Archive of SID

فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۴ شماره ۳، صفحه ۵۲۸-۵۲۰، (۱۳۹۵)

اثر تغییرات صفات رویشی کبوده (*Populus alba* L.) بر تولید چوب در حاشیه رودخانه زاینده‌رود اصفهان

سیدماجد حسامی [۱*] و فرهاد اسدی [۲]

۱*- پژوهشگر، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران
پست الکترونیک: hesami@asia.com

۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۱۴ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۲/۱۵

چکیده

برای برآورد مقدار تولید چوب صنوبر در صنوبرکاری‌های سنتی، محاسبه میزان رویش آنها ضروری است. به‌منظور بررسی تغییرات صفات رویشی صنوبر در حاشیه رودخانه زاینده‌رود اصفهان، شش توده کبوده (*Populus alba* L.) از سطح صنوبرکاری‌شده حاشیه رودخانه انتخاب شدند و مشخصات رویشی آنها شامل قطر، ارتفاع، میزان رویش قطری و میزان افزایش ارتفاع اندازه‌گیری شد و سپس رویش حجمی آنها محاسبه شد. داده‌های جمع‌آوری‌شده به‌روش آماری تجزیه واریانس یک‌طرفه تجزیه و تحلیل شدند. براساس نتایج، توده‌ها در صفات ارتفاع، قطر، متوسط رویش و رویه زمینی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در صفت حجم چوب در هکتار در سطح اطمینان ۹۵ درصد تفاوت معنی‌داری را نشان دادند. براساس جدول مقایسه میانگین‌ها، توده چهار ازنظر صفات قطر، ارتفاع و رویه زمینی و توده شش ازنظر حجم چوب تولیدی در هکتار و رویش سالانه بیشترین مقدار را داشتند. میزان رویش سالانه در هکتار از ۱۶/۵۳ تا ۴۷/۲۵ متر مکعب در توده‌های مختلف متغیر بود که این حداکثر تولید چوب علاوه‌بر تفاوت توده، به‌دلیل وجود حداقل فاصله کاشت درختان و افزایش تعداد در هکتار به‌دست آمد. به‌عبارت دیگر تغییرات فاصله کاشت و دخالت‌های مدیریتی در توده‌ها را می‌توان در میزان و کیفیت تولید چوب صنوبر بسیار مؤثر دانست.

واژه‌های کلیدی: اصفهان، صفات رویشی، صنوبر.

مقدمه

صنوبر (Populus L.) از خانواده Salicaceae است که در ایران به نام‌های محلی تبریزی، سپیدار، شیرین‌قلمه، کبوده و مانند آن شناخته می‌شود. صنوبر به‌دلیل داشتن سازگاری اکولوژیکی زیاد در مناطق وسیعی از نیمکره شمالی و نواحی نیمه‌گرمسیری پراکنش دارد. این گیاه قابلیت کشت در بیشتر اقلیم‌ها را دارد و در شرایط مساعد و مساوی، رشد سریع‌تری نسبت به گونه‌های تندرشد دیگر دارد و تولید آن به ۴۰ متر مکعب در هکتار در سال می‌رسد. ویژگی‌های مورفولوژیکی، آناتومیکی، فیزیکی، مکانیکی و تکنولوژیکی چوب صنوبر برای بسیاری از صنایع مانند چوب، نئوپان، کبریت‌سازی، روکش‌سازی و کاغذسازی اهمیت دارد (Tabatabayi, 1984).

با توجه به اهمیت چوب در زندگی بشر و نیاز روزافزون انسان به فرآورده‌های اصلی و فرعی آن و نظر به کاهش سطح جنگل‌های طبیعی، بسیاری از کشورها از مدت‌ها قبل

www.SID.ir

Archive of SID

برای تهیه منابع چوب، به کاشت انواع گونه‌های سریع‌الرشد به‌ویژه صنوبر اقدام کرده‌اند (Lotfian *et al.*, 1984). کاشت صنوبر به‌منظور تولید چوب برای مصارف مختلف صنعتی و سنتی در کشور از دیرباز مورد توجه بوده است و این گونه توسط روستاییان کشت و پرورش می‌شده است. چنان‌چه اصلاح صنوبرکاری‌های فعلی و حفظ و توسعه صنوبرکاری با هدف افزایش توان تولید چوب مورد توجه باشد، در گام اول باید تحقیق و بررسی همه‌جانبه‌ای در مورد این توده‌ها انجام گیرد. در میان درختان جنس صنوبر، کبوده (*P. alba* L.) و شالک (*P. nigra* L.) در استان‌های کرمانشاه، زنجان و اصفهان از پراکنش بیشتری برخوردار هستند (Alimohammadi, 2008).

در منابع داخلی، میزان تولید چوب ۲۰ کلن از شالک در ارومیه با فاصله ۴ × ۴ متر طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۳ در بهترین مورد ۲۷/۵۶ متر مکعب در سال و در هکتار به‌دست آمد (Salari, 1997). در تحقیقی دیگر، ۱۵ کلن صنوبر که به‌طور عمده تاج‌بسته و هرمی بودند، ازنظر کمی به‌مدت ۱۰ سال بررسی شدند و مشخص شد که کلن 13.17 *P. nigra* var. *betulifolia* با میانگین قطر ۱۹/۸ سانتی‌متر و کلن 56.33 *P. nigra* با میانگین ارتفاع ۱۷/۷ متر، از بیشترین رویش قطری و ارتفاعی برخوردار بودند (Ghasemi, 2002). در اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب کرمانشاه، نه کلن از شالک در فاصله کاشت ۳ × ۳ متر طی هفت سال بررسی شد و نتایج نشان داد که بهترین کلن ۲۷ متر مکعب رویش داشته است (Hemmati & Modirrahmati, 2002). در بررسی مقایسه رشد سالانه و متوسط کبوده شیرازی و سفیدپلت در خوشامیان چالوس مشخص شد که میزان رویش قطری سفیدپلت نسبت به کبوده شیرازی تفاوت بسیار معنی‌داری داشت. سفیدپلت دارای رشد منظم‌تر و نوسانات رشدی کمتری نسبت به کبوده شیرازی بود، به‌طوری‌که تفاوت معنی‌داری بین سال‌های مختلف در ارتفاعات متفاوت آن دیده نشد، درحالی‌که پنج سال اول رشد کبوده با سال‌های هفت، هشت، نه و ۱۰ تفاوت معنی‌داری را نشان داد. جنگلکاری‌های محلی با سفیدپلت بهتر از کبوده شیرازی پاسخ داد و این توده قابل استفاده در احیای جنگل‌های مخروبه جلگه‌ای منطقه بود (Jalilvand, 2002). در بررسی کمی و کیفی صنوبرکاری‌های منطقه زنجانرود نیز مشخص شد که با وجود این‌که از ۹۰ درصد توده‌های صنوبر منطقه، ۶۰ درصد شالک و ۳۰ درصد کبوده شیرازی بودند، اما درختان کبوده از رشد ارتفاعی مطلوب‌تری برخوردار بودند و بیشینه ارتفاعی آنها ۲۵ متر با ۲۲ متر طول تنه و قطر بیشتر از هشت سانتی‌متر بود، درحالی‌که در شالک‌ها، بیشینه ارتفاعی ۲۲/۴ و طول تنه ۱۸ متر بود. همچنین درختان کبوده در ابعاد یکسان استوانه‌ای‌تر بوده‌اند و از حجم بیشتری برخوردار بودند. ازنظر کیفی نیز به‌علت داشتن پوست نازک‌تر، بیشتر مورد توجه خریداران بودند و با وجود سرعت رشد کم، در سنین نونهالی، برتری‌های رویشی خود را در سنین بیشتر نشان دادند (Bagheri *et al.*, 2002). در مطالعه طرح ملی تولید چوب از طریق کشت درختان چوب‌ده سریع‌الرشد، ذکر شده است که اغلب جنگل‌های دست‌کاشت تولیدی موجود در مناطق رویشی زاگرس و ایرانو- تورانی زیر کشت ارقام بومی کبوده و تبریزی هستند که در این بررسی رغبت کشاورزان برای کاشت کبوده به‌دلیل رویش قطری و ارتفاعی آن بیشتر بوده است (Aminpour *et al.*, 2004). در پژوهشی که درخصوص گونه‌های مختلف صنوبر طی ۱۰ سال در اصفهان انجام شد، مشخص شد که کلن‌های *P.d.*73/51، *P.*× *e. triplo* ازنظر ارتفاع و دوره رویش و شالک ازنظر زنده‌مانی جزء کلن‌های برتر بودند (Daneshvar & Modirrahmati, 2008).

در منابع خارجی نیز در پژوهشی با هدف ارزیابی رشد و تولید حجمی صنوبرهای ۱۲ ساله *P. euramericana*. I. 214 در کشور اسلواکی و در فواصل کاشت مختلف مشاهده شد که بیشترین تولید حجمی در فاصله یک و ۰/۵ × ۳ متر و معادل ۳۰ متر مکعب در سال و در هکتار بود (Kohan, 1999). اندازه درخت، رویه زمینی و توزیع مکانی جمعیت *P. fremontii* در رویشگاه‌های آبخیز ریوگراند (Rio Grande) در نیومکزیکو نیز بررسی شد. در هر رویشگاه،

www.SID.ir

Archive of SID

۱۰ قطعه‌نمونه تصادفی در داخل توده‌ها انتخاب شد. قطر برابر سینه و فاصله تا رودخانه برای ۱۸۰۳ درخت در پنج جمعیت و رویه زمینی در هکتار اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اندازه درخت هم به‌طور خطی و هم به‌طور غیرخطی با فاصله از رودخانه همبستگی داشته است که می‌تواند به‌دلیل میزان دسترسی به آب باشد (Rowland *et al.*, 2000).

تحقیقات نشان داده است که تأثیر محیط بر عملکرد درختان به‌ویژه رشد قطر صنوبر بسیار قابل توجه است که بیشتر از هر چیز دیگر متأثر از وضعیت خاک است. در تحقیقی که در مورد تعداد زیادی از کلن‌های صنوبر در چهار منطقه مینسوتا، آیوا، ویسکانسین و میشیگان در آمریکا انجام شد، مشخص شد که اثر متقابل کلن در موقعیت آزمایش، ۲۰/۶ درصد واریانس را به‌خود اختصاص داده است. اثرات متقابل محیط و ژنوتیپ به‌طور معنی‌داری در سال سوم آزمایش افزایش نشان داد و این روند تا سال ششم همچنان وجود داشت (Riemenschneide *et al.*, 2001).

استان اصفهان یکی از استان‌های مستعد تولید صنوبر در ایران است. وجود رودخانه‌های دائمی زاینده‌رود و ماربر شرایط مناسبی را برای کاشت صنوبر در اراضی حاشیه این رودخانه‌ها فراهم کرده است. حوضه زاینده‌رود مساحتی حدود ۲۷۵۷۰ کیلومتر مربع دارد که متوسط بارندگی آن حدود ۲۸۰ میلی‌متر است. گونه‌های صنوبر موجود در اصفهان شامل شالک، *P. alba* cv Kabudeh Bumi و *P. alba* cv Kabudeh Shirazi است. از این‌رو برای شناسنامه‌دار شدن توده‌های باارزش صنوبر ایران، تعیین تفاوت‌ها و شباهت‌های آنها، تعیین راهبردهای مدیریت این توده‌ها و برنامه‌های اصلاحی آینده لازم است که بررسی تغییرات صفات رویشی صنوبر کبوده در حاشیه رودخانه‌های استان اصفهان انجام شود که هدف پژوهش پیش‌رو بود.

مواد و روش‌ها

صفات رویشی شش توده کبوده (توده یک منطقه پلنگ‌ستان، توده دو منطقه هوره، توده سه منطقه سرادجان، توده چهار منطقه چم‌کاکا، توده پنج منطقه حجت‌آباد، توده شش منطقه گرم‌دره) در حاشیه رودخانه زاینده‌رود اصفهان، براساس روش پیشنهادی ایمبرت (Imbert & Lefevre, 2003) و آلبا (Alba, 2000) در سال‌های ۱۳۸۵ تا ۱۳۸۸ بررسی شدند. این توده‌ها دارای کمترین میزان دخالت بودند و سن آنها کمتر از ۲۰ سال بود. مساحت توده‌ها بیشتر از ۰/۳ هکتار و فاصله آنها از یکدیگر حداقل ۳/۵ کیلومتر بود (شکل ۱). موقعیت جغرافیایی توده‌ها، مساحت توده، فاصله مرکز توده از بستر رودخانه، ارتفاع از سطح دریا، تعداد کل درختان موجود در هر توده و همچنین تعداد و مساحت قطعات نمونه در هر توده در جدول ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱- وضعیت ظاهری یکی از توده‌های صنوبر مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مشخصات توده‌های صنوبر مورد بررسی

شماره	مساحت (متر مربع)	تعداد درخت موجود	ارتفاع از سطح دریا (متر)	فاصله از بستر (متر)	تعداد کل درختان آماربرداری‌شده	تعداد قطعه‌نمونه	مختصات جغرافیایی توده
۱	۲۴۵۰۰	۸۱۶۷	۱۸۰۰	۱۰	۸۰	۴	۳۲° ۲۵′ ۰۹″ N ۵۱° ۰۷′ ۴۴″ E
۲	۱۹۰۰۰	۸۴۴۴	۱۸۹۰	۲۰	۶۰	۳	۳۲° ۲۷′ ۳۹″ N ۵۰° ۵۹′ ۵۲″ E
۳	۱۸۵۰۰	۱۸۵۰۰	۱۷۵۰	۲۵	۸۰	۴	۳۲° ۲۲′ N ۵۱° ۱۱′ E
۴	۱۲۵۰۰	۴۱۶۷	۱۸۷۰	۵۰	۸۰	۴	۳۱° ۳۲′ ۴۲″ N ۵۰° ۵۱′ ۵۹″ E
۵	۱۱۸۰۰	۹۸۳۳	۱۹۵۰	۳۰	۱۰۰	۵	۳۲° ۳۷′ ۱۳″ N ۵۰° ۵۱′ ۳۵″ E
۶	۹۰۰۰	۹۰۰۰	۱۹۰۰	۱۰۰	۸۰	۴	۳۲° ۳۵′ ۳۵″ N ۴۷° ۵۱′ ۴۴″ E

براساس مساحت هر توده و فاصله کاشت درختان، تعدادی قطعه‌نمونه ۲۰ درختی (با مساحت متغیر) با شدت پنج درصد انتخاب شد. در هر توده، قطعات نمونه به‌صورت منظم- تصادفی پیاده شدند تا سطح کل توده را پوشش دهند. به‌منظور پیشگیری از عدم یکنواختی تعداد درختان اندازه‌گیری‌شده در هر قطعه‌نمونه، قطعات نمونه با مساحت متغیر و براساس حضور ۲۰ درخت انتخاب شدند تا تعداد درخت کافی در هر قطعه‌نمونه وجود داشته باشد. لازم به‌ذکر است که روش آماربرداری با قطعات نمونه دارای مساحت متغیر براساس رویه زمینی در توده نیز استفاده شده است (Zobeiri, 1994). شکل قطعات نمونه به پیروی از کشت ردیفی به‌صورت مستطیلی انتخاب شد. در هر قطعه‌نمونه، قطر برابر سینه کلیه درختان و ارتفاع هفت درخت (قطورترین درخت، نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه‌نمونه و درختی با قطر متوسط و چهار درخت در چهار گوشه قطعه‌نمونه) اندازه‌گیری شد. پس از ترسیم ابر نقاط پراکنش قطر و ارتفاع و حذف نقاط پرت، مدل رگرسیونی قطر و ارتفاع برای برآورد ارتفاع درختان محاسبه شد. ارتفاع درختان از رابطه ۱ و حجم آنها از رابطه ۲ محاسبه شد.

رابطه (۱) ارتفاع = ۰/۶۹۲ × قطر + ۱/۶۴۵

رابطه (۲) $$V=\frac{\pi}{4} d^2 \times h \times f$$

www.SID.ir

Archive of SID

که در آن: V حجم درخت به متر مکعب، d قطر به متر، h ارتفاع به متر و f ضریب شکل درخت برابر ۰/۵ است (Hemmati & Modirrahmati, 2002).

با ضرب کردن حجم تک‌درخت به متر مکعب در تعداد درخت در هر قطعه‌نمونه و هر توده، حجم چوب در قطعه‌نمونه و توده محاسبه شد. با تقسیم حجم موجود بر سن درختان هر توده، میزان رویش سالانه هر توده به‌صورت متر مکعب در سال و در هکتار محاسبه شد. در هر توده علاوه‌بر قطر و ارتفاع درختان، صفات ارتفاع تنه، ارتفاع تاج، طول تنه بدون شاخه، تعداد شاخه‌های قطورتر از هشت سانتی‌متر، زاویه شاخه، تعداد انحنای درخت، سن متوسط، درصد تاج‌پوشش، تعداد در هکتار، مساحت تاج به متر مربع، فاصله از توده پیشین، ارتفاع از سطح دریا، شیب عرصه، گونه غالب و فاصله مرکز توده از بستر رودخانه تعیین شد و صفات دیگر شامل رویش قطری، رویش ارتفاعی، رویش حجمی و رویه زمینی نیز محاسبه شدند.

برای مطالعه خصوصیات خاک توده‌ها در هر توده از سه نقطه مختلف، نمونه‌های خاک از لایه صفر تا ۳۰ سانتی‌متری تهیه شد. پس از مخلوط کردن سه نمونه هر توده، نمونه‌ها به آزمایشگاه خاک‌شناسی منتقل شدند. سپس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شامل هدایت الکتریکی، اسیدیته، ازت، کربن آلی، فسفر، کلسیم، منیزیم، سدیم، پتاسیم، درصد شن، سیلت و رس (بافت) اندازه‌گیری شدند.

به‌منظور مقایسه صفات کمی قطر، ارتفاع، رویه زمینی، حجم در هکتار و متوسط رویش حجمی در توده‌های مختلف از روش تجزیه واریانس یک‌طرفه و آزمون چنددامنه‌ای دانکن استفاده شد. کلیه محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SAS و مقایسه میانگین‌ها به‌روش دانکن انجام شد.

نتایج

براساس نتایج تجزیه واریانس، توده‌ها در صفات ارتفاع، قطر، متوسط رویش حجمی و رویه زمینی در سطح اطمینان ۹۹ درصد و در صفت حجم چوب در هکتار در سطح اطمینان ۹۵ درصد، تفاوت معنی‌داری را نشان دادند (جدول ۲).

جدول ۲- تجزیه واریانس صفات در توده‌های صنوبر اصفهان

منابع تغییرات	درجه آزادی	ارتفاع	قطر	حجم در هکتار	رویه زمینی	متوسط رویش حجمی
توده	۵	۷/۲۷۴**	۱۵/۱۹**	۹۸۳۲۴*	۰/۰۰۰۰۰۶**	۳۰۹/۷**
خطا	۱۲	۰/۴۳۹	۰/۹۱۶	۲۷۵۱/۶	۰/۰۰۰۰۰۴	۴۹/۷

**معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ *معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

براساس جدول مقایسه میانگین‌ها، توده چهار ازنظر صفات قطر، ارتفاع و رویه زمینی و توده شش ازنظر حجم چوب تولیدی در هکتار و رویش سالانه بیشترین مقدار را داشتند (جدول ۳). همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود، در این بررسی فاصله کاشت در بیشتر توده‌های اصفهان به‌گونه‌ای بوده است که اغلب، فاصله بین درختان در هر ردیف حدود یک متر، اما فاصله بین ردیف‌ها متغیر (یک تا سه متر) بوده است. این امر موجب تراکم زیاد درختان در واحد سطح شده است. به‌طور کلی فواصل کاشت در توده‌های مختلف استان اصفهان نسبت به طرح‌های تحقیقاتی بسیار کمتر بوده است. سن درختان این توده‌ها بین ۱۰ تا ۲۰ سال متغیر بود.

درصد طبقات قطری در توده‌های مختلف نشان‌دهنده مقدار چوب‌های قطور یا نازک تولیدشده در هر توده بود. این موضوع به‌ویژه برای ارزیابی کیفی چوب توده‌های مختلف ارزشمند است. ازنظر قطر برابر سینه، توده سه با ۸/۹ سانتی‌متر کمترین مقدار را داشت (گروه d) و توده چهار با ۱۵/۳۴ سانتی‌متر بیشترین مقدار (گروه a) را به‌خود

www.SID.ir

Archive of SID

اختصاص داد. ازنظر ارتفاع نیز توده سه با ۷/۸ متر، کمترین مقدار (گروه d) و توده چهار با ۱۲/۲۶ متر بیشترین ارتفاع (گروه a) را داشت. ازنظر حجم در هکتار نیز توده یک با ۲۱۰/۱ متر مکعب کمترین میزان (گروه d) و توده شش با ۶۹۲/۸ متر مکعب بیشترین مقدار (گروه a) را داشت. ازنظر رویش حجمی، توده یک با ۱۶/۵۳ متر مکعب در سال و در هکتار کمترین مقدار (گروه c) و توده شش با ۴۷/۲۶ متر مکعب بیشترین مقدار (گروه a) را نشان داد. ازنظر رویه زمینی، توده سه با ۰/۰۰۶۲ متر مربع کمترین میزان رویه زمینی (گروه c) و توده چهار با ۰/۰۱۸۶ متر مربع بیشترین میزان رویه زمینی (گروه a) را داشت.

متوسط قطر درختان توده چهار در سن ۲۰ سالگی، معادل ۱۵/۳۴ سانتی‌متر بود که در بین توده‌های مختلف، بیشترین مقدار رویش قطری را داشت (جدول ۳). برتری دیگر این توده، فراوانی درصد درختان طبقه قطری زیاد نسبت به توده‌های دیگر بود که درنتیجه چوب‌های باکیفیت بهتری برای بازار ارایه می‌کند. حداکثر ارتفاع درختان در توده‌های مختلف به‌ترتیب معادل ۲۱/۷، ۱۹/۶، ۲۰/۳، ۲۰/۳، ۲۰/۳ و ۱۷/۶ متر برای توده‌های اول تا ششم اندازه‌گیری شد.

اغلب درختان دارای تنه‌ای صاف و بدون انحنا بودند. درصد تاج‌پوشش در توده‌های مختلف از ۷۰ تا ۸۰ درصد متغیر بود. نتایج اندازه‌گیری نشان داد که خسارت آفات و امراض قابل توجه نبود. طول تنه بدون شاخه حدود ۷۰ تا ۷۵ درصد ارتفاع درختان را شامل می‌شد. فاصله مرکز توده‌ها از بستر رودخانه از ۲۰ تا ۱۰۰ متر متغیر بود. توده سه در پایین‌ترین نقطه (۱۷۵۰ متر) و توده پنج در بالاترین نقطه (۱۹۵۰ متر) قرار گرفته بودند.

جدول ۳- مقایسه متغیرهای کمی توده‌های کبوده مورد مطالعه (میانگین ± اشتباه معیار)

شماره توده	سن (سال)	فاصله کاشت (متر)	سهم در طبقات قطری (درصد) ۵-۱۰	۱۰-۱۵	۱۵ <	قطر (cm)	ارتفاع (m)	حجم (m^3/ha)	رویش حجمی (m^3/y/ha)	رویه زمینی (m^2)
۱	۱۳	۲×۱/۵	۶۳/۸	۲۲/۵	۱۳/۷	۱۰/۹ ^{cd} ± ۰/۹	۹/۲ ^{cd} ± ۰/۶۲	۲۱۰/۱ ^{b} ± ۰/۰۰۸	۱۶/۵۳ ^{c} ± ۸/۷	۰/۰۰۹۴ ^{bc} ± ۰/۰۰۱
۲	۱۴	۱/۵×۱/۵	۳۸/۳	۲۸/۳	۳۳/۴	۱۳/۶ ^{ab} ± ۱/۴۲	۱۱/۰۸ ^{ab} ± ۰/۹۸	۵۴۸/۲ ^{ab} ± ۰/۰۶	۲۷/۴۸ ^{bc} ± ۲/۸۳	۰/۰۱۴۷ ^{ab} ± ۰/۰۰۳
۳	۱۱	۱×۱	۶۲/۵	۲۶/۲۵	۱۱/۲۵	۸/۹ ^{d} ± ۰/۵۲	۷/۸ ^{d} ± ۰/۳۶	۳۳۹/۲ ab± ۰/۰۰۵	۳۰/۸۴ ^{bc} ± ۵/۶۸	۰/۰۰۶۲ ^{c} ± ۰/۰۰۰۷
۴	۲۰	۲×۱/۵	۲۰	۲۶/۲۵	۵۳/۷۵	۱۵/۳۴ ^{a} ± ۱/۴۳	۱۲/۲۶ ^{a} ± ۰/۹۹	۴۶۷/۹ ^{a} ± ۰/۰۲	۲۵/۵۱ ^{c} ± ۸/۵۱	۰/۰۱۸۶ ^{a} ± ۰/۰۰۳
۵	۱۵	۱×۱/۲	۴۵	۳۸/۷۵	۱۶/۲۵	۱۱/۵۵ ^{bc} ± ۰/۱۳	۹/۶۳ ^{bc} ± ۰/۰۹	۶۲۵/۵ ^{ab} ± ۰/۰۲	۴۰/۴ ^{ab} ± ۱/۵۵	۰/۰۱۰۵ ^{bc} ± ۰/۰۰۰۲
۶	۱۲	۱×۱	۶۴	۲۲	۱۴	۱۱/۲۶ ^{bcd} ± ۰/۵۲	۹/۴ ^{bcd} ± ۰/۳۶	۶۹۲/۸ ^{a} ± ۰/۰۲	۴۷/۲۶ ^{a} ± ۲/۰۶	۰/۰۰۹۹ ^{bc} ± ۰/۰۰۰۹

حروف انگلیسی متفاوت در ستون، اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد را نشان می‌دهد.

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که توده یک با ۹/۲ متر، کمترین ارتفاع و توده چهار با ۱۲/۲۶ متر بیشترین ارتفاع را داشته‌اند. ازنظر رویش، توده یک با ۱۶/۵۳ متر مکعب کمترین مقدار و توده شش با ۴۷/۲۶ متر مکعب بیشترین مقدار را نشان دادند. نتایج تحقیقی که در مورد میزان تولید چوب ۲۰ کلن شالک در ارومیه با فاصله ۴ × ۴ متر طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۷۳ انجام شد، نشان داد که بهترین مقدار رویش ۲۷/۵۶ متر مکعب در سال و در هکتار بود (Salari, 1997). همچنین در مطالعه‌ای که در اراضی حاشیه رودخانه گاماسیاب کرمانشاه درخصوص نه کلن شالک در فاصله کاشت ۳ × ۳ متر طی هفت سال انجام شد، بهترین کلن ۲۷ متر مکعب رویش داشت (Hemmati & Modirrahmati, 2002). برای ارزیابی رشد و تولید حجمی صنوبرهای ۱۲ ساله *P. euramericana* در کشور اسلواکی در فاصله‌های کاشت مختلف بیشترین تولید حجمی در فاصله ۳ × ۱/۵ متر معادل ۳۰ متر مکعب در سال و در هکتار بود (Kohan, 1999). همچنین پژوهشی که در توده‌های دست‌کاشت کبوده شیرازی و تبریزی در غرب اصفهان انجام شد بیان‌گر این بود که درختان کبوده شیرازی ازنظر شاخص‌های کمی و خصوصیات رویشی نسبت به درختان تبریزی برتری داشتند و کبوده شیرازی در توده

www.SID.ir

Archive of SID

خالص نسبت به توده آمیخته (تبریزی و کبوده شیرازی) وضعیت تولیدی بهتری داشت (Soheili Esfahani *et al.*, 2008).

لازم به ذکر است که رتبه‌بندی توده‌ها فقط براساس میزان رویش صحیح نیست، زیرا همان‌طور که در ستون‌های دو تا چهار جدول ۳ مشاهده می‌شود، درصد طبقات قطری که نشان‌دهنده میزان چوب قطور در هر توده است، برای فروش اهمیت زیادی دارد، بنابراین هرچند توده شش ازنظر رویش در رتبه اول قرار گرفته است، اما به‌دلیل این‌که بیشتر از ۶۴ درصد درختان آن در طبقه قطری پنج تا ۱۰ سانتی‌متر قرار دارند، ارزش زیادی ندارد. این وضعیت در مورد بقیه توده‌ها نیز قابل ارزیابی است. توده چهار هرچند ازنظر رویش در وضعیت چندان مطلوبی قرار نداشت، اما بیشترین مقدار درختان قطور را داشت. نتایج مطالعه‌ای که درخصوص چهار گونه صنوبر به‌منظور برآورد زی‌توده گونه‌ها انجام شد، نشان داد که همبستگی زیادی بین میزان زی‌توده همه قسمت‌های درخت و متغیر مستقل قطر برابر سینه در گونه کبوده وجود داشت که علت را می‌توان به شکل تنه این گونه مربوط دانست که نسبت به بقیه گونه‌ها، مستقیم و بدون چندشاخگی است (Parsapour *et al.*, 2013).

به‌نظر می‌رسد که رعایت فاصله کاشت مناسب مبتنی بر سن بهینه بهره‌برداری، در افزایش بهره‌وری بسیار مؤثر باشد. در پژوهشی که در مورد کلن‌های مختلف صنوبر در جنگلکاری‌های جلگه‌ای غرب گیلان انجام شد، مشخص شد که تعداد در هکتار در عرصه‌های جنگلکاری با توجه به فواصل کاشت مناسب برای تولید با درجه کیفی زیاد، مهم‌ترین عامل برای گزینش و معرفی گونه و شرایط رویشگاه است (Khanjani Shiraz *et al.*, 2014). همچنین نتایج تحقیقی که در مورد کلن‌های مختلف صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان با دو فاصله کاشت ۴× ۴ و ۳× ۳ متر انجام شد، بیان‌گر این بود که فاصله کاشت ۴ × ۴ متر دارای بازدهی بیشتری بود (Solgi, 2010). در مطالعه‌ای که درخصوص کلن‌های صنوبر دلتوئیدس برای تعیین سن بهره‌برداری بهینه در گیلان با فاصله کاشت ۵ × ۵ و ۴ × ۴ متر انجام شد، مشخص شد که دوره بهینه در فاصله کاشت ۵ × ۵ متر کمتر از فاصله کاشت ۴ × ۴ متر بود (Mohammadi Limaei *et al.*, 2013).

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی، در بررسی رویش توده‌های صنوبر به‌دلیل تراکم زیاد درختان و فاصله کم کاشت آنها، گاهی بیشتر از ۲۰۰۰۰ اصله درخت در یک هکتار وجود دارد که آماربرداری صددرصد را مشکل می‌کند، بنابراین استفاده از روش‌های نمونه‌برداری و پیاده کردن قطعه نمونه اجتناب‌ناپذیر است. در پژوهش پیش‌رو به‌دلیل کم بودن سطح توده‌ها (حدود یک تا دو هکتار)، تعداد قطعات نمونه محاسبه‌شده با شدت آماربرداری پنج درصد تعیین شدند. همان‌طور که اشتباه معیار متغیرهای مورد مطالعه نشان داد، این شدت نمونه‌برداری کافی نیست. به‌نظر می‌رسد که افزایش شدت آماربرداری به هشت تا ۱۰ درصد می‌تواند منجر به افزایش دقت شود و نتایج را به واقعیت نزدیک‌تر کند. با توجه به این‌که افزایش تعداد درخت در هر قطعه‌نمونه نیز هزینه‌های اجرایی پژوهش را بیشتر می‌کند، بنابراین پیشنهاد می‌شود که در تحقیقات آینده، از قطر یقه به‌جای قطر برابر سینه برای احتساب درختان قطع‌شده در محاسبه رویش واقعی توده‌ها استفاده شود.

References

- Alba, N., 2000. Standardized list of descriptors for inventories of *Pinus nigra* stands: 15-25. In: Borelli, S., De Vries, S., Lefevre, F. and Turok, J. (Eds.). *Populus nigra* Network, Report of the Sixth Meeting (6-8 Feb. 2000, France). Published by International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy, 58p.
- Alimohammadi, A., 2008. Evaluation of genetic variation of *Populus nigra* using morphological and molecular markers. Ph.D thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran, 151p (In Persian).
- Aminpour, T., Hedayati, M.A. and Aghazamani, J., 2004. National Project for the Production Wood of Planting Fast-growing Trees. Published by Forests and Rangelands Organization, Tehran, 44p (In Persian).

www.SID.ir

Archive of SID

economically optimal rotation age (*Populus deltoids*) in Guilan province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 63-75 (In Persian).
- Parsapour, M.K., Sohrabi, H., Soltani, A. and Iranmanesh, Y., 2013. Allometric equations for estimating biomass in four poplar species at Charmahal and Bakhtiari province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 517-528 (In Persian).
- Riemenschneider, D.E., Berguson, W.E., Dickmann, D.I., Hall, R.B., Isebrands J.G., Mohn, C.A., Stanosz, G.R. and Tuskan, G.A., 2001. Poplar breeding and testing strategies in the north-central U.S.: Demonstration of potential yield and consideration of future research needs. The Forestry Chronicle, 77(2): 245-253.
- Rowland, D.L., Biagini, B. and Evans, A.S., 2000. Variability among five riparian cottonwood (*Populus fremontii* Wats.) populations: An examination of size, density, and spatial distribution. Western North American Naturalist, 60(4): 384-393.
- Salari, A., 1997. Study on Trial Poplar Adaptation in Orumiye Climate. Final Report of Research Project, Published by Research Institue of Forests and Rangelands, Tehran, 56p (In Persian).
- Soheili Esfahani, S., Fallah, A., Pourmajidian, M.R. and Hesami, S.M., 2008. The study of growth characteristies of Lombardy & Commonz (Shirazi) Poplars species in manually planted stacks in west of Esfahan province. Proceedings of the Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation. Tehran, 5-7 May. 2008: 459-472 (In Persian).
- Solgi, S., 2010. Evaluation and comparison of Poplar optimal plantation density in Guilan province. Proceedings of the First National Conference of Natural Resources in Iran. Sanandaj, 20-21 Oct. 2010: pp. 31 (In Persian).
- Tabatabayi, M., 1984. Populus and its application in industry. Congress on Poplar Potential. Tehran, 8-10 Dec. 1984: 133-140 (In Persian).
- Zobeiri, M., 1994. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). University of Tehran Press, Tehran, 401p (In Persian).
- Bagheri, R., Namiranian, M., Zobeiri, M. and Modirrahmati, A.R., 2002. The study of quantity and quality for Zanjan-Rood native populars. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 9: 1-36 (In Persian).
- Daneshvar, H. and Modirrahmati, A.R., 2008. A study on phenology and morphology of 12 clones *Populus alba* in Esfahan province. Proceedings of the Second National Congress on Poplar and Potential Use in Poplar Plantation. Tehran, 5-7 May 2008: 360-368 (In Persian).
- Ghasemi, R., 2002. Poplar Clones Adaptation in Karaj. Final Report of Research Project, Published by Research Institue of Forests and Rangelands, Tehran, 65p (In Persian).
- Hemmati, A. and Modirrahmati, A.R., 2002. Results of Adaptation Trial for High Yielding Poplar Clones in Kermanshah Gharb Paper Industries. Published by Research Institue of Forests and Rangelands, Tehran, 160p (In Persian).
- Imbert, E. and Lefevre, F., 2003. Dispersal and gene flow of *Populus nigra* (Salicaceae) along adynamic river system. Journal of Ecology, 91(3): 447-456.
- Jalilvand, H., 2002. Comparison of average annual growth of *Populus alba* and *Acer velutinum* in Khushamyan of Chalus. Proceedings of the National Conference on Management of North of Forests and Sustainable Development. Ramsar, 6-7 Sep. 2002: 33-34 (In Persian).
- Khanjani Shiraz, B., Hemmati, A., Pourtahmasi, K. and Sardabi, H., 2014. Growth comparison of different poplar clones, planted on lowhands of west Guilan. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(3): 557-572 (In Persian).
- Kohan, S., 1999. Growth and production of poplar I- 214 intensively bred in special cultures on non-flooded alluvial of the Danub. Zpravy-Lesnickeho-Vyzkumu, 44(1): 27-30.
- Lotfian, H., Ziaii Ziabari, S.F., Modirrahmati, A.R., Ghaicy, S. and Hammati, A., 1984. A Simplify Guide for Research Method in Populus Species in Iran. Published by Research Institue of Forests and Rangelands, 37p (In Persian).
- Mohammadi Limaei, S., Bahramabadi, Z., Rostami Shahraje, T., Adibnejad, M. and Mousavi Koupar, S.A., 2013. Determination of

www.SID.ir

Archive of SID

Variations in vegetative traits of white poplar (*Populus alba* L.) for wood farming in riverbanks of Zayandehrood River in Isfahan

S.M. Hesami [1*] and F. Asadi [2]

1*- Corresponding author, Research Expert, Research Division of Natural Resources, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran. Email: hesami@asia.com

2- Associate Prof., Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran

Received: 05.11.2014 Accepted: 05.05.2015

Abstract

In traditional poplar farming, predicting growth rates in different stands is required to evaluate poplar wood production. Six white poplar (*Populus alba* L.) stands in river bank of Zayandehrood River in Isfahan province were selected for the present study. Attributes including tree diameter, height, diameter and volume growth rates were measured and calculated. The raw data were subjected to analysis of variance (ANOVA), and the means were separated by Duncan methods. The ANOVA results showed that the effect of *P. alba* stands on height, diameter, mean growth and the basal area were highly significant ($P<0.01$). In addition, significant effect was observed for the yield per ha timber volume ($P<0.05$). The 4th stand showed the greatest diameter, height and basal area, whereas the 6th stand revealed the highest timber volume per ha. Results also showed that the annual growth rates in difference stands ranged from 16.53 to 47.25 m^3 per ha, which was affected by both stands and plant densities. This maximum timber production was reached at the maximum plant density. The study concluded that an adequate plant density and proper stand management are crucially effective on quality and quantity of poplar timber production.

Keywords: Isfahan, vegetative traits, white poplar.

www.SID.ir