

تعیین سن بهره‌برداری مطلق توده‌های همسال پالونیا در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا

عاطفه محمدی^{۱*}، محمدهادی معیری^۲ و حشمت‌الله حیدری^۳

*- نویسنده مسئول، دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،
پست الکترونیک: atefeh.mohammadi11@gmail.com

^۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۳- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۹/۲۲ تاریخ پذیرش: ۹۱/۳/۱۷

چکیده

به منظور تعیین سن بهره‌برداری مطلق (کمی) و حداکثر تولید در واحد سطح توده‌های ۱۸ ساله دست‌کاشت پالونیا در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا، سه فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۵×۸ متر و ۶×۱۰ متر مد نظر قرار گرفت. در هر فاصله کاشت، ۵ اصله از درختان شاخص با توزیع مناسب در طبقات قطری به صورت تصادفی انتخاب شد. پس از قطع درختان انتخابی، دیسک‌هایی از ارتفاع ۰/۴ و ۱/۳۰ متر و همچنین دیسک‌های بعدی با فواصل ۲ متری از قطر برابر سینه تا نوک درخت تهیه شد. رویش قطری و ارتفاعی به روش آنالیز تنه اندازه‌گیری شد. همچنین با محاسبه ضریب شکل درختان نمونه در سنین مختلف، موجودی حجمی، رویش متوسط و جاری حجمی در سنین مختلف محاسبه شد. سپس سن بهره‌برداری مطلق (ضابطه جنگلبانان) مشخص شد. نتایج نشان داد که سن بهره‌برداری مطلق در فواصل کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ متر به ترتیب در ۱۱، ۱۳ و ۱۱ سالگی اتفاق می‌افتد. همچنین درختان در فاصله کاشت ۵×۸ متر میانگین رویش حجمی پایه‌ای بیشتری دارند ولی با توجه به تعداد پایه در هکتار، فاصله کاشت ۳×۶ متر با ۵۲۵/۹۸ مترمکعب در هکتار بیشترین متوسط سالانه تولید چوب در هکتار را نسبت به دیگر فواصل کاشت دارد. بنابراین نتیجه‌گیری می‌شود که اگر در زراعت چوب پالونیا هدف تولید کمی چوب باشد مناسب‌ترین فاصله کاشت ۳×۶ متر است در حالی که اگر هدف زراعت چوب در قالب بیشه‌زراعتی باشد فاصله کاشت ۶×۱۰ متر نسبت به ۵×۸ متر برتری دارد.

واژه‌های کلیدی: سن بهره‌برداری، فاصله کاشت، پالونیا، حجم، قطر، ارتفاع

مقدمه

برداشت بی‌رویه چوب از جنگل‌های طبیعی می‌تواند جنگلکاری با گونه‌های تندرشد باشد. تعیین طول دوره (سن) بهره‌برداری توده‌های همسال جنگلکاریها یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های مدیریتی می‌باشد. سن بهره‌برداری بر اساس دیدگاه‌ها و روش‌های گوناگون قابل محاسبه می‌باشد که متداولترین آن سن بهره‌برداری مطلق (سنی که توده جنگلی بیشترین مقدار چوب کمی بدون ملاحظه به

نیاز روزافزون به چوب و کاهش منابع چوبی باعث ایجاد و تشدید جنگلکاری با گونه‌های تندرشد شده است (Swamy et al., 2006). در گذشته، جنگل‌های طبیعی به‌ویژه در کشورهای حاره‌ای به منظور تأمین نیازهای چوبی، سوختی و کاغذ مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته‌اند (Sidhu & Dhillon, 2007). یکی از راه‌های کاهش

مطلوب می‌تواند به ارتفاع ۱۰ تا ۲۰ متر و رشد بالای ۳ متر در یک سال برسد. هر اصله درخت پالونیا می‌تواند در سن ۵ تا ۷ سالگی در حدود یک مترمکعب چوب تولید کرده و با رشد در جنگلکاریهای متراکم تا ۲۰۰۰ اصله، حدود ۳۳۰ تن در هکتار تولید سالیانه چوب داشته باشد (Jimenez et al., 2005). گونه *Paulownia fortunei* در ارتفاعات پایین و بالا از سطح دریا در چین سازگاری داشته و رویش سالانه قطری و ارتفاعی آن در درختان ۵ ساله به ترتیب ۲/۹ سانتی‌متر و ۱/۹ متر گزارش شده است. این گونه در رویشگاه‌های مناسب چین و ژاپن در ۴ سالگی دارای ارتفاع ۱۰ متر و قطر برابر سینه ۲۲ سانتی-متر می‌باشد و در ۱۰ سالگی به قطر برابر سینه ۵۰-۴۵ سانتی‌متر با تولید ۱۲ مترمکعب در هکتار و در سال می‌رسد (Van de Hoef, 2003). به‌طور متوسط، درختان این گونه در ۱۸ سالگی دارای ارتفاع ۲۱/۷ متر و قطر برابر سینه ۱۰۰/۵ سانتی‌متر و حجم ۶/۶۵ مترمکعب و رشد سالانه در حدود ۰/۷۳ مترمکعب می‌باشند (Zhu et al., 1986). گونه غیربومی پالونیا (*Paulownia fortunei*) از سالیان پیش به‌صورت قلمه وارد کشور و همزمان با بررسی مراحل سازگاری و فنولوژی در فواصل مختلف کاشت، برای بررسی میزان تولید چوب در جنگل آموزشی-پژوهشی دکتر بهرام‌نیا واقع در شهرستان گرگان کاشته شده است. گونه مذکور رشد مطلوبی در استان‌های شمالی ایران از خود نشان داده است. متوسط رویش قطری و ارتفاع توده دست‌کاشت سه ساله این گونه در استان گیلان به ترتیب ۴/۱۲ سانتی‌متر و ۲/۶۱ متر گزارش شده است (Hassanzad Navroodi & Rostami, 2007). در تحقیقی انجام شده در جنگل دکتر بهرام‌نیا، میزان موجودی در هکتار توده ۱۴ ساله پالونیا در سه فاصله کاشت ۵×۶، ۸×۶ و ۷×۷ متر به ترتیب ۳۴۵/۱، ۲۵۵/۴ و ۲۶۷/۷ مترمکعب برآورد شد (Azadfar & Saedi,

کیفیت را تولید می‌نماید) است. در واقع سن بهره‌برداری مطلق به سنی اطلاق می‌شود که رویش متوسط حجمی توده به حداکثر رسیده و با رویش جاری حجمی توده برابر می‌شود. امروزه سرمایه‌گذاران بخش جنگلکاری به-دنبال کاشت درختانی هستند که طول دوره بهره‌برداری کمتری داشته باشند. یکی از درختانی که در دهه‌های اخیر برای جنگلکاری با دوره برداشت کوتاه‌مدت به‌ویژه در جنوب‌شرق آسیا مورد توجه قرار گرفته است گونه‌های مختلف پالونیا می‌باشد. ارزش پالونیا برای بازیابی معدنهای بازکاوی شده (Carpenter, 1977)، جنگلکاریهای برای تولید برگهایی به‌عنوان کود آلی، گلگلهایی برای تولید عسل و تولید محصولات چوبی (Zhu et al., 1986) و بیشه‌زراعی (Wang & Shogren, 1992) در تحقیقات مختلف مورد توجه قرار گرفته است. چوب این درختان برای تولید نئوپان، کبریت‌سازی، کاغذ و کارتون‌سازی، لایه‌بری، مبل‌سازی، تولید ابزار موسیقی، جعبه دارو و ساخت لوازم تزئینی و صدها مصارف دیگر استفاده می‌شود (Hassanabbasi & alizadehhesari, 1998). جنس پالونیا بومی کشور چین بوده و شامل ۹ گونه از درختان تندرشد با حجم چوب‌دهی مناسب است. در شرایط عادی، یک درخت پالونیای ۱۰ ساله به‌اندازه ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر قطر برابر سینه داشته و حجم چوب‌دهی آن ۰/۳-۰/۵ مترمکعب در سال است و در بهترین شرایط محیطی، درختان ۶-۵ ساله چوب قابل بهره‌برداری تولید می‌کنند. گزارشها نشان می‌دهد که افزایش رشد حجمی هر درخت سالانه ۰/۰۳-۰/۰۵ تا ۰/۱۵ مترمکعب بوده و در سن پنج سالگی تا شش سالگی با قطری حدود ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر به سن بهره‌برداری می‌رسد (Otadi, 2001). بیشتر گونه‌های پالونیا در سن ۱۵ سالگی می‌توانند برای الوارهای بارزش و در سن ۶ تا ۷ سالگی برای تولید الوار با کیفیت پایین‌تر بهره‌برداری شوند. پالونیا در شرایط

۲۱° ۵۴' تا ۲۴° ۵۴' شرقی قرار دارد. میزان بارندگی متوسط سالیانه ۵۶۲/۱ میلی‌متر است که بین ۳۶۲/۴ میلی-متر تا ۸۵۳/۶ میلی‌متر در سالهای مختلف تغییر می‌کند. زمین این ناحیه از سنگ‌های ماسه‌ای است که احتمالاً به دوره مزوزوییک تعلق دارد. لایه فوقانی آن به‌طور کلی از سنگ‌های ماسه‌ای و لایه زیرین از لایه‌های متناوب شیست و ماسه‌سنگ تشکیل شده است. از نظر خاک-شناسی بسیار عمیق، خاک جنگلی به رنگ قهوه‌ای در اصل رسوبی سیلتی-کلی-لوم و سنگ‌های سائیده اغلب در قسمت تحتانی، ساحل غربی رودخانه اصلی و زمین سطح است. pH خاک بین ۷ تا ۷/۵ میلی‌موس بر سانتی‌متر از سطح تا عمق یک متر می‌باشد (Anonymous, 2006). توده‌های جنگلکاری پالونیا (*Paulownia fortunei*) در سه فاصله کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ در سال ۱۳۷۰ کاشته شده است که در زمان این تحقیق ۱۸ ساله بودند. وسعت قطعات به‌ترتیب ۱۱۱۶، ۲۲۰۰ و ۳۴۸۰ مترمربع است.

روش تحقیق

مشخصه‌های کمی تمام درختان پالونیا شامل قطر برابر سینه با استفاده از کالیپر با دقت سانتی‌متر و ارتفاع کل با استفاده از شیب سنج سونتو با دقت دسی‌متر در فواصل کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ اندازه‌گیری شد. پس از تنظیم جدول فراوانی درختان در طبقات قطری ۵ سانتی‌متری، در هر فاصله کاشت تعداد ۵ اصله از درختان برگزیده (براساس شاخص سالم بودن، مستقیم بودن تنه، تاج قرینه، در حاشیه نبودن و منشأ کاشت اولیه) با توزیع مناسب در طبقات قطری به‌صورت تصادفی انتخاب شدند. پس از قطع درختان نمونه، دیسکهایی در طول هر درخت از محل کنده تا انتهای نوک درخت در فواصل ۰/۴ متری، ۱/۳۰ و بقیه به فاصله ۲ متری از ارتفاع برابر سینه با کد

(2010). همچنین بررسی رویش‌های جاری و متوسط سالیانه حجمی نشان داد که رویش جاری سالیانه در فاصله کاشتهای ذکر شده در سنین ۷ تا ۱۲ سالگی به اوج خود رسیده، اما بررسی رویش متوسط سالیانه حجمی در طول ۱۴ سال حکایت از این مطلب دارد که این منحنی هنوز در حال افزایش بوده و به حداکثر میزان خود نرسیده است (Azadfar & Saeedi, 2010).

برای تعیین مناسبترین دوره بهره‌برداری با حداکثر تولید در واحد سطح صنوبر کلن *Populus deltoids* در استان گیلان مطالعه‌ای در قالب طرح آماری کرت‌های خرد شده (split plot) برای دوه‌ر‌ای بهره‌برداری ۲، ۴، ۶ و ۱۲ سال انجام شد. در طول مدت طرح، درختان در دوره دو ساله شش بار، دوره ۴ ساله سه بار، دوره ۶ ساله دو بار و دوره ۱۲ ساله یک بار قطع و توزین شدند. نتایج بدست آمده پس از ۱۲ سال پایان دوره آزمایش نشان داد که بیشترین تولید در واحد سطح (هکتار) را دوره ۴ ساله داشته است (Rahmani, 2005).

در رابطه با تعیین سن بهره‌برداری توده‌های دست-کاشت پالونیا در ایران مطالعات لازم انجام نشده است. از این رو این مطالعه با هدف تعیین زمان بهینه قطع توده‌های پالونیا در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا با توجه به حداکثر تولید کمی چوب در هر یک از فواصل کاشت مورد مطالعه طراحی و اجرا شد.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه با وسعتی برابر ۰/۵ هکتار در پارسل ۲ سری یک جنگل آموزشی و پژوهشی دکتر بهرام‌نیا در ۱۷ کیلومتری جنوب‌غربی شهر گرگان واقع شده است. از نظر مختصات جغرافیایی بین عرض جغرافیایی ۳۶° ۴۲' تا ۳۶° ۴۵' شمالی و طول جغرافیایی

حجمی و رویش حجمی، برای هر یک از فواصل کاشت مورد مطالعه جدولهای محصول تشکیل شد که در این جدولها تغییرات سن توده‌ها دو ساله است. برای انجام مقایسات آماری از آزمون آنالیز واریانس استفاده شد. سن بهره‌برداری (مطلق) در هر فاصله کاشت براساس زمان تحقق حداکثر رویش متوسط حجمی و مساوی بودن با رویش جاری حجمی تعیین و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

نتایج

میانگین حجم یک اصله درخت پالونیا ۱۸ ساله در فواصل کاشت ۳×۶، ۵×۸، و ۶×۱۰ متر به ترتیب ۰/۹۴، ۱/۰۳ و ۰/۹۷ مترمکعب می‌باشد. همانطور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود، میانگین حجم یک اصله درخت پالونیا با افزایش سن توده روند صعودی داشته، به طوری که از حدود ۰/۰۰۲ مترمکعب در یک سالگی به حدود یک مترمکعب در ۱۸ سالگی می‌رسد. حجم متوسط درختان پالونیا در سه فاصله کاشت مورد مطالعه تا سن ۶ سالگی یکسان بوده و از این سن به بعد تفاوت نشان می‌دهد، به طوری که مقدار آن با افزایش فاصله کاشت به طور نسبی افزایش می‌یابد. اگرچه این اختلاف حجم از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد (جدول ۱).

اختصاصی و شماره‌گذاری تهیه شد. بعد از سمباده‌زدن سطوح دیسک‌ها، دواير رویشی با استفاده از کولیس دیجیتال با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت شد. برای تعیین رابطه سن و ارتفاع، با توجه به معلوم بودن سن در دیسک‌های تهیه شده از هر یک از درختان، با تخصیص مدل‌های مناسب، ارتفاع در تمام سنین برای همه درختان در هر فاصله کاشت محاسبه شد. برای محاسبه قطر در سنین مختلف از دیسک مربوط به ارتفاع برابر سینه استفاده شد. همچنین برای محاسبه حجم درختان در سنین مختلف در هر فاصله کاشت از رابطه ۱ استفاده شد.

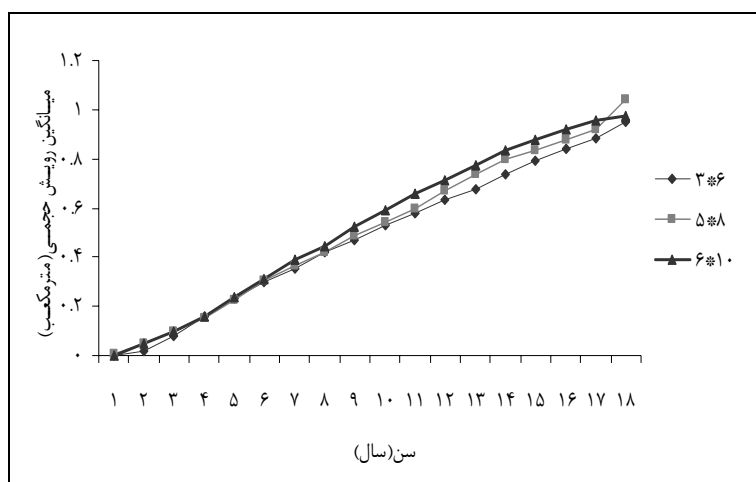
$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times n \times J \quad \text{رابطه ۱}$$

که در آن V : حجم بر حسب مترمکعب، d : قطر برابر سینه بر حسب متر، h : ارتفاع بر حسب متر و f : ضریب شکل می‌باشد. مقدار f ، میانگین ضریب شکل محاسبه شده برای درختان موجود در فواصل کاشت مورد مطالعه است. که این مقدار براساس میانگین ضریب شکل محاسبه شده درختان نمونه، برای فاصله کاشت‌های ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ متر به ترتیب ۰/۴۶، ۰/۵ و ۰/۴۴ در نظر گرفته شد. بعد از محاسبه هر یک از متغیرهای قطر، ارتفاع، رویه زمینی، حجم یک اصله درخت، موجودی

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین حجم یک اصله درخت پالونیا در فواصل کاشت مورد مطالعه

سطح معنی‌داری	F	میانگین مربعات	درجه‌آزادی	مجموع مربعات	
۰/۹۰۵ ^{ns}	۱۰۰	۰/۰۱۰	۲	۰/۰۲۰	بین گروهی
		۰/۱۰۲	۵۱	۵/۲۰۹	درون گروهی
			۵۳	۵/۲۲۹	کل

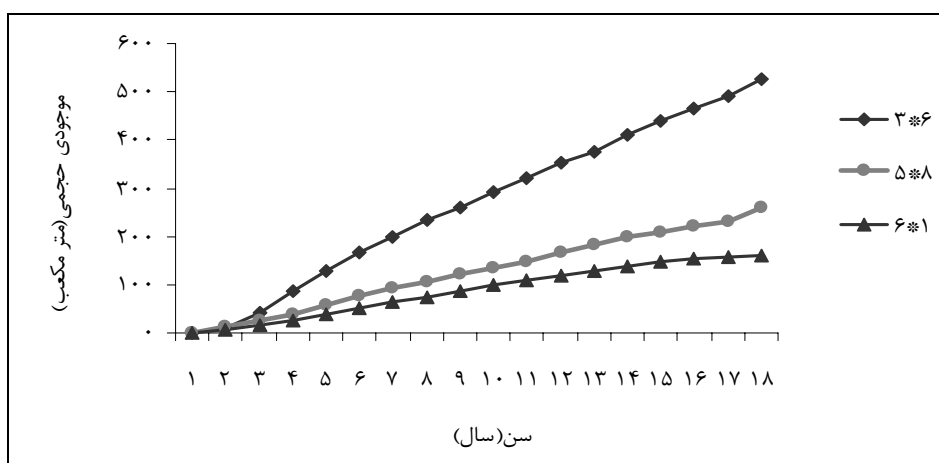
ns: عدم معنی‌داری



شکل ۱- مقایسه میانگین رویش حجمی یک اصله درخت پالونیا در فواصل کاشت مختلف

فاصله کاشت 6×10 متر کمترین است. همچنین شیب منحنی تولید حجمی توده پالونیا در فاصله کاشت 3×6 متر نسبت به دو فاصله کاشت دیگر (5×8 و 6×10 متر) خیلی بیشتر است، به طوری که با افزایش سن این توده‌ها، اختلاف موجودی سرپای توده مترکم‌تر (3×6 متر) با شدت بیشتری افزایش می‌یابد. درحالی که موجودی حجمی دو توده دیگر (5×8 و 6×10 متر) با افزایش سن اختلاف کمتری نسبت به هم پیدا می‌کنند.

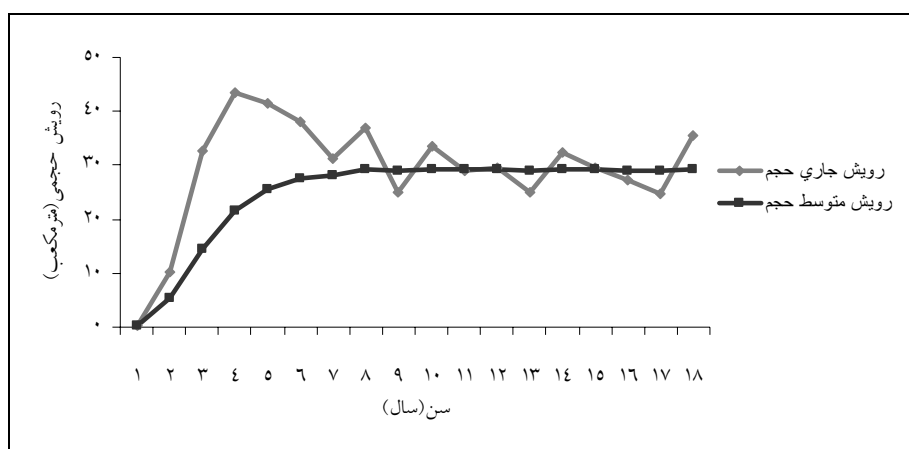
با توجه به تراکم درختان در سه فاصله کاشت 3×6 ، 5×8 و 6×10 متر که به ترتیب برابر با ۵۵۵، ۲۵۰ و ۱۶۶ اصله در هکتار است، موجودی حجمی توده پالونیا ۱۸ ساله به ترتیب برابر با $525/98$ ، $259/73$ و $161/4$ مترمکعب در هکتار می‌باشد. شکل ۲ تولید کل حجمی توده‌های پالونیا در سنین مختلف را نشان می‌دهد. ملاحظه می‌شود که تولید حجمی توده پالونیا در فاصله کاشت 3×6 بیشتر از دو فاصله کاشت دیگر بوده و این تولید در



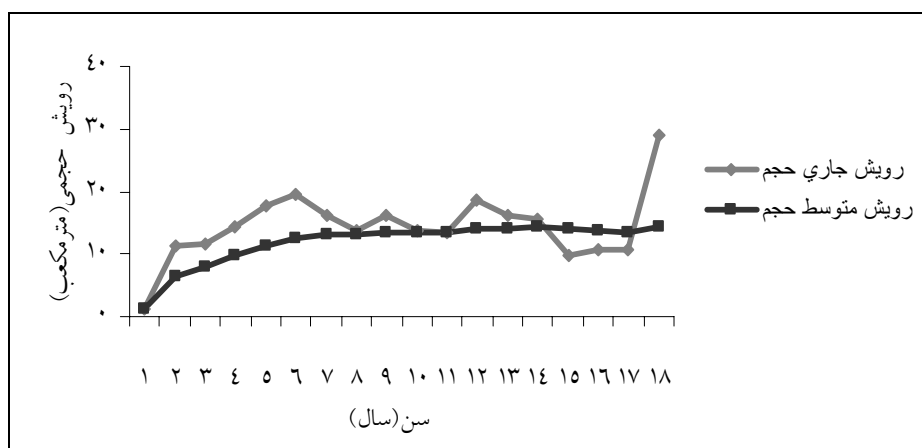
شکل ۲- مقایسه موجودی حجمی درختان در فواصل کاشت مورد مطالعه

فاصله کاشت 6×10 متر نیز رویش جاری سالیانه حجمی در ۵ سالگی و رویش متوسط سالیانه حجمی در ۶ سالگی به نقطه حداکثر خود رسیده‌اند. از آنجایی که رویش حجمی مشخص‌کننده سن بهره‌برداری مطلق می‌باشد، از این رو براساس نتایج جدول محصول و رسم منحنیهای رویش حجمی متوسط و جاری، سن بهره‌برداری مطلق سه فاصله کاشت 3×6 ، 5×8 و 6×10 متر به ترتیب برابر با ۱۱، ۱۳ و ۱۱ سال تعیین شد.

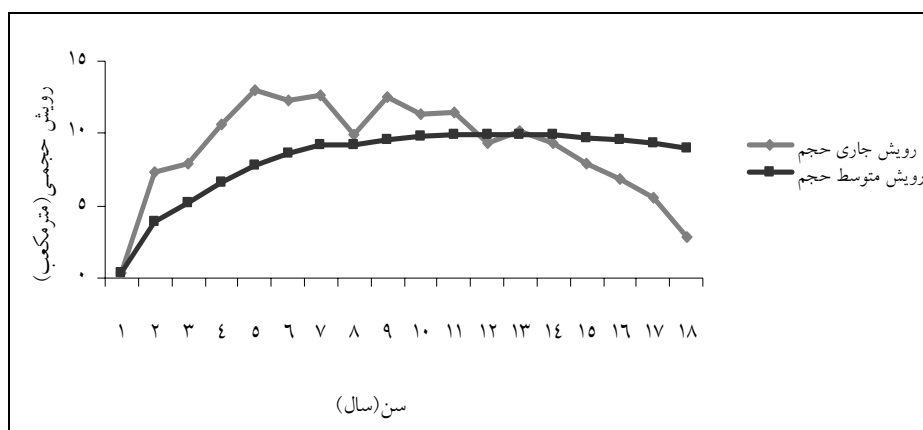
بررسی رویش حجمی توده‌های مورد مطالعه پالونیا (شکل‌های ۳، ۴ و ۵) نشان‌دهنده آن است که در فاصله کاشت 3×6 متر، رویش جاری سالیانه حجمی در سن ۴ سالگی و رویش متوسط سالیانه حجمی در سن ۷ سالگی به حداکثر مقدار خود رسیده‌اند. بررسیهای مشابه در فاصله کاشت 5×8 متر نیز نشان داد که حداکثر رویش جاری سالیانه حجمی در سن ۱۸ سالگی و حداکثر مقدار رویش متوسط سالیانه در ۶ سالگی اتفاق می‌افتد.



شکل ۳- نمودارهای رویش جاری و رویش متوسط حجمی پالونیا در فاصله کاشت 3×6 متر



شکل ۴- نمودارهای رویش جاری و رویش متوسط حجمی پالونیا در فاصله کاشت 5×8 متر



شکل ۵- نمودارهای ریش جاری و ریش متوسط حجمی پالونیا در فاصله کاشت ۶×۱۰ متر

بحث

پالونیا در سه فاصله کاشت بعد از سن ۶ سالگی قابل تشخیص است؛ اگرچه این اختلاف حجم از نظر آماری معنی‌دار نمی‌باشد. با وجود اختلاف جزئی میانگین حجم درختان در سه فاصله کاشت مورد مطالعه، تولید کل حجمی توده پالونیا در فاصله کاشت ۳×۶ بیشتر از دو فاصله کاشت دیگر بوده و این تولید در فاصله کاشت ۶×۱۰ متر کمترین است. این اختلاف تولید ناشی از تفاوت تراکم درختان در واحد سطح بوده و با افزایش سن توده‌ها بیشتر می‌شود.

نتایج این تحقیق نشان داد که طول دوره بهره‌برداری (مطلق) بین ۱۱ تا ۱۳ سال می‌باشد. با توجه به گزارشها و تحقیقات انجام شده در کشور چین، سن بهره‌برداری این گونه در شرایط رویشگاهی مطلوب‌تر کوتاه‌تر می‌شود. بنابراین برای تولید چوب بیشتر و سن بهره‌برداری کوتاه‌تر، فاصله کاشت کمتر (۳×۶ متر) برای زراعت چوب پالونیا توصیه می‌شود.

در شرایط رویشگاهی مورد مطالعه، موجودی حجمی توده پالونیا ۱۸ ساله در سه فاصله کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ متر به ترتیب برابر با ۵۲۵/۹۸، ۲۵۹/۷۳ و ۱۶۱/۴ مترمکعب در هکتار برآورد شد. موجودی توده‌های مذکور با موجودی توده‌های ۱۴ ساله با فاصله کاشتهای تقریباً مشابه (Azadfar & Saedi, 2010) همسویی دارد. میانگین حجم یک اصله درخت پالونیا ۱۸ ساله در فواصل کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ متر به ترتیب ۰/۹۴، ۱/۰۳ و ۰/۹۷ مترمکعب است. میانگین حجم یک اصله درخت پالونیا با افزایش سن توده روند صعودی داشته، به طوری که از حدود ۰/۰۰۲ مترمکعب در یک سالگی به حدود یک مترمکعب در ۱۸ سالگی می‌رسد. در حالی که تحقیقات انجام شده در خارج از کشور (Jimenez et al., 2005) نشان داد که هر اصله درخت پالونیا در سن ۵ تا ۷ سالگی در حدود یک مترمکعب چوب تولید می‌کند. نتایج همچنین نشان داد که اختلاف حجم متوسط درختان

منابع مورد استفاده

References

- Anonymous, 2006. Second Revise Forest Management Project Booklet. Series I of Dr. Bahramnia Educational and Research Forest, 481 p.
- Azadfar, D. and Saeedi, Z., 2010. Effect of spacing on growth characteristics of *Paulownia fortunei* (Case study: Dr Bahram Nia forest management plan, Gorgan). Iranian Journal of Forest, 2(2): 151-163.
- Carpenter, S.B., 1977. This "Princess" heals disturbed land. American Forests, 88: 22-23
- Jimenez, L., Rodriguez, A., Ferrer, J.L., Perez, A. and Angulo, V., 2005. La Paulownia: una planta de rápido crecimiento como materia prima para la fabricació'n de papel. Afinidad, 62(516): 100-105.
- Hassanabbasi, N.A. and Alizadehhesari, M.K., 1998. Properties and uses of wood for aircraft Paulownia, Glaydrv Havrgraft. Second National Conference on Aerospace Engineering, Esfahan, 12-14 Oct: 823-827.
- Hassanzad Navroodi, I. and Rostami, T., 2007. Evaluation of the growth potential of *Paulownia furtunei* in Guilan province. Proceedings from an International Conference. Improving the Triple Bottom Line Returns from Small-scale Forestry, Ormoc, the Philippines, 18 - 21 June 2007: 197-204.
- Otadi, F., 2001. Evaluation of growth and wood properties of Paulownia. Proceedings of the Second International Meeting on Forests and Industry, Vol. II: 1-18.
- Rahmani, Z., 2005. Identification of the most appropriate period of *Populus deltoides* 77/51 .yield utilization Research project. Safrabasteh Experimental Station, Astaneh Ashrafieh City, Guilan province, I.R. Iran: 1-2.
- Sidhu, D.S. and Dhillon, P.S., 2007. Field performance of ten clones and two sizes of planting stock of *Populus deltoides* on the Indogangetic 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.
- Van de Hoef, L., 2003. Paulownia. Agriculture Notes (AGO778), ISSN 1329-8062, A site in north east Victoria state, Department of primary industries, Box Hill, Melbourne, Australia: 1-3.
- Wang, Q. and Shogren, J.F., 1992. Characteristic of the crop Paulownia system in China. Agric. Ecosys. Environ., 39: 145-152.
- Zhu, Z.H., Cha, C.J., Lux, Y. and Xiong, Y.G., 1986. Paulownia in china: cultivation and utilization. Asian Network for Biological Sciences, Republic of Singapore and international Development Research Center, Canada, 65 p.

Determination of the absolute harvesting age of *Paulownia* even-aged stands in Dr. Bahramnia's Forest Management Project

A. Mohammadi^{1*}, M.H. Moayeri² and H. Heydari³

^{1*} - Corresponding author, M.Sc. Student, Dept of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences, Gorgan, I.R. Iran. Email: atefeh.mohammadi11@gmail.com

² - Associate prof., Dept of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences, Gorgan, I.R. Iran.

³ - Assistant prof., Dept of Forestry, Faculty of Forest Sciences, Gorgan University of Agricultural and Natural Resources Sciences, Gorgan, I.R. Iran.

Received: 12.12.2011 Accepted: 06.06.2012

Abstract

To determine the best absolute harvesting age (quantitative purpose) and maximum production per area of a 18- year-old stands of *Paulownia fortunei* plantation at Dr. Bahramnia Forest Management project, Three spacing treatments including 3x6, 5x8 and 6x10 m. were examined. Five typical trees with normal diameter class distribution were chosen from each spacing treatment, randomly. The selected trees were fell down and sample discs were made from the stems at 0.4, 1.3 m. and then at 2 m. intervals between 1.3 m. and top height. Diameter and height growth were measured, based on stem analysis method. Stand volume, mean and current annual volume growth at different age stages were calculated, based on calculating form factor at various age stages. Overall, the absolute harvesting age (forester's criteria) was determined. The results showed that the absolute harvesting ages at 3x6, 5x8 and 6x10 m. spacing treatments were 11, 11 and 13 years, respectively. In addition, the trees at 5x8 m. spacing treatment had the greatest individual mean annual volume growth, but in respect to trees density per hectare, the trees at 3x6 m. spacing treatment achieved the highest mean annual wood production per hectare in comparison to the other spacing treatments, which was 525/98 m³/ha. Therefore, it could be concluded that if the aim of *Paulownia* plantation is quantitative wood production, the spacing of 3x6 m. will be the best, but if the purpose is agroforestry, the spacing of 6x10 m. will be better than the spacing of 5x8 m.

Key words: Harvesting age, Spacing, *Paulownia*, volume, diameter, height