

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

سیدماجد حسامی<sup>۱\*</sup> و فرهاد اسدی<sup>۲</sup>

\*- 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 پذیرش: ۹۴/۰۲/۱۵

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۸/۱۴

### چکیده

برای برآورد مقدار تولید چوب صنوبر در صنوبرکاری‌های سنتی، محاسبه میزان رویش آنها ضروری است. به منظور بررسی تغییرات صفات رویشی صنوبر در حاشیه رودخانه زاینده رود اصفهان، شش توده کبوده (*Populus alba L.*) از سطح صنوبرکاری شده 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 جمع‌آوری شده به روش 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 از نظر صفات قطر، ارتفاع و رویه زمینی و توده شش از نظر 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 علاوه بر تفاوت توده، به دلیل وجود حداقل فاصله کاشت درختان و افزایش تعداد در هکتار به دست آمد. به عبارت 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 به دلیل 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، تئوپان، 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

سفیدپلت بهتر از کبوده شیرازی پاسخ داد و این توده قابل استفاده در احیای جنگل‌های مخروطه 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. از نظر 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 ایران- تورانی زیر کشت ارقام بومی کبوده و تبریزی هستند که در این بررسی رغبت کشاورزان برای کاشت کبوده به دلیل 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* از نظر ارتفاع و دوره رویش و شالک از نظر 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 ۵/۰ × 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،

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 این‌گونه 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، از نظر کمی به مدت 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 (2002 Ghasemi). 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

اصفهان شامل شالک، *P. alba cv Kabudeh Bumi* و *P. alba cv Kabudeh Shirazi* است. از این رو 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.

۱۰ قطعه نمونه 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



شکل ۱- وضعیت ظاهری یکی از توده‌های صنوبر مورد مطالعه

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 آماربرداری شده	تعداد قطعه نمونه	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

(Zobeiri, 1994). شکل قطعات نمونه به پیروی از کشت ردیفی به صورت مستطیلی انتخاب شد. در هر قطعه نمونه، قطر برابر سینه کلیه درختان و ارتفاع هفت درخت (قطورترین درخت، نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه نمونه و درختی با قطر متوسط و چهار درخت در چهار گوشه قطعه نمونه) 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.

براساس مساحت هر توده و فاصله کاشت درختان، تعدادی قطعه نمونه ۲۰ درختی (با مساحت متغیر) با شدت پنج درصد انتخاب شد. در هر توده، قطعات نمونه به صورت منظم- تصادفی پیاده شدند تا سطح کل توده را پوشش دهند. به منظور پیشگیری از عدم یکنواختی تعداد درختان اندازه‌گیری شده در هر قطعه نمونه، قطعات نمونه با مساحت متغیر و براساس حضور ۲۰ درخت انتخاب شدند تا تعداد درخت کافی در هر قطعه نمونه وجود داشته باشد. لازم به ذکر است که روش آماربرداری با قطعات نمونه دارای مساحت متغیر براساس رویه زمینی در توده نیز استفاده شده است

$$\text{رابطه (۱)} \quad ۱/۶۴۵ + \text{قطر} \times ۰/۶۹۲ = \text{ارتفاع}$$

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

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.

به منظور 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 به روش دانکن انجام شد.

### نتایج

بر اساس 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).

که در آن:  $V$  حجم درخت به متر مکعب،  $d$  قطر به متر،  $h$  ارتفاع به متر و  $f$  ضریب شکل درخت برابر  $0.5$  است (Hemmati & Modirrahmati, 2002).

با ضرب کردن حجم تک‌درخت به متر مکعب در تعداد درخت در هر قطعه نمونه و هر توده، حجم چوب در قطعه نمونه و توده محاسبه شد. با تقسیم حجم موجود بر سن درختان هر توده، میزان رویش سالانه هر توده به صورت متر مکعب در سال و در هکتار محاسبه شد. در هر توده علاوه بر 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 تاج پوشش، 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

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

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. از نظر 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

بر اساس جدول مقایسه میانگین‌ها، توده چهار از نظر صفات قطر، ارتفاع و رویه زمینی و توده شش از نظر 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

دیگر این توده، فراوانی درصد درختان طبقه قطری زیاد نسبت به توده‌های دیگر بود که در نتیجه چوب‌های باکیفیت بهتری برای بازار ارایه می‌کند. حداکثر ارتفاع درختان در توده‌های مختلف به ترتیب 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 انحنای 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 پنجم در بالاترین نقطه (۱۹۵۰ متر) قرار گرفته بودند.

اختصاص داد. از نظر 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. از نظر 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. از نظر 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. از نظر 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

جدول ۳- مقایسه متغیرهای کمی توده‌های کبوده مورد مطالعه (میانگین  $\pm$  اشتباه معیار)

شماره توده	سن (سال)	فاصله کاشت (متر)	سهم در طبقات قطری (درصد)			قطر (cm)	ارتفاع (m)	حجم (m <sup>3</sup> /ha)	رویش حجمی (m <sup>3</sup> /y/ha)	رویه زمینی (m <sup>2</sup> )
			۱۵ <	۱۰-۱۵	۵-۱۰					
۱	۱۳	۲×۱/۵	۶۳/۸	۲۲/۵	۱۳/۷	۱۰/۹ <sup>cd</sup> ± ۰/۹	۹/۲ <sup>cd</sup> ± ۰/۶۲	۲۱۰/۱ <sup>b</sup> ± ۰/۰۰۸	۱۶/۵۳ <sup>c</sup> ± ۸/۷	۰/۰۰۹۴ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۰۱
۲	۱۴	۱/۵×۱/۵	۳۸/۳	۲۸/۳	۳۳/۴	۱۳/۶ <sup>ab</sup> ± ۱/۴۲	۱۱/۰۸ <sup>ab</sup> ± ۰/۹۸	۵۴۸/۲ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۰۶	۲۷/۴۸ <sup>bc</sup> ± ۲/۸۳	۰/۰۱۴۷ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۰۳
۳	۱۱	۱×۱	۶۲/۵	۲۶/۲۵	۱۱/۲۵	۸/۹ <sup>d</sup> ± ۰/۵۲	۷/۸ <sup>d</sup> ± ۰/۳۶	۳۳۹/۲ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۰۵	۳۰/۸۴ <sup>bc</sup> ± ۵/۶۸	۰/۰۰۶۲ <sup>c</sup> ± ۰/۰۰۰۷
۴	۲۰	۲×۱/۵	۲۰	۲۶/۲۵	۵۳/۷۵	۱۵/۳۴ <sup>a</sup> ± ۱/۴۳	۱۲/۲۶ <sup>a</sup> ± ۰/۹۹	۴۶۷/۹ <sup>cd</sup> ± ۰/۰۰۲	۲۵/۵۱ <sup>c</sup> ± ۸/۵۱	۰/۰۱۸۶ <sup>a</sup> ± ۰/۰۰۳
۵	۱۵	۱×۱/۲	۴۵	۳۸/۷۵	۱۶/۲۵	۱۱/۵۵ <sup>bc</sup> ± ۰/۱۳	۹/۶۳ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۹	۶۲۵/۵ <sup>ab</sup> ± ۰/۰۰۲	۴۰/۴ <sup>ab</sup> ± ۱/۵۵	۰/۰۱۰۵ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۰۰۲
۶	۱۲	۱×۱	۶۴	۲۲	۱۴	۱۱/۲۶ <sup>bcd</sup> ± ۰/۵۲	۹/۴ <sup>bcd</sup> ± ۰/۳۶	۶۹۲/۸ <sup>a</sup> ± ۰/۰۰۲	۴۷/۲۶ <sup>a</sup> ± ۲/۰۶	۰/۰۰۹۹ <sup>bc</sup> ± ۰/۰۰۰۹

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

## بحث

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 اسلوواکی 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 از نظر شاخص‌های کمی و خصوصیات رویشی نسبت به درختان تبریزی برتری داشتند و کبوده شیرازی در توده

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. از نظر 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 در خصوص نه کلن شالک در

بهره‌برداری بهینه در گیلان با فاصله کاشت  $5 \times 5$  و  $4 \times 4$  متر انجام شد، مشخص شد که دوره بهینه در فاصله کاشت  $5 \times 5$  متر کمتر از فاصله کاشت  $4 \times 4$  متر بود (Mohammadi Limaie *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 قطعه نمونه 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).

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 چوب‌قطور در هر توده است، برای فروش اهمیت زیادی دارد، بنابراین هرچند توده شش از نظر 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 از نظر 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  $4 \times 4$  و  $3 \times 3$  متر انجام شد، بیان‌گر این بود که فاصله کاشت  $4 \times 4$  متر دارای بازدهی بیشتری بود (Solgi, 2010). در مطالعه‌ای که درخصوص کلن‌های صنوبر دلتوئیدس برای تعیین سن

- 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 Institute 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 characteristics 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 Institute 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 Institute 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 Institute of Forests and Rangelands, 37p (In Persian).
  - Mohammadi Limeai, S., Bahramabadi, Z., Rostami Shahraje, T., Adibnejad, M. and Mousavi Koupar, S.A., 2013. Determination of



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

S.M. Hesami<sup>1\*</sup> and F. Asadi<sup>2</sup>

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 4<sup>th</sup> stand showed the greatest diameter, height and basal area, whereas the 6<sup>th</sup> 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<sup>3</sup> 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.