلق به گونه‌های نیگرا و اورامریکن نسبت به سایر کلن‌ها برتر بودند. (Yousefi (1997) در بررسی برخی خصوصیات مؤثر در رشد و تولید چوب نهال (قطر، ارتفاع، وزن و سطح برگ و غیره) و Yousefi & Modir-Rahmati (2004) در ارزیابی و گروه‌بندی ۴۸ کلن صنوبر با استفاده از خصوصیات برگ و عملکرد چوب اعلام نمودند که اختلاف بین کلن‌های صنوبر در کلیه آزمایش‌ها از لحاظ صفات مورد مطالعه به‌ویژه رشد قطری، ارتفاعی و رویش حجمی معنی‌دار بوده است.

برای توسعه تولید چوب هم می‌توان توسعه افقی (افزایش سطح زیر کشت از طریق کشت در حاشیه مزارع

جدول ۱- کلن‌های صنوبر مورد ارزیابی

کد	نام کامل کلن	نام اختصاری
۱	<i>Populus deltoides</i> 63/3	p.d.63/3
۲	<i>Populus deltoides</i> 63/1	p.d.63/1
۳	<i>Populus deltoides</i> 63/6	p.d.63/6
۴	<i>Populus deltoides</i> 63/2	p.d.63/2
۵	<i>Populus deltoides</i> 77/51	p.d.77/51
۶	<i>Populus deltoides</i> 63/5	p.d.63/5
۷	<i>Populus deltoides</i> 79/51	p. d. 79/51
۸	<i>Populus deltoides</i> 73/51	p. d. 73/51
۹	<i>Populus euramericana</i> 561/41	p. e. 561/41
۱۰	<i>Populus alba</i> (boomi – saghez)	p. a. saghez

جدول ۲- خصوصیات خاک محل اجرای آزمایش سازگاری ارقام صنوبر

بافت	درصد شن	درصد سیلت	درصد رس	تثاسیم قابل جذب	فسفر قابل جذب	درصد ازت کل	درصد کربن آلی	درصد مواد خشتی شونده	اسیدپتئین گل اشیاع	هدایت الکتریکی (میلی موس بر سانتی متر)	درصد اشباع	عمق نمونه (سانتی متر)
لوم-رسی	۲۴	۴۵/۴	۳۰/۶	۱۷۰	۲۶	۰/۰۵	۱/۰۹	۲/۲۵	۸/۳۱	۳۹۴	۵۳/۴۹	۰-۳۰
لوم-رسی	۲۹	۴۰	۳۰/۶	۱۵۰	۱۴	۰/۰۴	۰/۶۴	۴/۲۵	۸/۲۸	۴۰۵	۴۳/۹۴	۳۰-۶۰

کلن‌ها اعمال شد. آماربرداری از خصوصیات مورد نظر طی سالهای اجرای آزمایش به صورت منظم و یکنواخت و همزمان برای کلیه تیمارها و تکرارها انجام شد. ارتفاع نهال و درخت توسط متر و دستگاه بلوم‌لایس، قطر برابرسینه درختان در ارتفاع ۱/۳۰ متری توسط نوار قطرسنج برای ۹ اصله نهال و درخت اصلی پس از خزان (آذرماه) در هر پلات به تفکیک اندازه‌گیری و ثبت گردید. حجم تک‌درخت (حجم چوب تولیدی) در هر سال براساس رابطه $V = \pi \times r^2 \times h \times f$ (V: حجم چوب درخت، π : عدد پی برابر ۳/۱۴، r: شعاع تنه درخت در ارتفاع برابرسینه (۱/۳ متر)، h: ارتفاع درخت و f: ضریب شکل برابر ۰/۵) برای هر درخت اصلی در هر کرت محاسبه و ثبت گردید. تجزیه واریانس داده‌های ثبت شده براساس مدل طرح بلوکهای کامل تصادفی انجام و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن انجام شد. تجزیه مرکب داده‌ها در سالهای آزمایش نیز به صورت اسپلیت پلات در زمان انجام شد. ثبت برخی خصوصیات کیفی درختان نظیر شادابی عمومی (براساس درجه‌های ضعیف تا عالی)، آلودگی به آفات (طبقه‌بندی در طبقات سالم، دارای آلودگی کم و آلوده) وضعیت تنه درختان (درجه‌های کاملاً صاف تا کج و معوج) و تک‌شاخه یا دوشاخه بودن تنه اصلی نیز هر ساله طی فصل رشد انجام شد. داده‌های کیفی به صورت توصیفی تجزیه و درصد طبقات مربوط به هر صفت محاسبه گردید. لازم به ذکر است که آزمایش در سال ۱۳۸۶ به واسطه عدم امکان تأمین

با بررسی آمار ۴۴ ساله (از سال ۱۳۳۷ تا ۱۳۸۲) ایستگاه سینوپتیک سنندج در فاصله ۴ کیلومتری مزرعه آزمایش، میانگین بارندگی سالانه منطقه ۴۶۲/۴ میلی‌متر با حداکثر ۷۷۹/۵ و حداقل ۲۰۰/۳ و دامنه تغییرات ۴۷۹/۳ میلی‌متر و میزان تبخیر سالانه معادل ۱۳۴۰/۶۹ میلی‌متر است. میانگین متوسط دمای سالانه منطقه ۱۳/۴ درجه و میانگین دمای حداکثر و حداقل به ترتیب برابر ۱۵ و ۱۱/۳ درجه سانتی‌گراد است. متوسط تعداد روزهای یخبندان در سال ۱۰۵/۹ روز و عمق یخبندان معادل ۱۰۵ سانتی‌متر گزارش شده است. سهم بهار و تابستان از بارندگی سالانه بسیار کم (بهار حدود ۲۵ درصد و تابستان کمتر از ۱ درصد) و این مسئله آبیاری صنوبر را در فصل رشد الزامی می‌نماید. محل اجرای آزمایش از نظر اقلیمی با ضریب خشکی (I_A) معادل ۱۹/۷ براساس روش دومارتن جزو مناطق نیمه‌خشک است (Anonymous, 2005).

کاشت نهالهای ساقه و ریشه یکساله کلن‌های صنوبر در تاریخ یازدهم فروردین ۱۳۸۱ در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی (RCBD) در ۳ تکرار انجام شد. از هر کلن و در هر تکرار تعداد ۲۵ اصله نهال یکنواخت به صورت گروهی با فاصله ۴×۴ متر کشت گردید که از ۹ درخت میانی آماربرداری انجام شد و بقیه به عنوان حاشیه در نظر گرفته شد. عملیات داشت طی دوره آزمایش شامل آبیاری منظم (هر هفته یکبار)، وجین (چند نوبت در سال)، خاک‌دهی پای نهالها، هرس (تا ارتفاع ۲ متری در سال ۱۳۸۳) به صورت یکنواخت برای تمام تکرارها و

(V) برآیندی از صفات قطر (d) و ارتفاع (h) می‌باشد برای اختصار فقط نتیجه تولید چوب کلن‌ها اعلام می‌گردد. در سال ۱۳۸۱ کلن P.d.63/5 جهش رشد نشان داد و همراه با کلن P.d.63/1 به ترتیب با حجم چوب معادل ۰/۵۰۹ و ۰/۴۵۹ مترمکعب در هکتار جزو برترین کلن‌ها بودند. کلن P.d.63/3 موفق در سال ۸۰ در سال ۸۱ نیز اگرچه حجم چوب پائین‌تری را تولید نمود، اما همراه با کلن P.d.63/2 با کلن‌های گروه اول اختلاف معنی‌داری نشان نداد. در سال ۸۲ اختلاف بین کلن‌ها از لحاظ حجم چوب بیشتر و گروه‌بندی آنها متفاوت از سالهای قبل شد، به طوری که بیشترین حجم چوب متعلق به کلن P.d.63/2 با میانگین ۱۲/۹۶ مترمکعب چوب در هکتار بود. دومین کلن برتر در این سال در گروهی پائین‌تر، کلن P.e.561/41 با میانگین ۹/۶۲ مترمکعب حجم چوب در هکتار بود و کلن P.d.63/1 با میانگین ۹/۰۹ مترمکعب چوب در هکتار در رتبه بعدی تولید چوب قرار گرفت. در سال ۸۳ هم کلن‌های برتر ۸۲ شامل P.d.63/2 و P.e. 561/41 به ترتیب با میانگین حجم چوب معادل ۳۳/۷۲ و ۳۱/۰۳ مترمکعب در هکتار برترین گروه را تشکیل دادند. کلن P.d.63/1 نیز همانند سال ۸۲ با میانگین حجم ۲۴ مترمکعب در هکتار در رتبه سوم تولید قرار گرفت.

آب تا دهم تیرماه به شدت تحت تنش خشکی قرار گرفت. درختان در اوایل بهار ۱۳۸۷ پس از آماربرداری صفات قطع شدند، اما داده‌های سال ۱۳۸۷ به واسطه آشفتگی و عدم تبعیت از توزیع نرمال وارد تجزیه واریانس نگردید و مبنای صفات کیفی هم شرایط عادی آزمایش (سالهای ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۵) تعیین شد.

نتایج

همان‌طور که جدول تجزیه مرکب واریانس (جدول ۳) نشان می‌دهد، اختلافات بسیار معنی‌داری بین ارقام صنوبر از لحاظ صفات قطر، ارتفاع و حجم چوب تولیدی وجود داشت. عامل سال هم اثر بسیار معنی‌داری بر صفات مورد بررسی اعمال نمود. البته اثر متقابل سال × کلن برای صفات قطر برابر سینه و رویش حجمی تراکمی در سطح احتمال ۱٪ و برای ارتفاع درخت در سطح احتمال ۵٪ معنی‌دار بود.

نتیجه مقایسه میانگین صفات طی سالهای آزمایش (جدولهای ۴، ۵ و ۶) نشان داد که در سال اول کلن‌های P.d.63/1 و P.d.63/3 به ترتیب با میانگین ۰/۰۹۴ و ۰/۰۷۳ مترمکعب حجم چوب در هکتار (با فاصله کاشت ۴×۴ متر) نسبت به بقیه کلن‌ها برتر بودند. کلن‌های مذکور از نظر قطر و ارتفاع نیز در بین کلن‌های مورد بررسی برترین کلن‌ها بودند. با توجه به اینکه حجم چوب هر پایه

جدول ۳- تجزیه واریانس مرکب (اسپلیت پلات در زمان) صفات در ارقام تاج‌بسته صنوبر

منابع تغییر	درجه آزادی	قطر برابر سینه	ارتفاع درخت	رویش حجمی تراکمی در هکتار
بلوک (R)	۲	۱۱/۲۲۱ ^{ns}	۲۲/۵۶۸ ^{**}	۱۷۲۱/۰۹۳ ^{ns}
کلن (G)	۹	۶۲/۳۵۹ ^{**}	۱۴/۹۱۹ ^{**}	۴۳۳۰/۸۵۹۳ ^{**}
خطا (Ea)	۱۸	۶/۳۷۸	۲/۸۴۷	۵۹۵/۳۱۲۵
سال (Y)	۵	۱۲۲۴/۸۴۳ ^{**}	۳۳۴/۱۱۸ ^{**}	۵۵۲۹۳/۳۵۹۳ ^{**}
سال × بلوک (RY)	۱۰	۱/۷۱۷ ^{ns}	۶/۰۸۴ ^{**}	۷۳۷/۱۰۹۳ ^{**}
سال × کلن (GY)	۴۵	۳/۶۱۲ ^{**}	۰/۸۰۲ [*]	۷۶۰/۹۳۷۵ ^{**}
خطا (Eb)	۹۰	۱/۰۵۵	۰/۴۸۷	۱۲۱/۰۹۳۷

ns: غیر معنی‌دار، * و **: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

به‌ترتیب با میانگین ۲۶/۵۰، ۲۴/۷۰ و ۲۳/۶۶ مترمکعب چوب در سال در هکتار برترین کلن‌های تاج‌باز این آزمایش بودند. رویش حجمی متوسط سالانه در هکتار کلن محلی *P.a.Saghez* کمترین حد (۷/۵) مترمکعب در سال در هر هکتار) در بین کلن‌های مورد بررسی بود.

میزان آسیب‌پذیری از تنش‌های محیطی موجود (خشکی، گرما و هجوم چوب‌خوار)، در بین کلن‌ها تنوع قابل ملاحظه‌ای را نشان داد، به‌طوری‌که در برخی کلن‌ها مانند *P.d.63/6* و *P.d.79/51* درصد تلفات صفر ولی در برخی هم مانند *P.d.77/51* بیش از ۵۰٪ درختان از بین رفتند. درصد تلفات سه کلن برتر از لحاظ عملکرد چوب یعنی کلن‌های *P.e.561/41*، کلن‌های *P.d.63/2* و *P.d.63/1* در این آزمایش به‌ترتیب ۳۳/۳۳، ۲۳/۰۸ و ۲۳/۰۸ درصد بود (جدول ۷).

براساس جدول ۸ کلن‌های مورد آزمایش در مجموع دارای شادابی عمومی متوسط به بالا (۵۳٪ دارای شادابی خوب تا عالی و ۴۵٪ دارای شادابی متوسط)، سالم از نظر آلودگی به آفات (آلودگی آفات مشاهده شده در مزرعه در شرایط عادی آزمایش یعنی قبل از تنش خشکی سال ۱۳۸۶ به‌میزان حداکثر یک درصد به‌طور عمده سنک بید (*Monostera dicoidalis*) و به‌میزان بسیار کمی لارو برگ‌خوار صنوبر (*Melanisoma populia*) بود، با غالبیت تنه صاف (۷۴٪ درختان دارای تنه کاملاً صاف تا صاف بودند) و تنه یک‌شاخه بودند. کلن‌های برتر از نظر تولید چوب از نظر صفات کیفی با غالبیت شادابی عمومی خوب تا عالی، آلودگی به آفت کم (دو کلن متعلق به گونه دلتوئیدس یعنی *P.d.63/2* و *P.d.63/1* بدون آلودگی، ولی کلن متعلق به گونه اورامریکن یعنی *P.e.561/41* دارای حدود ۱۵٪ آلودگی به آفات سنک بید و برگ‌خوار)، تنه صاف و یک شاخه در حد مطلوبی بودند و معرفی و توصیه این ارقام برای کاشت در شرایط مشابه این آزمایش مشکل خاصی را بوجود نمی‌آورد.

در سال پنجم این آزمایش (سال ۸۴) ترتیب برتر کلن‌های پُر محصول در سالهای ۸۲ و ۸۳ تکرار شد، به‌طوری‌که کلن‌های *P.d.63/2*، *P.e.561/41* و *P.d.63/1* با متوسط حجم چوب به‌ترتیب معادل ۱۰۰/۷۳، ۷۷/۵۳ و ۷۶/۲۷ مترمکعب در هکتار برترین کلن‌ها بودند. کلن بومی *P.a.Saghez* در این آزمایش جزو کلن‌های با کمترین حجم چوب بود. حجم چوب این کلن در سال ۱۳۸۴، برابر ۱۴/۱۶ مترمکعب در هکتار معادل ۰/۱۴ برترین کلن و ۰/۲۴ میانگین کلن‌ها بود. در سال ششم آزمایش (۱۳۸۵) هم گروه برتر کلن‌های پُر محصول در سالهای قبلی تکرار شد، به‌طوری‌که کلن‌های *P.d.63/2*، *P.d.63/1* و *P.e.561/41* با متوسط حجم چوب به‌ترتیب معادل ۱۳۰/۹۸، ۱۰۴/۵۱ و ۹۴/۴۷ مترمکعب در هکتار برترین کلن‌ها بودند. در این سال کلن *P.d.63/1* به رتبه دوم و کلن *P.e.561/41* به رتبه سوم تولید چوب تغییر جایگاه دادند. در سال هفتم آزمایش (۱۳۸۶) کلن *P.e.561/41* (سال شروع تنش خشکی) جهش رشد نشان داده و با تولید ۱۵۹/۰۱ مترمکعب در هکتار چوب برترین کلن بود. کلن‌های *P.d.63/2* و *P.d.63/1* با متوسط حجم چوب به‌ترتیب معادل ۱۴۸/۱۷ و ۱۴۱/۹۶ مترمکعب در هکتار هم در رده‌های بعدی تولید چوب قرار گرفتند.

براساس جدول ۷ بیشترین میزان تولید چوب سالانه کلن‌ها مربوط به سال هفتم کاشت قلمه (سال ۱۳۸۶) با ۳۲/۳۱ درصد تولید نهایی و کمترین آن مربوط به سال اول (سال ۱۳۸۰) با ۰/۰۸ درصد تولید نهایی بود. میانگین رویش حجمی متوسط سالانه کلن‌های آزمایش در دوره عادی آزمایش (تا سال ۱۳۸۵) برابر ۱۵/۱۵ مترمکعب در هکتار در سال بود. تا این مرحله کلن‌های *P.d.63/2*، *P.d.63/1* و *P.e.561/41* به‌ترتیب با میانگین ۲۶/۲۰، ۲۰/۹۰ و ۱۸/۸۹ مترمکعب چوب در سال در هکتار برترین کلن‌های این آزمایش بودند. در سال ۱۳۸۶ و شرایط اعمال تنش خشکی هم همان سه کلن ولی با آرایش جدید *P.e.561/41*، *P.d.63/2* و *P.d.63/1*

جدول ۴- مقایسه میانگین قطر برابر سینه طی سالهای مختلف با آزمون دانکن

نام کلن	ارتفاع درخت (متر)						
	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰
<i>P.d.63/3</i>	۱۷/۲۳ e	۱۶/۱۴ cd	۱۴/۹ b	۹/۷۸ bcd	۶/۱۷ cde	۲/۱۸ ab	۰/۹۷ ab
<i>P.d.63/1</i>	۲۰/۶۰ abc	۱۸/۵۰ b	۱۶/۶۱ a	۱۰/۵۸ b	۷/۳۰ bc	۲/۳۴ ab	۱/۰۹ a
<i>P.d.63/6</i>	۱۹/۶۷ bcd	۱۵/۶۳ cd	۱۴/۵۷ b	۹/۴۱ bcd	۵/۶۳ def	۲/۰۴ b	۰/۸۳ bc
<i>P.d.63/2</i>	۲۱/۴۴ ab	۱۹/۹۴ a	۱۸/۱۵ a	۱۱/۷۹ a	۸/۹۲ a	۲/۲۳ ab	۰/۷۵ cd
<i>P.d.77/51</i>	۱۸/۸۱ cde	۱۶/۴۲ c	۱۵/۰۰ b	۹/۸۴ bc	۶/۶۸ bcd	۱/۵۴ c	۰/۵۷ def
<i>P.d.63/5</i>	۱۷/۴۰ e	۱۵/۰۶ d	۱۳/۹۹ b	۸/۹۸ cd	۵/۵۵ def	۲/۴۱ a	۰/۷۵ cd
<i>P.d.79/51</i>	۱۸/۸۱ cde	۱۵/۳۵ cd	۱۴/۲۶ b	۹/۶ bcd	۵/۲۸ ef	۱/۴۶ c	۰/۶ de
<i>P.d.73/51</i>	۱۷/۹۸ de	۱۵/۱۶ cd	۱۴/۱۲ b	۸/۵۱ d	۴/۷۶ f	۱/۳۴ c	۰/۵۱ ef
<i>P.e.561/41</i>	۲۲/۰۵ a	۱۷/۹۱ b	۱۶/۹۹ a	۱۱/۸۳ a	۷/۸ ab	۱/۴۸ c	۰/۴ f
<i>P.a.saghez</i>	۱۲/۹۲ f	۹/۲۸ e	۸/۳۴ c	۵/۳۲ e	۲/۸۵ g	۰/۶۳ d	۰/۲۱ g

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۵- مقایسه میانگین ارتفاع طی سالهای مختلف با آزمون دانکن

نام کلن	ارتفاع درخت (متر)						
	۱۳۸۶	۱۳۸۵	۱۳۸۴	۱۳۸۳	۱۳۸۲	۱۳۸۱	۱۳۸۰
<i>P.d.63/3</i>	۱۰/۷۴ c	۱۱/۲۴ bcd	۱۰/۱۹۷ bcd	۸/۰۶ bc	۵/۱۵ cd	۳/۱۵۱ a	۲/۵۸ a
<i>P.d.63/1</i>	۱۲/۷۵ a	۱۲/۰۴ b	۱۰/۹۵ b	۸/۶۱ b	۶/۱۲ ab	۳/۲۷ a	۲/۷۸ a
<i>P.d.63/6</i>	۱۲/۳۱ ab	۱۱/۵۲ bc	۱۰/۱۱ bcd	۸/۷۶ b	۶/۳۳ a	۲/۸۸ b	۲/۱۵ b
<i>P.d.63/2</i>	۱۲/۶۷ a	۱۳/۱۰ a	۱۲/۱۱ a	۹/۶۹ a	۶/۵۱ a	۳/۲۶ a	۱/۸۹ bc
<i>P.d.77/51</i>	۱۰/۶۸ c	۱۰/۵۱ d	۹/۱۷ d	۷/۶۸ cd	۵/۶ bc	۲/۵۸ cd	۱/۷۴ cd
<i>P.d.63/5</i>	۱۰/۹۴ c	۱۰/۷۰ cd	۹/۶ cd	۸/۱۷ bc	۶/۵۸ a	۳/۳۳ a	۱/۹۲ bc
<i>P.d.79/51</i>	۱۱/۵۲ abc	۱۱/۱۷ bcd	۹/۶۱ cd	۷/۲۴ d	۴/۷ d	۲/۵۱ d	۱/۶۱ de
<i>P.d.73/51</i>	۱۱/۱۷ bc	۱۰/۴۷ d	۹/۳۹ d	۷/۵۱ cd	۵/۰۱ cd	۲/۵۲ d	۱/۴۸ de
<i>P.e.561/41</i>	۱۲/۶۸ a	۱۱/۸۷ b	۱۰/۷۷ bc	۸/۷۴ b	۶/۱۹ ab	۲/۸۳ bc	۱/۴۴ e
<i>P.a.saghez</i>	۹/۴۰ d	۸/۰۵ e	۶/۸۲ e	۵/۷۱ e	۴/۰۳ e	۱/۹۴ e	۱/۰۶ f

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۶- مقایسه میانگین حجم طی سالهای مختلف با آزمون دانکن

نام کلن	حجم (مترمکعب در هکتار)						
	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴	۱۳۸۵	۱۳۸۶
<i>P.d.63/3</i>	۰/۰۷۲۵ a	۰/۴۳۲۵ ab	۵/۴۲۶۸ de	۲۰/۵۷۸۷ bc	۵۷/۴۶۰۰ c	۷۴/۰۷۱۸ c	۸۴/۸۸۹۳ d
<i>P.d.63/1</i>	۰/۰۹۴۳ a	۰/۴۵۹۳ a	۹/۰۹۴۳ bc	۲۴/۰۰۱۸ b	۷۶/۲۶۸۷ b	۱۰۴/۰۰۷۵ b	۱۴۱/۹۵۵ ab
<i>P.d.63/6</i>	۰/۰۳۹۳ b	۰/۳۰۵۶ bc	۵/۴۸۴۳ de	۱۹/۳۳۵۰ bc	۵۴/۲۳۶۲ c	۷۰/۳۳۶۲ c	۱۲۱/۸۷۶۸ bc
<i>P.d.63/2</i>	۰/۰۳۰۶ bc	۰/۴۳۳۱ ab	۱۲/۹۵۸۱ a	۳۳/۷۲۰۰ a	۱۰۰/۷۲۹۳ a	۱۳۰/۹۸۴۳ a	۱۴۸/۱۷۱۲ ab
<i>P.d.77/51</i>	۰/۰۱۶۸ c	۰/۱۸۱۲ cd	۶/۶۳۴۳ cd	۱۸/۹۲۶۸ bc	۵۲/۴۲۹۳ c	۷۱/۰۸۵۶ c	۱۰۱/۲۴۳۱ cd
<i>P.d.63/5</i>	۰/۰۳۱۲ bc	۰/۵۰۹۳ a	۵/۹۲۵۰ de	۱۷/۲۴۶۲ c	۴۸/۶۲۰۰ c	۶۱/۴۳۳۷ c	۸۹/۴۷۰۰ d
<i>P.d.79/51</i>	۰/۰۱۸۱ c	۰/۱۵۴۳ de	۳/۵۷۷۵ ef	۱۷/۱۶۱۲ c	۴۹/۷۹۹۳ c	۶۷/۱۸۶۷ c	۱۰۴/۱۴۰۰ cd
<i>P.d.73/51</i>	۰/۰۱۵ cd	۰/۱۴۰۶ de	۳/۴۷۱۸ ef	۱۴/۹۷۵۶ c	۴۹/۹۴۱۲ c	۶۳/۳۲۲۵ c	۱۰۰/۹۴۷۵ cd
<i>P.e.561/41</i>	۰/۰۰۶۸ d	۰/۱۶۹۳ cde	۹/۶۲۱۲ b	۳۱/۰۲۶۲ a	۷۷/۵۳۰۰ b	۹۴/۴۶۹۳ b	۱۵۹/۰۱۲۵ a
<i>P.a.saghez</i>	۰/۰۰۱۲ e	۰/۰۲۳۱ e	۱/۰۴۱۲ f	۵/۰۷۰۰ d	۱۴/۱۶۳۱ d	۱۹/۹۶۹۳ d	۴۴/۹۸۷۵ e

میانگین‌های با حروف مشابه در سطح احتمال ۱ درصد با یکدیگر اختلاف معنی‌داری ندارند.

جدول ۷- وضعیت رویش حجمی سالانه و متوسط کلن‌های تاج‌باز صنوبر طی سالهای عادی و مواجه با تنش خشکی*

نام کلن	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	سال ۱۳۸۶	
									رویش حجمی جاری (m ³ /ha)	رویش حجمی جاری (m ³ /ha)
<i>P.d.63/3</i>	۰/۱۶۶۳	۰/۷۸۸۰	۴/۶۳۸۸	۱۵/۱۵۱۹	۳۶/۸۸۱۳	۱۶/۶۱۲	۱۴/۸۱	۴	۱۰/۸۱۷۵	۱۴/۱۵
<i>P.d.63/1</i>	۰/۱۸۲۷	۰/۷۰۲۱	۸/۳۹۲۵	۱۴/۹۰۷۱	۵۲/۲۶۶۹	۲۸/۲۳۹۱	۲۰/۹۰	۲	۳۷/۴۴۷۵	۲۳/۶۶
<i>P.d.63/6</i>	۰/۰۸۶۸	۰/۵۶۴۶	۴/۹۲۰۱	۱۳/۸۵۰۲	۳۴/۹۰۱۳	۱۶/۱۰۰۱	۱۴/۰۷	۶	۵۱/۵۴۰۶	۲۰/۳۱
<i>P.d.63/2</i>	۰/۰۷۶۵	۱/۰۲۸۴	۱۱/۹۲۹۹	۲۰/۷۶۱۶	۶۷/۰۰۹۴	۳۰/۲۵۴۹	۲۶/۲۰	۱	۱۷/۱۸۶۹	۲۴/۷۰
<i>P.d.77/51</i>	۰/۰۶۰۳	۰/۵۵۳۶	۶/۰۸۰۶	۱۲/۲۹۲۳	۳۳/۵۰۲۵	۱۸/۶۵۶۳	۱۴/۲۲	۵	۳۰/۱۵۷۵	۱۶/۸۷
<i>P.d.63/5</i>	۰/۰۵۸۵	۰/۹۰۰۳	۵/۰۲۴۶	۱۱/۳۲۱۶	۳۱/۳۷۳۸	۱۲/۸۱۳۴	۱۲/۲۹	۹	۲۸/۰۳۶۳	۱۴/۹۱
<i>P.d.79/51</i>	۰/۱۲۱۰	۰/۳۲۸۲	۳/۲۴۹۳	۱۳/۵۸۳۸	۳۲/۶۳۸۱	۱۷/۳۸۷۵	۱۳/۴۴	۷	۳۶/۹۵۳۱	۱۷/۳۶
<i>P.d.73/51</i>	۰/۰۳۹۵	۰/۳۹۵۳	۳/۰۷۶۳	۱۱/۵۰۳۹	۳۴/۹۶۵۶	۱۳/۳۸۱۲	۱۲/۶۶	۸	۳۷/۶۲۵۶	۱۶/۸۲
<i>P.e.561/41</i>	۰/۰۳۰۱	۰/۶۸۸۶	۸/۹۳۲۷	۲۱/۴۰۴۸	۴۶/۵۰۳۸	۱۶/۹۳۹۳	۱۸/۸۹	۳	۶۴/۵۴۳۱	۲۶/۵۰
<i>P.a.saghez</i>	۰/۰۰۹۹	۰/۱۲۸۸	۰/۹۱۱۴	۴/۰۲۸۵	۹/۰۹۳۱	۵/۸۰۶۴	۳/۹۹	۱۰	۲۵/۰۱۸۱	۷/۵۰
میانگین کلن‌ها	۰/۰۸۳۱	۰/۶۰۷۸	۵/۷۱۵۷	۱۳/۸۸۰۶	۳۷/۹۱۳۸	۱۷/۶۱۹۰	۱۵/۱۵	-	۳۳/۹۳۲۵	۱۸/۲۸

*: با احتساب ۱۱۱۱ درخت در هکتار، ضمناً در محاسبه رویش حجمی متوسط سالانه درخت عملکرد سال ۱۳۸۰ (سال کشت قلمه و تولید نهال

ریشه و ساقه یکساله) منظور نشده است و رویش متوسط آورده شده مربوط به سالهای اول تا پنجم پس از کشت نهال می‌باشد.

جدول ۸- وضعیت برخی صفات کیفی کلنهای تاجباز صنوبر

نام کلن	شادابی عمومی درخت (درصد)			وضعیت تنه درختان (درصد)				یک یا چند شاخه بودن تنه (درصد)				
	ضعیف	متوسط	خوب	عالی	سالم	آلودگی کم	کاملاً صاف	صاف متوسط	کج	تنه ۱ شاخه	تنه ۲ شاخه	تنه ۳ شاخه
<i>P.d.63/3</i>	-	۲۹/۶۳	۴۸/۱۵	۲۲/۲۲	۹۶/۳	۳/۷	۱۸/۵۲	۶۲/۹۶	۱۱/۱۱	۷/۴۱	۷/۴۱	۹۲/۵۹
<i>P.d.63/1</i>	-	۴۸/۱۵	۲۹/۶۳	۲۲/۲۲	۱۰۰	-	۷/۶۹	۷۶/۹۲	۱۱/۵۴	۳/۸۵	-	۹۶/۱۵
<i>P.d.63/6</i>	-	۴۸/۱۵	۴۸/۱۵	۳/۷	۱۰۰	-	۱۸/۵۲	۶۶/۶۷	۱۱/۱۱	۳/۷۱	-	۹۶/۳
<i>P.d.63/2</i>	-	۴۰/۷۴	۵۵/۵۵	۵۵/۵۵	۳/۷	-	۱۱/۵۴	۶۵/۳۸	۱۵/۳۸	۷/۷	-	۹۲/۳۱
<i>P.d.77/51</i>	-	۵۵/۵۵	۴۴/۴۴	-	۹۶/۳	۳/۷	۱۱/۱۱	۷۴/۰۷	۱۱/۱۱	۳/۷۱	-	۹۶/۳
<i>P.d.63/5</i>	۳/۷	۵۶	۴۰/۳	-	۹۲	۸	۲۴	۵۲	۱۲	۱۲	-	۱۰۰
<i>P.d.79/51</i>	-	۵۱/۸۵	۴۰/۷۴	۷/۴۱	۱۰۰	-	۷/۴۱	۵۹/۲۶	۱۸/۵۲	۱۴/۸۱	-	۸۵/۱۹
<i>P.d.73/51</i>	۰/۰۴	۵۲	۳۶	۸	۱۰۰	-	۳/۸۵	۵۳/۸۵	۱۱/۵۴	۳۰/۷۶	-	۸۰/۷۷
<i>P.e.561/41</i>	-	۳۳/۳۳	۵۵/۵۵	۱۱/۱۱	۸۵/۱۹	۱۴/۸۱	۷/۴۱	۶۲/۹۶	۲۲/۲۲	۷/۴۱	-	۹۶/۳
<i>P.a.saghez</i>	-	۳۰/۷۷	۵۷/۶۹	۱۱/۵۴	۹۶/۲	۳/۸	۷/۶۹	۴۶/۱۵	۱۹/۲۴	۱۵/۳۸	۱۱/۵۴	۱۰۰
متوسط کلن‌ها	۰/۷۶	۴۴/۸۷	۴۵/۶۳	۸/۷۴	۹۶/۵۹	۳/۴۱	۱۱/۷۴	۶۲/۱۲	۱۴/۳۹	۱۰/۶۱	۱/۱۴	۹۳/۵۶

بحث

نموده است که در گیاهان چندساله امری عادی است، زیرا همواره رشد و توان یک گیاه چند ساله به‌عنوان مثال در سال سوم بیش از سال دوم و در سال دوم بیش از سال اول است، اما معنی‌دار شدن اثر متقابل سال \times کلن در این آزمایش برای صفات مورد مطالعه نشانگر وجود اختلاف در پاسخ به تغییرات زمانی (سال) در بین کلن‌های صنوبر است.

به‌طورکلی بررسی روند رشد در کلن‌های صنوبر نشان داد که سالهای اول و دوم پس از کاشت «مرحله استقرار نسبی نهال» در زمین بوده و درصد رشد قطری، ارتفاعی و موجودی حجمی در این مرحله نسبت به سال آخر آزمایش در حد پایینی بوده است. در مرحله استقرار، نهالها درگیر توسعه سیستم ریشه از طریق نفوذ عمقی و افقی، سازش با شرایط فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی زمین می‌باشند. علاوه بر آن، در این مرحله به‌واسطه کوچک بودن نهالها، وجود فضای خالی قابل توجه بین آنها و رطوبت ناشی از آبیاری، مسئله رقابت علفهای هرز هم وجود داشته و بدون شک نهالهای جوان صنوبر در این

وجود تفاوت رشد معنی‌دار بین کلن‌های مورد بررسی در این آزمایش از لحاظ تمام صفات مورد بررسی در تمام سالها، نقطه اشتراک این تحقیق با غالب تحقیقات خارجی و داخلی اشاره شده در سابقه تحقیق می‌باشد. تقریباً در کلیه تحقیقات سازگاری ارقام صنوبر در کشور، از لحاظ صفات مورد مطالعه از جمله رشد قطری، ارتفاعی و حجمی وجود اختلافات معنی‌دار بین کلن‌های مورد بررسی گزارش شده است (Ghasemi, 1999; Bozorgmehr et al., 2002; Hemati & Modir-Rahmati, 2002; Yousefi & Modir-Rahmati, 2004 & 2007). وجود اختلاف معنی‌دار آماری بین کلن‌ها از نظر صفات مورد بررسی و به‌ویژه رشد حجمی به‌عنوان برآیند سایر صفات، نشانگر وجود سازگاری برخی کلن‌ها در میان مجموعه ژنوتیپهای مورد بررسی بوده و می‌تواند مبنایی مناسب برای گزینش کلن‌های برتر و در نهایت معرفی آنها فراهم آورد.

سال، اثر بسیار معنی‌داری بر صفات مطالعه شده اعمال

کلن‌های برتر سالهای قبل بود.

تنش خشکی اتفاق افتاده در سال ۱۳۸۶ اگرچه ناخواسته و به‌طور عمدی ریشه در کمبود اعتبارات طرح برای جذب کارگر و سایر هزینه‌های طرح داشت، اما محک مناسبی برای سنجش میزان تحمل کلن‌های صنوبر در شرایط سنندج در قبال تنش خشکی و گرمای شدید و همچنین تنش ثانویه حمله آفت چوب‌خوار به‌واسطه ضعف درختان در اثر کم آبی بود. از آنجا که کشور ما همیشه با یک یا چند تنش غیرزنده و زنده محیطی روبروست، توصیه می‌شود که مسئله سنجش تحمل کلن‌های برتر صنوبر به‌نوعی وارد مطالعات آینده پوپلوم‌های سازگاری شده و در گزینش کلن‌های پرمحصول یکی از معیارهای مورد نظر، میزان تحمل در قبال تنشهای محیطی به‌ویژه تنش خشکی (کم آبی) باشد. تنش خشکی سال ۱۳۸۶ نخست رشد کلن‌های صنوبر را به‌شدت محدود نمود، به‌طوری‌که کلن‌های صنوبر در سال ۱۳۸۶ نتوانستند سرعت و مقدار رشد پتانسیلی خود را نشان دهند؛ درثانی تنش خشکی موجب ضعف شدید درختان و در نتیجه مساعد شدن زمینه حمله گسترده چوب‌خوار (*Melanophylla picta*) شد. میانگین تلفات در کلن‌های تاج‌باز مورد آزمایش ۲۲/۷۹ درصد با دامنه ۵۱/۸۵ درصد (کلن‌های *P.d. 79/51* و *P.d.63/6* کمترین و کلن *P.d.77/51* بیشترین درصد تلفات ناشی از خشکی) بود. اما تنش خشکی سال ۱۳۸۶ فقط ترتیب کلن‌های برتر سالهای قبلی را تغییر داد و ترکیب کلن‌های برتر همانند سالهای قبل بود. بنابراین می‌توان استنباط نمود که کلن‌های قویتر صنوبر به‌طور طبیعی تحمل بیشتری در قبال تنشهای محیطی دارند.

گونه‌های تاج‌باز صنوبر از جمله گونه دلتوئیدس (*Populus deltoides*)، تا حدی اورامریکن (*Populus euramericana*) و همچنین گونه کبوده (*Populus alba*) به‌ویژه کبوده شیرازی به‌واسطه دارا بودن تاج پراکنده و

مرحله نسبت به سالهای بعدی در برابر خسارت ناشی از علفهای هرز حساس‌تر هستند. پس از مرحله استقرار نسبی و از سال سوم آزمایش به بعد «مرحله رشد» آغاز شد. در این مرحله رشد آرام اولیه در سال ۸۲ شروع شد. اگرچه تغییرات رشد سال سوم نسبت به سال قبل در بین سالهای مورد بررسی به‌واسطه خروج از مرحله استقرار و شروع رشد قابل توجه بیشترین مقدار در بین سالهای مورد آزمایش بود، اما رشد سریع قطری، ارتفاعی و موجودی حجمی در عمل از سال چهارم به بعد آغاز شد. از سال ۸۳ به بعد منحنی رشد موجودی حجم نسبت به زمان، وضعیت تقریباً منظم افزایشی دارد. این وضعیت احتمالاً چند سال دیگر ادامه و در نهایت همانند تمام منحنی‌های رشد حالت سیگموئیدی پیدا خواهد نمود یعنی بعد از چند سال سرعت تغییرات رشد با زمان کند و کندتر خواهد شد.

با بررسی نتایج صفت رویش حجمی یا عملکرد چوب کلن‌ها در سالهای مختلف دو نکته مهم قابل استخراج است. نکته اول آنکه ۳ کلن صنوبر تاج‌باز *P.e.561/41*، *P.d.63/2* و *P.d.63/1* با توان تولید چوب (رویش حجمی) به‌ترتیب برابر ۲۶/۵۰، ۲۴/۷۰ و ۲۳/۶۶ مترمکعب در سال در هکتار (در مقابل متوسط تولید معادل ۱۸/۲۸ مترمکعب در سال در هکتار و تولید رقم بومی *P. alba* Saghez معادل ۷/۵ مترمکعب در سال در هکتار) به‌ترتیب جزو کلن‌های تاج‌باز سازگار و برتر از لحاظ تولید چوب در منطقه سنندج در استان کردستان بودند. نکته دوم آن است که با بررسی ترتیب کلن‌های برتر از لحاظ رویش حجمی طی سالهای آزمایش مشخص شد که پس از مرحله استقرار نهال (سالهای اول و دوم پس از کاشت قلمه) و از سال سوم آزمایش به بعد، نوع و حتی رتبه کلن‌های برتر از نظر رویش حجمی ثابت ماند. تنها تغییر اتفاق افتاده در سال ۱۳۸۶ به‌عنوان سال مواجهه کلنهای صنوبر تاج‌باز با تنش شدید خشکی، تغییر در ترتیب

Populus deltoidea و حتی اورامریکن (*Populus euramericana*) نیازهای اکولوژیکی بالایی دارند (نیاز آبی بالاتر و غیره)، همچنین به واسطه باز بودن شاخه‌ها به فضای بیشتری هم نیاز داشته و به جای تولید تنه قطورتر و تجمع غالب مواد چوبی در تنه، این مواد در تنه و شاخه‌ها تقسیم و در واقع بیوماس بیشتری نسبت به گونه نیگرا دارند که این مسئله کشت و بازاریابی آن در بازارهای سنتی که به دنبال صنوبرهایی با تنه صاف، مستقیم و سیلندریک هستند را محدود می‌کند، اما برای بازارهای امروزی که دامنه صنعتی متنوعی را برای مصرف انواع چوب با قطرهای مختلف مانند کاغذسازی، تولید نئوپان و انواع تخته‌های متراکم (HDF) و نیمه‌متراکم (MDF) و غیره ایجاد نموده است، آنچه اهمیت دارد سرعت رشد و تولید چوب در واحد زمان است که صنوبرهای تاج‌باز از این نظر برتری دارند. در مجموع با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و نیازهای اکولوژیکی گونه‌های صنوبر، به‌عنوان یک نتیجه منطقی می‌توان صنوبرهای تاج‌باز دلتوئیدس (*Populus deltoidea*) و اورامریکن (*Populus euramericana*) را برای کاشت در مناطق دشت (جلگه، فلات) با آب و خاک بهتر و شرایط مطمئن‌تر و صنوبرهای تاج‌بسته (*Populus nigra*) را برای مناطق کوهستانی و حواشی رودخانه‌های استان و مناطق مشابه در کشور توصیه نمود. عملکرد ۳ کلن برتر و معرفی شده تاج‌باز در آزمایش شامل کلن‌های *P.d.63/1* و *P.d.63/2*، *P.e.561/41*، *P.d.63/1* و *P.d.63/2* مترمکعب در سال در هکتار ۲۶/۵۰، ۲۴/۷۰ و ۲۳/۶۶ مترمکعب در سال در هکتار چوب به‌میزان ۱/۳ تا ۱/۵ برابر میانگین کل عملکرد ارقام و ۳ تا ۳/۵ برابر عملکرد گونه کبوده محلی بود که عملکرد چشمگیری می‌باشد.

سپاسگزاری

تحقیق حاضر بدون زحمات همکاران گروه تحقیقات

برگهای با سطح و وزن بیشتر، بهتر از نورخورشید استفاده نموده و اسکلت‌بندی محکم‌تر و تولید بیوماس بیشتری نسبت به گونه‌های تاج‌بسته مانند تبریزی (*Populus nigra*) دارند. (Yousefi & Modir- Yousefi (1997) و Rahmati (2004) با بررسی خصوصیات نهالهای ریشه و ساقه یکساله در ایستگاه تحقیقات زاله سنندج وجود همبستگی مثبت و بسیار معنی‌داری را بین سطح و وزن برگ با عملکرد چوب نهال گزارش و اعلام نمودند که کلن‌های با تولید چوب بالا متعلق به گونه دلتوئیدس (*Populus deltoidea*) دارای میانگین سطح و وزن برگ بیشتری نسبت به سایر کلن‌ها بودند. اما به هر حال در بیشتر مناطق غربی کشور از جمله کردستان گونه تبریزی (*Populus nigra*) دارای قدمت کاشت و تطابق با شرایط منطقه از جمله سرما، برف و تحمل خشکی نسبی هوای تابستان می‌باشد و به‌واسطه نیازهای کمتر، قناعت اکولوژیکی بالاتر و تطابق بیشتر با شرایط منطقه در شرایط معمول بر گونه‌های تاج‌باز از جمله گونه دلتوئیدس برتری دارد؛ اما در همین مناطق هم برخی گونه‌های تاج‌باز مانند صنوبرهای شالک (*Populus nigra var. afghanica*) که در کردستان به پلک (palk) معروفند، به‌خوبی با شرایط منطقه سازگار و تولید چوب بسیار خوبی هم دارند. همچنین در برخی از شهرهای کردستان (مانند بیجار و سقز) از حدود ۵۰ سال پیش اقدام به وارد کردن گونه‌های صنوبر تاج‌باز دلتوئیدس (*Populus deltoidea*) و اورامریکن (*Populus euramericana*) و کاشت در پارکهای شهر نموده‌اند که تنه‌های قطور، بیوماس و چوب زیاد و شادابی آنها نشانگر سازگاری خوب آنها به مناطق مرتفع و سرد استان و کشور هم می‌باشد. (Salari (1999) اعلام نمود که صنوبرهای گونه نیگرا با تاج بسته مزیت‌های بسیاری بر سایر گونه‌ها برای کشت در بیشتر نواحی ایران دارند. باید متذکر شد که گونه‌های تاج‌باز دلتوئیدس (*Populus*

- Hemmati, A. and Modir - Rahmati, A.R., 2002. Results of adaptation trial for high yielding poplar clones in Kermanshah's Gharb Paper Industry. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 8: 86-124.
- Lotfian, H., 1984. Final report of poplar research projects. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, Publication No. 45.
- Mir-Damadi, A., 1969. The poplar experimental nurseries. Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 140 p.
- Mir-Sadeghi, H., 2001. Status of raw material production at Gharb Paper Industries Company. Gharb Paper Industries company, 100 p.
- Salari, A., 1999. Adaptation experiment of appropriate poplar varieties in West Azerbaijan province (Final Report). Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 78 p.
- Shiji, W., 1988. A brief introduction to study on the technique for Poplar. International Poplar Commission (IPC), China 5-7 Sept. 1988, 31 p.
- Yousefi, B., 1997. Survey of some effective traits in growth and correlation of annual sapling of 32 poplar varieties. Journal of Pazhouhesh and Sazandagi, 34: 18-23.
- Yousefi, B., 2006. Poplars, botany, importance, agronomy and its development program. Research Center of Agriculture and Natural Resources of Kurdistan Province, 29 p.
- Yousefi, B. and Modir - Rahmaty, A., 2004. Evaluation and grouping of 48 poplar varieties using wood yield and leaf characteristics. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 12(1): 79-108.
- Yousefi, B. and Modir - Rahmaty, A., 2007. Compatibility experiment of 10 poplar clones for introducing of most suitable clones to executive unit in Kurdistan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 253-267.

صنوبر و درختان سریع‌الرشد مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور و همچنین همکاران مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی کردستان به‌ویژه آقای مهندس یعقوب کارگر و آقای سید خالد هدایتی‌پور به سرانجام نمی‌رسید، بدین‌وسیله صمیمانه از همگی این عزیزان سپاسگزاریم.

منابع مورد استفاده

References

- Anonymous, 2001. Status of wood production at western provinces of Iran. Gharb Paper Industries Company, 10 p.
- Anonymous, 2005. Water supply and irrigation of green spaces of Sanandaj city, project report, Volume1: identification and feasibility studies, Chapter2: Meteology, 288 p.
- Asadi, F. and Bagheri, R., 1999. Investigation on poplar cultivated area change by aerial photographs and land control. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 3: 89-108.
- Bozorgmehr, A., Modir - Rahmaty, A., Ghasemi, R. and Abedi, Kh., 2002. Collection of endemic and exotic poplar clones in northern Khorasan (Bojnourd). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 8: 125-160.
- Ghasemi, R., 1999. Adaptation experiment of appropriate poplar varieties in Karaj (Final Report). Research Institute of Forest and Rangelands of Iran, 69 p.
- Ghaseriani, F., Hemmati, A. and Marrofi, H., 1998. Survey of poplar varieties characteristics in experimental nursery of Kurdistan province, (Final Report). Research Institute of Forests and Rangelands of Iran, 95 p.

Investigation on adaptation and wood yield of different open crown poplar clones at Sanandaj comparative poplulum

B. Yousefi^{*1} and A.R. Modir-Rahmati²

^{1*}- Corresponding author, Assistant Professor, Agricultural and Natural Resources Research Center of Kurdistan province, Sanandaj, I.R. Iran. E-mail: bayzidyousefi@yahoo.com

²- Associate Professor, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I.R. Iran

Received: 31.07.2012

Accepted: 28.12.2012

Abstract

The trial was conducted by planting 10 different open crown poplar clones near Gheslagh riverside at Sanandaj city of Kurdistan province of Iran from 2001 for seven years, in order to study their adaptability and wood yield. Poplar plantation started from 2002 based on randomized complete blocks design with three replications by a 4 x 4 m. spacing (25 saplings per plot). Poplar characteristics, including total height and diameter at breast height (dbh) were measured annually after planting. Results showed that effects of first and second years after planting on sapling's cumulative growth of dbh, height and volume were not significant. The average of dbh, total height and volume at end of 2007 were 18.69 cm., 11.51 m. and 109.88 m³ ha⁻¹, respectively. There were significant differences between the clones in respect to their growth performance, during the trial period. Three of the clones, including *P. euramericana* 561/41, *P. deltoids* 63/2 and *P. deltoids* 63/1 had the best adaptation and performance among the studied ones at Sanandaj ecological conditions. The average dbh, total height and volume increment of the outstanding clones were 22.05, 21.44 and 20.6 cm; 12.68, 12.67 and 12.75 m. and 26.5, 24.7 and 23.66 m³ ha⁻¹ y⁻¹, respectively. Their quality was perfect as well with low damage caused by dry stress, good to excellent freshness, low contamination to pests (without stress condition) and straight and smooth stems or having one or two branches.

Key words: Wood production, diameter, height, volume, *Populus euramericana*, *Populus deltoides*