

ناهید ریاحی فر^۱، اصغر فلاح^۲، کیومرث محمدی سمائی^{۳*} و یوسف گرجی مهبانی^۴

۱- کارشناس جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران.

۲- استادیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران.

۳- نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. پست الکترونیک: forester28@yahoo.com

۴- کارشناس صنایع چوب و کاغذ مازندران.

تاریخ دریافت: ۸۶/۴/۹ تاریخ پذیرش: ۸۶/۸/۲۹

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی رویش دو گونه صنوبر و پالونیا در یک جنگل کاری ۵ ساله در حوزه شرکت چوب و کاغذ مازندران با سه فاصله کاشت ۳×۳ متر، ۴×۴ متر و ۵×۵ متر در سه تکرار صورت گرفت. مشخصه‌های قطر برابر سینه و ارتفاع این دو گونه از نظر میزان رویش قطری و ارتفاعی مورد بررسی و مقایسه قرار گرفت. برای هر کدام از فواصل کاشت این گونه‌ها، درصد زنده‌مانی نیز بررسی شد. داده‌ها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی به دو صورت، یکبار مقایسه فواصل کاشت هر گونه به صورت جداگانه و در مرحله بعد مقایسه فواصل کاشت دو گونه پالونیا و صنوبر به صورت دوه‌دو مورد بررسی قرار گرفت و از آزمون توکی برای مقایسه میانگینها استفاده شد. نتیجه نشان داد که درصد زنده‌مانی در هر دو گونه خوب و قابل قبول بود. بین فاصله کاشتها اختلاف معنی‌داری در مقدار رویش وجود داشت، به طوری که بیشترین مقدار رویش برای دو گونه در فاصله کاشت ۳×۳ متر مشاهده شد. به علاوه ارتفاع صنوبر در هر سه فاصله کاشت به صورت معنی‌داری بیشتر از پالونیا بود، ولی مقایسه قطر این گونه‌ها نتایج معکوسی را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: رویش، گونه‌های سریع‌الرشد، فاصله کاشت، صنوبر، پالونیا.

مقدمه

تأمین نیازهای چوبی، سوختی و کاغذ مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفتند (Sidho & Dhillon, 2007). در این مطالعه مقدار رویش دو گونه *Populus deltoides* و *Paulownia fortunei* در فواصل مختلف مورد بررسی قرار گرفته است.

Populus deltoids بومی آمریکای شمالی بوده و در اروپا، استرالیا و کشورهای بسیاری در جنوب شرقی آسیا معرفی و کاشته شده است (Sidho & Dhillon, 2007). جنگل‌کاریهایی با دوره کوتاه‌مدت نظیر جنگل‌کاری با کلنهای صنوبر هیبرید، منبع مهمی برای تولید محصولات چوبی نظیر تخته‌خرده چوب و فیبر می‌باشد (Corona et al., 2002).

یکی از شاخصهای توسعه فرهنگی هر کشور میزان سرانه مصرف کاغذ می‌باشد. از طرفی افزایش مصرف کاغذ بدون افزایش تولید در داخل موجب توسعه میزان وابستگی کشور به خارج می‌گردد (همتی و مدیررحمتی، ۱۳۸۴). همچنین نیاز فزاینده به چوب و کاهش موجودیت منابع چوبی باعث ایجاد و تشدید یک تمایل جدید به انجام جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد شده است (Swamy et al., 2006). امروزه در کشورهای در حال توسعه تاکید زیادی بر جنگل‌کاری به منظور بهبود قابلیت تولید چوب و حفظ تعادل اکولوژیکی می‌شود. جنگلهای طبیعی به‌ویژه در کشورهای حاره‌ای در گذشته به‌منظور

در بررسی دینامیک رشد و تولید بیوماس در جنگل‌کاریهای کوتاه مدت صنوبر در یک عرصه آگروفارستری مدیریت شده در هانیوان در باوینگ چین که چهار تراکم جنگل‌کاری (۱۱۱۱، ۸۳۳، ۶۲۵ و ۵۰۰ اصله در هکتار) و سه کلن صنوبر شامل (NL-80351, I-69, I-72) را مورد بررسی قرار دادند، چنین نتیجه گرفتند که میزان زنده‌مانی تمامی سه کلن در رویشگاه آزمایشی تحت سیستم مدیریتی اعمال شده عالی (۹۷٪) بوده است. با این حال تفاوت در قطر برابر سینه و ارتفاع در میان تیمارها دیده شد. در میان چهار درجه تراکمی، بیشترین تولید بیوماس در دوره گردش ۶ ساله در متراکم‌ترین توده بدست آمد (۱۱۱۱ اصله در هکتار). در تحقیقی دیگر، مطالعه‌ای در مورد چهار هیبرید صنوبر (در فواصل کاشت ۶×۱۰ متر و ۶×۴ متر) و چهار تیمار کاشت، در سه بخش از اراضی پست و متفاوت در انگلستان انجام و نتیجه‌گیری شد که درختان واقع در آفتاب‌گیرترین رویشگاه، دارای بیشترین قطر برابر سینه (۱۷/۳ سانتی‌متر) و کمترین ارتفاع (۹/۵ متر) بودند (Burgess et al., 2004).

در داخل کشور نیز خوشنوی فومنی (۱۳۸۴) بررسی را در جنگل‌کاری ۱۶ ساله صنوبر *P. deltooides* در شمال کشور (آمل) که دارای فواصل کاشت ۴×۶ متر بود، انجام داد و نتیجه گرفت که متوسط رویش ارتفاعی این گونه در سال ۱/۴ متر و متوسط رویش قطری سالانه آن ۱/۸ سانتی‌متر بوده است.

اکنون با ورود گونه‌های جدید سریع‌الرشد به بیشتر نقاط دنیا و همچنین ایران، استفاده از آنها برای تأمین نیاز چوبی منطقی بوده و این‌که چگونه بتوان از این جنگل‌کاریها حداکثر تولید را بدست آورد تا در مساحت‌های مساوی مقدار تولید سالیانه بیشتری کسب را نمود، نیازمند تحقیقات گسترده‌ای می‌باشد. بنابراین برای برنامه‌ریزیهای بلندمدت کشور، تحقیقاتی در مناطق مختلف آب و هوایی کشور بر روی گونه‌های مختلف برای کسب بهترین

درخت دیگری که در حال حاضر به‌عنوان گونه‌ای سریع‌الرشد در بسیاری از کشورهای جهان از جمله ایالات متحده آمریکا مورد توجه قرار گرفته گونه پالونیا می‌باشد، به‌طوری‌که بیشترین توجه را در این کشور به‌خود اختصاص داده است (Tang et al., 1980). امروزه به پالونیا به‌عنوان گونه‌ای سریع‌الرشد و تولیدکننده کوتاه مدت محصولات چوبی توجه فزاینده‌ای در بسیاری از مناطق جهان می‌شود (Bergman, 2003). ارزش پالونیا برای جنگل‌کاری (Zhu et al., 1986)، بازیابی معدن‌های بازکاوی شده (Carpenter, 1977)، آگروفارستری (Wang & Shogren, 1992) و جنگل‌کاریهایی برای تولید برگهایی به‌عنوان کود آلی، گلهایی برای تولید عسل و چوب برای تولید محصولات چوبی (Zhu et al., 1986) در تحقیقات مختلف مورد توجه قرار گرفته است.

جنس پالونیا بومی کشور چین بوده و شامل ۹ گونه از درختان سریع‌الرشد با حجم چوبدهی مناسب است که بسیار سازش‌پذیر و سریع‌الرشد هستند (Zhu et al., 1986). در شرایط عادی، یک درخت پالونیای ۱۰ ساله به اندازه ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر قطر برابر سینه داشته و حجم چوبی آن ۰/۳ تا ۰/۵ مترمکعب می‌باشد. در این مطالعه گونه *P. fortunei* مورد بررسی قرار گرفته است که در ایالت هوپه غربی و تنگه‌های سزچوان شرقی چین یافت می‌شود و بیشتر در مناطق گرمسیری دیده می‌شود (Zhu et al., 1986). در حال حاضر با افزایش جمعیت و افزایش میزان توسعه یافتگی کشور و متعاقب آن افزایش میزان مصارف چوب و کاغذ (همتی و مدیررحمتی، ۱۳۸۴) و کاهش سطح جنگلهای تجاری کشور و عدم جوابگویی این جنگلها به کل مصارف کشور، استفاده از جنگل‌کاری‌هایی با گونه‌های سریع‌الرشد اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. این موضوع در سطح جهان دارای اهمیت بوده و بررسیهای مختلفی در این مورد صورت گرفته است. به‌طوری‌که (Fang et al., 1999)

پاییز با ۲۶۳/۵ میلی‌متر بارش دارای بیشترین میزان بارندگی و فصل بهار با ۱۵۳ میلی‌متر بارش دارای کمترین میزان بارندگی است. در طول سال احتمال بروز حدود ۲۵ روز یخبندان در این منطقه وجود دارد (بی‌نام، ۱۳۸۳).

خاک منطقه

به دلیل عدم تشکیل خاک در محل و انتقالی بودن پروفیل‌ها، این خاک فاقد تکامل پروفیلی بوده و معمولاً در رسوبات جدید تشکیل شده‌اند که زمان لازم برای به وجود آمدن افق‌های مشخص، ممکن نشده است؛ و یا این‌که خاک نسبت به عوامل هوادیدگی مقاوم بوده است. به‌طور کلی می‌توان این خاک را براساس روش *U.S.D.A soil taxonomy* در گروه انتی‌سولها (*Entisols*) طبقه‌بندی نمود (بی‌نام، ۱۳۸۳).

روشها

منطقه مورد مطالعه به وسیله دو گونه پالونیا *Paulownia fortunei* و صنوبر *Populus deltoides* در سال ۱۳۸۱ جنگل‌کاری شده است. در هنگام کاشت، نهالهای یکساله با ارتفاع حدود ۸۰ سانتی‌متر بوده و هر دو گونه به صورت قلمه گرفته شده‌اند (پالونیا از ریشه و صنوبر از ساقه). اندازه‌گیری داده‌های مورد نظر پس از ۵ فصل رویشی انجام گرفت و در واقع مطالعه بر روی یک جنگل‌کاری ۵ ساله می‌باشد. طریقه کاشت آنها به گونه‌ای است که در ۳ فاصله کاشت ۳×۳ متر (۱۱۱۱ اصله در هکتار)، ۴×۴ متر (۶۲۵ اصله در هکتار) و ۵×۵ متر (۴۰۰ اصله در هکتار) بوده که برای هر کدام از این فاصله کاشتها ۳ تکرار صورت گرفته است، بنابراین در کل ۱۸ کرت مورد آزمایش قرار گرفت. با توجه به این‌که درختان حاشیه‌ای می‌توانند مقدار رشد متفاوت‌تری نسبت به درختان داخلی‌تر داشته باشند و همچنین هر کدام از فواصل ۳، ۴ و ۵ متر می‌توانند بر کرتهای کناری تأثیرگذار باشند، بنابراین برای هر کدام از کرتهای یک ردیف درختان

شرایط برای بیشترین تولید از این گونه‌ها لازم و ضروری به نظر می‌رسد. در این تحقیق نیز بر روی دو گونه پالونیا و صنوبر برای رسیدن به اهداف فوق بررسی انجام گرفته است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه جزء بخش‌داری کلیجانرستاق از مجموعه بخشهای تابعه فرمانداری شهرستان ساری به‌شمار می‌آید و از نظر مدیریتی نیز در حوزه استحفاظی اداره کل منابع طبیعی مازندران- ساری قرار دارد. منطقه یاد شده در مجموعه جنگلهای حوزه شرکت چوب و کاغذ مازندران از سری پهنه‌کلا واقع در بخش ۳، حوضه یک تجن از مجموعه سریها و حوضه‌های شرکت چوب و کاغذ مازندران قرار گرفته و به فاصله کمی از ساری و حدود ۱۲ کیلومتری جنوب تا جنوب شرقی شهرستان ساری واقع شده است. منطقه مورد مطالعه دارای ارتفاع از سطح دریای ۱۸۰ متر بوده و دارای طول جغرافیایی $36^{\circ} 3' 36''$ شرقی و عرض جغرافیایی $36^{\circ} 28' 16''$ شمالی می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳).

شرایط اقلیمی (آب و هوا)

با توجه به نقشه بیوکلیماتیک آمبرژه، منطقه مورد مطالعه دارای آب و هوای مرطوب و معتدل می‌باشد. متوسط دما در گرمترین ماه سال (مرداد) ۲۹/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل دما در سردترین ماه سال (دی) ۱/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداقل دمای سالیانه ۹/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط حداکثر دمای سالیانه ۲۱/۸ درجه سانتی‌گراد، متوسط دمای سالیانه ۱۵/۸ درجه سانتی‌گراد و متوسط بارندگی سالیانه ۸۰۸ میلی‌متر می‌باشد (بی‌نام، ۱۳۸۳). در ضمن رژیم بارندگی منطقه در طول تمام ماههای سال وجود داشته که میزان آن به‌لحاظ زمانی و مکانی به‌ویژه زمانی متغیر است، به‌طوری‌که فصل

گونه‌های مختلف و r طول دوره) و درصد زنده‌مانی با استفاده از رابطه $M = \frac{D}{A} * 100$ (درصد زنده‌مانی درختان، D تعداد درختان باقی‌مانده و A تعداد کل درختان کاشته شده) محاسبه گردید. در نهایت طرح مورد نظر در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی به دو صورت، یکبار مقایسه فواصل ۳، ۴ و ۵ متر هر گونه به صورت جداگانه و در مرحله بعد مقایسه فواصل ۳، ۴ و ۵ متر دو گونه پالونیا و صنوبر به صورت دو به دو (فاصله ۳ متر، ۴ متر و ۵ متر دو گونه با هم) مورد آزمایش و بررسی قرار گرفت و از آزمون توکی برای مقایسه میانگینها استفاده گردید. برای مقایسه دو گونه با هم و سایر محاسبات از نرم‌افزارهای SAS و Excel استفاده شد.

نتایج

مشخصه‌های کمی دو گونه پالونیا و صنوبر در فواصل کاشت مختلف در جدول ۱ ارائه شده است.

حاشیه‌ای در نظر گرفته شد، در نتیجه درختان داخل هر کرت دو ردیف درخت با کرت بعدی فاصله داشتند. معیار اندازه‌گیری، تعداد حداقل درخت بود به گونه‌ای که ۳۶ درخت برای هر تیمار اندازه‌گیری شد. بنابراین مساحت کرت‌های با فاصله ۵ متر، ۹۰۰ مترمربع، کرت‌های با فاصله ۴ متر، ۵۷۶ متر مربع و کرت‌های با فاصله ۳ متر، ۳۲۴ متر مربع بودند. برای افزایش دقت کار تمامی آنها به صورت صددرصد اندازه‌گیری شدند. پراکنش این کرتها در منطقه به صورت کاملاً تصادفی می‌باشد. برای هر درخت ارتفاع، قطر برابر سینه و قطر یقه اندازه‌گیری شد.

برای هر کدام از فاصله کاشت‌ها و گونه‌ها، متوسط رشد ارتفاعی از رابطه $\bar{H} = \frac{h}{r}$ (\bar{H} متوسط رشد ارتفاعی برای فواصل کاشت مختلف و گونه‌های مختلف، h مقدار رشد ارتفاعی در طول دوره برای فواصل کاشت مختلف و گونه‌های مختلف و r طول دوره)، متوسط رویش قطری از رابطه $\bar{D} = \frac{d}{r}$ (\bar{D} متوسط رویش قطری برای فواصل کاشت مختلف و گونه‌های مختلف، d مقدار رویش قطری در طول دوره برای فواصل کاشت مختلف و

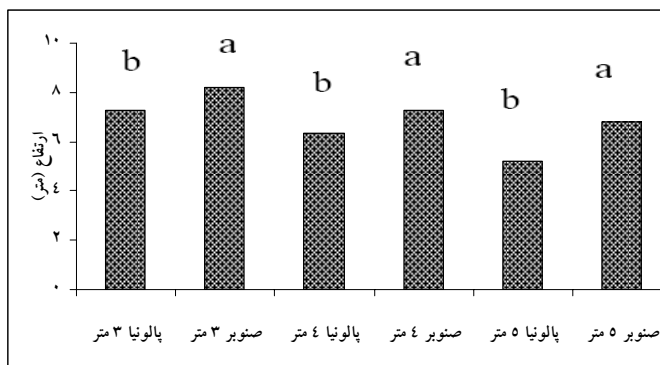
جدول ۱- مقدار رویش سالیانه ارتفاع و قطر به صورت جداگانه برای ۱۸ کرت آزمایشی

()	()	()	()
/	/	ID3	IF3
/	/	IID3	IIF3
/	/	IIID3	IIIF3
/	/	/	/
/	/	ID4	IF4
/	/	IID4	IIF4
/	/	IIID4	IIIF4
/	/	/	/
/	/	ID5	IF5
/	/	IID5	IIF5
/	/	IIID5	IIIF5
/	/	/	/
		IF5	IF4
		ID5	ID4
			IF3
			ID3

مقایسه ارتفاع دو گونه پالونیا و صنوبر

در آزمایش تجزیه واریانس براساس طرح بلوکهای کامل تصادفی، با مقایسه میانگین ارتفاع دو گونه صنوبر و پالونیا در سه فاصله کاشت به صورت جداگانه اختلاف

معنی داری برای پالونیا و صنوبر در سطح ۱٪ وجود داشت (جدول ۱). همچنین در مقایسه سه فاصله کاشت ۳، ۴ و ۵ متر تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ بین دو گونه پالونیا و صنوبر دیده شد (جدول ۱ و شکل ۱).

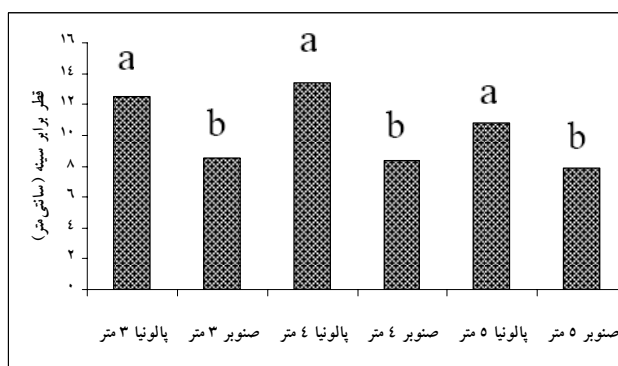


شکل ۱- مقایسه ارتفاع صنوبر و پالونیا به صورت دو به دو در سه فاصله کاشت ۳، ۴ و ۵ متر با استفاده از آزمون توکی

مقایسه قطر دو گونه پالونیا و صنوبر

با مقایسه میانگین قطر دو گونه صنوبر و پالونیا در سه فاصله کاشت به صورت جداگانه، به ترتیب اختلاف معنی داری برای پالونیا و صنوبر در سطح ۱٪ و ۵٪ وجود

داشت (جدول ۱). همچنین در مقایسه فاصله کاشت ۳ متر تفاوت معنی داری در سطح ۵٪ و فواصل کاشت ۴ و ۵ متر تفاوت معنی داری در سطح ۱٪ بین دو گونه پالونیا و صنوبر دیده شد (جدول ۱ و شکل ۲).



شکل ۲- مقایسه قطر در دو گونه صنوبر و پالونیا به صورت دو به دو در سه فاصله کاشت ۳، ۴ و ۵ متر با استفاده از آزمون توکی

جدول ۱- تجزیه واریانس مشخصه‌های قطر و ارتفاع در صنوبر و پالونیا در حالات مختلف

/	/	()
/ **	/ **	()
/	/	
/	/	
/	/	() R ²
/	/	()
/ **	/ *	()
/	/	
/	/	
/	/	() R ²
/	/	()
/ **	/ **	()
/	/	
/	/	
/	/	() R ²
/	/	()
/ **	/ **	()
/	/	
/	/	
/	/	() R ²

*** و * به ترتیب معنی‌داری در سطح یک و پنج درصد.

بررسی درصد زنده‌مانی

درصد زنده‌مانی برای فواصل کاشت و گونه‌ها به صورت جداگانه در جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳ - مقایسه زنده‌مانی پالونیا و صنوبر در فواصل کاشت مختلف

x	x	x
/	/	/
	/	/

بحث

بررسی و مقایسه رویش متوسط ارتفاعی صنوبر و پالونیا

به طوری که در جدول ۱ نشان داده شده، متوسط رویش ارتفاعی در فواصل ۳، ۴ و ۵ متر برای گونه پالونیا به ترتیب ۱/۴۵، ۱/۲۶ و ۱/۰۴ متر و برای صنوبر به ترتیب ۱/۶۴، ۱/۴۸ و ۱/۵۸ متر می‌باشد. در این منطقه صنوبر دارای میانگین رویش ارتفاعی حدود ۱/۵۶ متر در سال بوده که این مقدار نسبت به نتایج خوشنوی فومنی (۱۳۸۴) در آمل با رویش ارتفاعی سالیانه ۱/۴۹ در فاصله کاشت ۶×۴ متر بیشتر بوده و نسبت به نتایج یوسفی و مدیررحمتی (۱۳۸۳) که برای همین گونه ۲/۳۴ متر در سال در شهرستان سندرجه بوده، کمتر می‌باشد. البته نتیجه حاصل از بررسی (Debelli et al., 1997) نیز در کلنهایی از صنوبر در فاصله کاشت ۱×۱ متر، حاکی از رشد ارتفاعی ۱/۶۵ تا ۲ متر در سال می‌باشد که از رویش ارتفاعی بدست آمده در این منطقه برای صنوبر بیشتر است. به نظر می‌رسد با متراکم‌تر شدن فاصله کاشتها مقدار رویش ارتفاعی بیشتر می‌شود.

متوسط رویش ارتفاعی پالونیا برای فاصله کاشت ۳×۳ متر، ۱/۴۵ متر، فاصله کاشت ۴×۴ متر، ۱/۲۶ متر و فاصله کاشت ۵×۵ متر، ۱/۰۴ متر است که می‌توان گفت در این منطقه دارای متوسط رویش سالیانه ارتفاعی ۱/۲۳ متر

برای هر سه فاصله کاشت می‌باشد. این مقدار نسبت به تحقیقات (Zhu et al., 1986) که در چند منطقه بومی گونه در چین انجام گرفته (۰/۷، ۰/۵۸، ۰/۵ و ۰/۶۱ متر در سال) بیشتر می‌باشد. این امر به این نکته بر می‌گردد که گونه *P. fortunei* در چین اکثراً برای آگروفارستری در این مناطق استفاده شده، بنابراین فواصل کاشت در آنها بیشتر از فواصل کاشت در این منطقه بوده و این امر خود باعث ایجاد رقابت نوری بیشتر برای درختان منطقه مورد بررسی گردیده و متعاقباً باعث کمتر شدن مقدار رویش ارتفاعی نسبت به تحقیق حاضر شده است. در گزارش دیگری (Zhu et al., 1986) در چین نهالها به فاصله ۵×۵ متر و به تعداد ۴۰۰ درخت در هکتار کاشته شدند. بعد از ۱۰ سال متوسط ارتفاع ۱۳/۵ متر و متوسط رویش ارتفاعی درخت در سال ۱/۳۵ متر بوده که نسبت به متوسط رویش کل ارتفاعی پالونیا (۱/۲۳ متر در سال) و متوسط رویش ارتفاعی در فاصله کاشت ۵×۵ متر (۱/۰۴ متر در سال) در این منطقه بیشتر بوده است.

با توجه به نتایج بدست آمده، مقدار رویش ارتفاعی در هر دو گونه با کمتر شدن فاصله کاشت بیشتر شده که این امر به دلیل وجود رقابت نوری بیشتر در توده‌های متراکم‌تر می‌باشد و مؤید سایر تحقیقات (Fang et al., 1999; Burgess et al.,) می‌باشد. مقدار رویش ارتفاعی صنوبر در هر سه فاصله کاشت بیش از پالونیا بوده است که به نظر

تحقیق (Burgess et al., 2004) بر روی کلنهایی از صنوبر که بیان نمودند هر چه فواصل کاشت بیشتر شود از رشد ارتفاعی کمتر و به رشد قطری افزوده می‌گردد، این بررسی نیز تا حدودی مؤید این مطلب می‌باشد که با گذر زمان در جنگل‌کاری مربوطه بهتر و با اطمینان بیشتری می‌توان در این مورد قضاوت نمود. البته آنها برای فواصل 6×10 متر مقدار رویش سالیانه را $2/88$ سانتی‌متر بدست آوردند که این رویش به مراتب بیش از رویش قطری در منطقه این مطالعه می‌باشد. قابل یادآوری است که در سنین کمتر درختان دارای سرعت رشد بیشتری هستند.

رویش قطری پالونیا نیز برای فاصله کاشت 3×3 متر، $2/5$ سانتی‌متر در سال، فاصله کاشت 4×4 متر، $2/67$ سانتی‌متر در سال و فاصله کاشت 5×5 متر، $2/16$ سانتی‌متر در سال می‌باشد که می‌توان گفت در این منطقه دارای متوسط رشد سالیانه قطری $2/44$ سانتی‌متر برای هر سه فاصله کاشت می‌باشد که این مقدار نسبت به تحقیقات (Zhu et al., 1986) که در منطقه بومی گونه انجام گرفته است به صورتی است که رویش قطری در حد میانی قرار گرفته است، در واقع از دو منطقه آن بیشتر و از دو منطقه دیگر کمتر می‌باشد.

در گزارش دیگری (Zhu et al., 1986) نهالها به فاصله 5×5 متر به تعداد 400 درخت در هکتار کاشته شدند. در سال 1974 متوسط قطر برابر سینه درختان $30/1$ سانتی‌متر بود که میانگین رشد قطری سالیانه 3 سانتی‌متر داشتند که این امر نیز به مراتب بیش از رویش قطری در فاصله 5×5 متر ($2/16$ سانتی‌متر) و متوسط کل رویش قطری ($1/43$ سانتی‌متر) در این منطقه می‌باشد.

مقدار رویش قطری صنوبر با افزایش فاصله کاشت به صورت معنی‌داری کاهش پیدا کرده که این امر مغایر تحقیقات (Burgess et al., 2004) می‌باشد. پالونیا نیز در فاصله کاشت 4×4 متر دارای بیشترین رویش قطری بوده و با فاصله کاشت 5×5 متر اختلاف معنی‌داری دارد که

می‌آید این امر ممکن است به سرشت اکولوژیکی و خواص ژنتیکی این گونه‌ها برگردد.

بررسی و مقایسه رویش متوسط قطری صنوبر و پالونیا

با توجه به جدول ۱، متوسط رویش قطری در فواصل ۳، ۴ و ۵ متر برای گونه پالونیا به ترتیب $2/5$ ، $2/7$ و $2/2$ سانتی‌متر و برای صنوبر به ترتیب $1/7$ ، $1/67$ و $1/57$ سانتی‌متر می‌باشد. مقدار رویش قطری برای هر سه فاصله کاشت صنوبر $1/6$ سانتی‌متر در سال می‌باشد که این مقدار نسبت به نتایج خوشنوی فومنی (1384) در آمل با رویش سالیانه قطری $1/84$ با فاصله کاشت 6×4 متر کمتر می‌باشد. در بررسی دیگری قاسمی و مدیررحمتی (1383) بر روی چند کلن از گونه‌های صنوبر، حداکثر مقدار میانگین رشد قطری در سال را $2/46$ سانتی‌متر و حداقل آن را $1/67$ سانتی‌متر بدست آوردند که هر دوی این داده‌ها دارای رشد قطری بیشتری از رویش قطری سالیانه *P. deltoides* در این رویشگاه می‌باشد. البته اگر به صورت جداگانه برای فواصل نیز بررسی شد، همگی و مدیررحمتی در سال 1384 این بررسی را در فواصل کاشت مختلف *P. deltoides* انجام دادند.

با توجه به مقایسه دو رویش قطری سالیانه در دو منطقه فوق می‌توان چنین نتیجه گرفت که مقدار رویش قطری سالیانه در فاصله 3×3 متر دو منطقه تقریباً برابر بوده، اما در دو فاصله کاشت 4×4 متر و 5×5 متر کمتر می‌باشد. در کل مقدار رویش قطری در این منطقه نسبت به سایر مناطق ایران کمتر بوده است.

(Debelli et al., 1997) نیز متوسط رویش قطری سالیانه را در کلنهای ۸ ساله صنوبر در فاصله کاشت 1×1 متر بررسی کردند که مقدار آن $1/125 - 0/875$ سانتی‌متر بود که به مراتب از رشد قطری در این منطقه کمتر می‌باشد که این امر به فاصله کاشت بسیار کم در این بررسی مربوط می‌باشد، به گونه‌ای که براساس نتایج حاصل از

قلمه‌گیری و غیرجنسی بوده و درصد زنده‌مانی قابل ملاحظه‌ای دارند، مؤید تحقیق آنها می‌باشد.

در نهایت گونه پالونیا در این منطقه دارای رویش بیشتری نسبت به صنوبر بوده و با توجه به این که این گونه در منطقه فقط ۵ دوره رویشی را پشت سر گذاشته، نمی‌توان برای کاشت این گونه در سطح وسیع قضاوت نمود، اما در صورتی که در سالهای آینده برای پالونیا مشکلی در جنگل‌کاریها (از نظر اکولوژیکی و حمله آفات و امراض) در نقاط مختلف پیش نیاید به نظر می‌رسد که می‌تواند گونه مناسبی برای جنگل‌کاری در مناطق مشابه باشد. البته در فاصله کاشت ۳×۳ متر رویش این گونه به صورت معنی‌داری بیشتر بوده و پیشنهاد می‌گردد در صورت کاشت از این فواصل استفاده شود. لازم به یادآوری است که در صورت کاشت این گونه، پیشنهاد می‌شود که فقط در جنگل‌کاریهای مصنوعی و دور از جنگل طبیعی کاشته شود تا در صورت بروز مشکل اکولوژیکی، بتوان از سرایت آن به جنگلهای طبیعی جلوگیری کرد.

منابع مورد استفاده

- خوشنوی فومنی، م، ۱۳۸۴. تعیین برآورد حجمی مناسب در توده صنوبر دست‌کاشت (بررسی موردی منطقه چنگاز). پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه مازندران. ۸۹ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۸۳. طرح جنگل‌داری تجدید نظر سری پهنه‌کلا، حوضه آبخیز ۷۱ جنگلهای شمال کشور. ۳۱۵ صفحه.
- قاسمی، ر. و مدیررحمتی، ع، ۱۳۸۳. بررسی میزان تولید چوب کلن‌های مختلف صنوبر (کلن‌های تاج باز) در منطقه کرج. فصل‌نامه پژوهشی جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۲): ۲۵۰-۲۲۱.
- همتی، ا. و مدیررحمتی، ع، ۱۳۸۴. اثر فاصله کاشت بر تولید در هکتار ارقام مختلف صنوبر *P. nigra* L. فصل‌نامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۳ (۳): ۷۸-۵۳.

این امر نیز بر خلاف تحقیقات (Burgess et al. 2004) بر روی گونه صنوبر می‌باشد.

مقدار رویش قطری در هر سه فاصله کاشت در گونه پالونیا بیش از گونه صنوبر می‌باشد که با وجود این امر مقدار رویش قطری پالونیا در مقایسه با تحقیقات (Zhu et al. 1986) بسیار کمتر می‌باشد، ولی از رویش قطری صنوبر به‌طور معنی‌داری بیشتر بوده که این امر ممکن است به سرشت و خصوصیات ژنتیکی این گونه نسبت به صنوبر برگردد.

درصد زنده‌مانی

همان‌گونه که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد کمترین مقدار زنده‌مانی مربوط به گونه پالونیا در فاصله کاشت ۳ متر و بیشترین آن به صنوبر در فاصله کاشت ۴ متر برمی‌گردد. مقدار زنده‌مانی گونه صنوبر نسبت به پالونیا بیشتر بوده که ممکن است این امر به سازگارتر بودن این گونه نسبت به پالونیا، به آب و هوا و خاک منطقه مربوط باشد. این مسئله باید به‌صورت دقیق‌تری در تکرارهای زیاد و در مناطق مختلف بررسی گردد و سپس قضاوت شود. می‌توان مقدار میانگین زنده‌مانی را برای صنوبر ۹۰٪ و برای پالونیا ۸۶/۶٪ بیان نمود.

مقدار زنده‌مانی صنوبر (۹۰٪) نزدیک به مقدار زنده‌مانی آن (۹۰٪) در هانیوان در باوینگ چین (Fang et al., 1999) می‌باشد.

در بررسی دیگری (Bergmann 2003) عملکرد *Paulownia elongata* *P. fortunei* و *Paulownia*×*Henan* را در سه رویشگاه در کارولینای شمالی بین سالهای ۱۹۹۶ و ۲۰۰۰ مورد آزمون قرار داد و چنین نتیجه گرفت که درختانی که از طریق روشهای غیرجنسی (جست و غیره) تولید می‌شوند، دارای شانس و احتمال بیشتری برای زنده‌مانی می‌باشند که با توجه به این‌که گونه‌های کاشته شده در این منطقه به‌روش

- three clones at four spacings. Biomass and Bioenergy, 17: 415-425.
- Sidhu, D.S. and Dhillon, P.S., 2007. Field Performance of ten Clones and two Sizes of Planting Stock of *Populus deltoides* on the Indo-Gangetic Plains of India. New Forest, 34 (2): 115-122.
 - Swamy, S.L., Mishra, A. and Puri, S., 2006. Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of *Populus deltoides* under an agrisilviculture system. Bioresource Technology, 97: 57-68.
 - Tang, R.C., Carpenter S.B., Wittwer R.F. and Graves D.H. 1980. *Paulownia*—A crop tree for wood products and reclamation of surface-mined land. S. J. Appl. For. 4: 19-24.
 - Wang, Q. and Shogren J.F., 1992. Characteristics of the crop-*Paulownia* system in China. Agric. Ecosys. Environ. 39: 145-152.
 - Zhu, Z.H., Chao, C.J., Lu, X.Y. and Xiong, Y.G. 1986. *Paulownia* in China: Cultivation and utilization. Asian Network for Biological Sciences, Republic of Singapore and International Development Research Centre, Canada, 65 p.
 - یوسفی، ب. و مدیررحمتی، ع.، ۱۳۸۳. بررسی رفتار رشد ارتفاعی کلن‌های صنوبر در کردستان. فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۲ (۴): ۵۳۳-۵۵۶.
 - Bergmann, B.A. 2003. Five years of *Paulownia* field trials in North Carolina. New Forests 25: 185-199.
 - Burgess, P.J., Incoll, L.D., Corry, D.T., Beaton, A., and Hart, B.J. 2004. Poplar (*Populus* spp.) growth and crop yields in a silvorable experiment at three lowland sites in England. Agroforestry Systems 63: 157-169.
 - Carpenter, S.B., 1977. This “Princess” heals disturbed land. American Forests, 83: 22-23.
 - Corona, P., Marziliano, P.A. and Scotti, R., 2002. Top_down: a prototype for poplar plantation in Italy. Forest Ecology and Management. 161: 65-73.
 - Debelli, D.S., Harrington, C.A., Clendenen, G.W. and Zasada, J.C., 1997. Tree growth and stand development of four *Populus* clones in large monoclonal plots. New Forests, 14: 1-18.
 - Fang, S., Xizeng, X., Shixing, L. and Louzhong, T., 1999. Growth dynamics and biomass production in short-rotation poplar plantations: 6-year results for

Comparing the growth of *Paulownia fortunei* and *Populus deltoides* plantations under different spacing in northern Iran

N. Riahifar¹, A. Fallah², K. Mohammadi Samani^{*3} and Y. Gorji Mahlebani⁴

1- B.Sc. Forestry Graduate, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran.

2- Assistant Prof., Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran.

3*- Corresponding author, Ph.D. Candidate, Faculty of Natural Resources, University of Mazandaran.

E-mail: forester28@yahoo.com

4- Forestry Expert, Mazandaran Wood & Paper Company.

Abstract

This study was carried out to investigate poplar and paulownia's growth under different spacing in a 5-year plantation located in Mazandaran wood and paper company's fields in Sari-Iran. The trees were planted in three different spacing: 3×3m, 4×4m, and 5×5 m, each established in 3 replications. The quantitative parameters including DBH and Height were measured and a comparison was made between the stands height and diameter growth. Survival percentage was also calculated across the stands. The averages were statistically compared in a randomized block design in two forms: 1) two species were separately compared in their threefold spacing, and 2) two species were crossed in each spacing. Tukey's test was used to compare the averages. Results showed a promising rate of survival over the stands. Moreover, the growth was significantly different amongst different spacing of the stands, representing the best growth in 3×3m spacing. In addition, the height of poplar was significantly more than those of paulownia, though the diameter growth assessment showed a reverse trend between the stands.

Key words: Fast- growing species, growth, spacing, *Populus deltoids*, *Paulownia fortunei*.