



دانشگاه گورگان و منابع طبیعی گورگان

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل

جلد بیست و سوم، شماره دوم، ۱۳۹۵

<http://jwfst.gau.ac.ir>

تعیین مناسب‌ترین سن بهره‌برداری اقتصادی توده‌های همسال پالونیا (مطالعه موردی طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا استان گلستان)

*عاطفه محمدی^۱ و محمدهادی معیری^۲

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان،

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

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۷/۰۷؛ تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۰/۰۱

چکیده

سابقه و هدف: نیاز روزافزون به چوب و کاهش منابع چوبی باعث ایجاد و تشدید جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد شده است. یکی از راه‌های جلوگیری از برداشت بی‌رویه از این جنگل‌ها می‌تواند جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد باشد. سن بهره‌برداری اقتصادی سنی است که توده جنگلی به حداکثر ارزشی که به زمان حال یا امروز از نظر ارزش اقتصادی فعلی شده باشد برسد. یکی از درختانی که در دهه‌های اخیر جهت جنگل‌کاری با دوره برداشت کوتاه مدت به‌ویژه در جنوب شرق آسیا مورد توجه قرار گرفته است گونه‌های مختلف پالونیا می‌باشد. در شرایط عادی، یک درخت پالونیا ۱۰ ساله به اندازه ۴۰-۳۰ سانتی‌متر قطر برابرسینه داشته و حجم چوبیده آن بین ۰/۳-۰/۵ مترمکعب در سال می‌باشد و در بهترین شرایط محیطی، درختان ۶-۵ ساله چوب قابل بهره‌برداری تولید می‌کنند. در خصوص توسعه جنگل‌کاری پالونیا توسط کشاورزان در سریلانکا مشخص شد که در نرخ بهره ۷/۵ درصد ارزش خالص فعلی جنگل‌کاری پالونیا ۴۶۲۷۲۱ روپیه و نسبت منفعت به هزینه ۳/۲۸ و نرخ بازده داخلی ۲۸/۳۴ درصد می‌باشد. هدف از این مطالعه تعیین مناسب‌ترین سن

*مسئول مکاتبه: atefeh.mohammadi11@gmail.com

برداشت توده‌های دست کاشت پالونیا در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا در استان گلستان با توجه به ماکزیمم ارزش اقتصادی در هر یک از فواصل کاشت مورد مطالعه می‌باشد.

مواد و روش‌ها: این تحقیق در یک جنگلکاری ۱۸ ساله *Paulownia fortune* مستقر در پارسل ۲ سری یک طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا (شصت کلاته گرگان) انجام شد. سه فاصله کاشت ۳*۶ متر، ۵*۸ متر و ۶*۱۰ متر مدنظر قرار گرفت. در هر فاصله کاشت ۵ اصله درخت از لیست درختان شاخص با توزیع مناسب در طبقات قطری به‌صورت تصادفی انتخاب گردید. پس از قطع درختان انتخابی، دیسک‌هایی از ارتفاع ۱/۴ و ۱/۳۰ متر و همچنین دیسک‌های بعدی با فواصل ۲ متری از قطر برابر سینه تا نوک درخت تهیه شد. همچنین با محاسبه ضریب شکل درختان نمونه در سنین مختلف، موجودی حجمی، در سنین مختلف محاسبه گردید. در مرحله بعد با توجه به جداول محصول، ارزش توده سرپا و ارزش رویشگاه براساس روابط اقتصادی متداول، برآورد و سن بهینه اقتصادی بر اساس ضابطه ارزش رویشگاه تعیین شد. همچنین با محاسبه درآمدها و هزینه‌ها، سود خالص فعلی پروژه در سن بهره‌برداری اقتصادی مشخص گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که با نرخ بهره ۱۲ درصد و قیمت هر کیلو چوب سرپا معادل ۷۵۰ ریال سن بهره‌برداری بهینه برای فواصل کاشت ۳*۶ متر، ۵*۸ و ۶*۱۰، به ترتیب ۸، ۹ و ۱۰ سالگی می‌باشد. با بررسی اثر تغییر قیمت و نرخ بهره روی سن بهره‌برداری اقتصادی مشخص شد که افزایش یا کاهش قیمت چوب تغییری در سن بهره‌برداری اقتصادی ایجاد نمی‌کند ولی افزایش نرخ بهره باعث کاهش سن بهره‌برداری اقتصادی و بالعکس کاهش نرخ بهره باعث افزایش سن بهره‌برداری اقتصادی می‌شود.

واژه‌های کلیدی: پالونیا، سن بهره‌برداری اقتصادی، فاصله کاشت، رویش حجمی، شصت کلاته

مقدمه

نیاز روزافزون به چوب و کاهش منابع چوبی باعث ایجاد و تشدید جنگلکاری با گونه‌های سریع‌الرشد شده است (۱۶). جنگل‌های طبیعی به‌ویژه در کشورهای حاره‌ای در گذشته به‌منظور تأمین نیازهای چوبی، سوختی و کاغذ مورد بهره‌برداری بی‌رویه قرار گرفته‌اند (۱۴). یکی از راه‌های جلوگیری از برداشت بی‌رویه از این جنگل‌ها می‌تواند جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد باشد. سن

بهره‌برداری اقتصادی سنی است که توده جنگلی به حداکثر ارزشی که به زمان حال یا امروز از نظر ارزش اقتصادی فعلی شده باشد برسد. از دیدگاه اقتصاد این سن می‌تواند در جوانی یا میانسالی باشد که با دیدگاه جنگلشناسی تناقص دارد. در واقع سن بهره‌برداری اقتصادی سنی است که در آن سن، درآمد خالص توده و یا نرخ بازدهی سرمایه حداکثر باشد (۱۳). یکی از درختانی که در دهه‌های اخیر جهت جنگلکاری با دوره برداشت کوتاه مدت به‌ویژه در جنوب شرق آسیا مورد توجه قرار گرفته است گونه‌های مختلف پالونیا می‌باشد. جنس پالونیا بومی کشور چین بوده و شامل تعداد نه گونه از درختان سریع‌الرشد با حجم چوبدهی مناسب می‌باشد. در شرایط عادی، یک درخت پالونیا ۱۰ ساله به اندازه ۴۰-۳۰ سانتی‌متر قطر برابر سینه داشته و حجم چوب سرپا آن بین ۰/۵-۰/۳ مترمکعب می‌باشد و در بهترین شرایط محیطی، درختان ۶-۵ ساله چوب قابل بهره‌برداری تولید می‌کنند. حسن‌زاد ناورودی و همکاران (۲۰۰۷)، گونه *Paulownia fortunei* در ارتفاع 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. البته این‌گونه رشد مطلوبی در استان‌های شمالی ایران از خود نشان داده است. متوسط رویش قطری و ارتفاع توده دست کاشت سه ساله این گونه در استان گیلان به ترتیب ۴/۱۲ سانتی‌متر و ۲/۶۱ متر گزارش شده است (۲). اوتادی (۲۰۰۱)، افزایش رشد حجمی هر درخت سالانه بین ۰/۰۳-۰/۰۵ تا ۰/۱۵ مترمکعب بوده و در سن ۶-۵ سالگی با قطری حدود ۴۰-۳۰ سانتی‌متر به سن بهره‌برداری می‌رسد (۷). جیمنز و همکاران (۲۰۰۵). هر اصله درخت پالونیا می‌تواند در سن ۷-۵ سالگی در حدود یک مترمکعب چوب تولید کند و در جنگل‌کاری‌های متراکم تا ۲۰۰۰ اصله در هکتار کشت شود و حدود ۳۳۰ تن در هکتار چوب تولید کند (۳). این‌گونه غیر بومی از سالیان پیش به صورت قلمه وارد کشور شده و همزمان با بررسی مراحل سازگاری و فنولوژی در فواصل مختلف کاشت جهت بررسی میزان تولید چوب در جنگل آموزشی- پژوهشی شصت‌کلاته گرگان کاشته شده است. طبرسا و حسن عباسی (۲۰۰۸) در تحقیقی با هدف ترویج کشت پالونیا در اراضی شیبدار شرقی و غربی منطقه توسکستان گرگان، مشخص شد که درخت پالونیا بعد از ۵ سال دارای میانگین قطر ۱۸ سانتی‌متر و ارتفاع تنه ۶ متر و متوسط حجم چوب تنه ۰/۱۵ مترمکعب می‌باشد. اگر دانسیته چوب تر ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب در نظر گرفته شود، وزن هر درخت پالونیا ۱۲۰ کیلوگرم برآورد می‌شود. میزان چوب هیزمی هر هکتار جنگل‌کاری پالونیا ۲۵۲۰۰ کیلوگرم برآورد می‌گردد. هر هکتار جنگل‌کاری پالونیا سالیانه ۳۰۲۴۰۰۰ ریال چوب هیزمی و ۲۱ میلیون ریال گرده‌بینه تولید می‌کند.

بنابراین یک هکتار جنگل کاری پالونیا سالیانه ۲۴۰۲۴۰۰۰ ریال درآمد ناخالص دارد. هزینه آماده‌سازی، چاله‌کشی، غرس نهال و آبیاری مجموعاً ۳/۱ میلیون ریال برآورد شده است (۱۷). جورجسن (۲۰۰۳)، در خصوص توسعه جنگل کاری پالونیا توسط کشاورزان در سریلانکا گزارش کرد که در نرخ بهره ۷/۵ درصد ارزش خالص فعلی جنگل کاری پالونیا ۴۶۲۷۲۱ روپیه و نسبت منفعت به هزینه ۳/۲۸ و نرخ بازده داخلی ۲۸/۳۴ درصد می‌باشد (۴). رزینده و همکاران (۲۰۰۵)، در تحقیقی با عنوان زمان بهینه برای جایگزینی اکالیپتوس بر اساس فرآیندهای تکنولوژیکی کاشت در برزیل، سن بهره‌برداری اقتصادی اکالیپتوس با در نظر گرفتن سود به دست آمده در فرآیند تکنولوژیکی و افزایش درآمد و کاهش هزینه و محاسبه حداکثر ارزش فعلی خالص (NPV) حداکثر (۱۸۱۸/۹۴ دلار در هکتار) ۷ سالگی محاسبه شد (۱۲). هدف از این مطالعه تعیین مناسب‌ترین سن برداشت توده‌های دست کاشت پالونیا در طرح جنگلداری دکتر بهرام‌نیا در استان گلستان با توجه به ماکزیمم ارزش اقتصادی در هر یک از فواصل کاشت مورد مطالعه می‌باشد.

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 جنوب- غربی شهر گرگان واقع شده است. از نظر مختصات جغرافیایی بین ۳۶ درجه ۴۵ دقیقه الی ۳۶ درجه ۴۲ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی و طول جغرافیایی ۵۴ درجه ۲۴ دقیقه الی ۵۴ درجه ۲۱ دقیقه شرقی قرار دارد. میزان بارندگی متوسط سالیانه ۵۶۲/۱ میلی‌متر است که بین ۳۶۲/۴ میلی‌متر الی 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 به طور کلی از سنگ‌های ماسه‌ای و لایه زیرین از لایه‌های متناوب شیست و ماسه سنگ تشکیل یافته است. از نظر خاکشناسی بسیار عمیق می‌باشد. PH بین ۷-۷/۵ از سطح تا عمقی کمتر می‌باشد. توده‌های پالونیا در سه فاصله کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ در سال ۱۳۷۰ کاشته شده است. وسعت قطعات به ترتیب ۱۱۱۶، ۲۲۰۰ و ۳۴۸۰ مترمربع می‌باشد.

روش تحقیق

در این تحقیق از میان فواصل کاشت ۳×۶ و ۵×۸ و ۶×۱۰ متر تعداد ۵ اصله درخت از هر فاصله کاشت و از درختان شاخص توده که کمتر تحت تأثیر عوامل جانبی بودند، به طور تصادفی انتخاب و

بعد از مشخص کردن جهت شمال بر روی تنه درختان نمونه قطع گردیدند، قطر درختان با کالیپر با دقت سانتی‌متر و ارتفاع درختان با شیب‌سنج سونتو با دقت دسیمتر اندازه‌گیری شد، سپس از هر کدام از درختان دیسک‌هایی در طول درخت از محل کنده تا انتهای نوک درخت در فواصل ۰/۴ متری، ۱/۳۰ متری از زمین و بقیه به فاصله ۲ متری از ارتفاع برابر سینه با کد اختصاصی و شماره‌گذاری هر دیسک تهیه شد، بعد از سمباده زدن سطوح دیسک‌ها دوایر رویشی با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری شد. جهت 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 فواصل کاشت مورد مطالعه محاسبه گردید و برای محاسبه قطر در سنین مختلف از دیسک ارتفاع برابر سینه استفاده شد همچنین برای محاسبه حجم درختان در سنین مختلف در هر فاصله کاشت از فرمول

$$V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h \times f$$

استفاده شد که 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 هر یک از درختان فواصل کاشت مورد مطالعه می‌باشد، که این مقدار برای فاصله کاشت ۳×۶ متر ۰/۴۶، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر ۰/۵ و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر ۰/۴۴ در نظر گرفته شد. بعد از محاسبه متغیرهای ارتفاع، قطر، رویه زمینی، حجم یک اصله درخت، موجودی حجمی و رویش حجمی، برای هر کدام از فواصل کاشت مورد مطالعه، جداول محصول تشکیل شد. که در این جدول تغییرات سن توده‌ها دو سال می‌باشد. به منظور محاسبه دانسیته ابتدا قطعاتی به ابعاد ۱×۱×۱ سانتی‌متر از ارتفاعات مختلف درختان نمونه در هر فاصله کاشت تهیه و سپس با محاسبه وزن تر (جرم) و حجم قطعات، با کمک رابطه $\rho = \frac{m}{v}$ دانسیته محاسبه گردید که برای فواصل کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ متر به ترتیب ۳۷۰، ۳۵۰ و ۳۵۰ کیلوگرم بر مترمکعب تعیین گردید. قیمت چوب پالونیا بر اساس پایین‌ترین ارزش آن (ارزش چوب هیزمی) برآورد گردید زیرا در حال حاضر سایر کاربردها که ارزش بالاتری برای چوب پالونیا دارد متداول نگردیده است. قیمت چوب پالونیا با مراجعه به بخش‌های مربوط به خرید این چوب و همچنین قیمت چوب گونه‌های سریع‌الرشد مانند صنوبر و اکالیپتوس در نظر گرفته شد. با بررسی‌های انجام شده مشخص شد. قیمت هر تن چوب پالونیا ۷۵۰۰۰۰ ریال در محاسبات منظور گردید و با در نظر گرفتن نرخ بهره متداول بانک‌ها (۱۲ درصد) ارزش رویشگاه تعیین و سنی که دارای بیشترین ارزش بود به‌عنوان سن بهره‌برداری بهینه در نظر گرفته شد. پرز

(۱۹۹۰)، سن بهره‌برداری بهینه در این روش سنی است که بالاترین ارزش رویشگاه را فراهم می‌کند (۸). به‌منظور انجام محاسبات مالی با توجه به مشخص بودن موجودی حجمی در هر سن (A) و محاسبه دانسیته چوب پالونیا (ρ)، وزن چوب تولیدی در هر سن مشخص شد رابطه (۱) و ۲ و ۳).

$$W = \rho \times V \quad \text{رابطه (۱)}$$

W، وزن چوب تولیدی، ρ ، چگالی چوب (کیلوگرم بر مترمکعب)، V، حجم در هکتار (مترمکعب)

اگر ارزش هر کیلو چوب تولیدی (P) و همچنین وزن چوب تولیدی (W) معلوم باشد می‌توان ارزش توده سرپا S(A) و تغییرات آن $\Delta S(A)$ را محاسبه نمود.

$$\Delta S = S(A+1) - S(A) = W \times P \quad \text{رابطه (۲)}$$

S(A)، ارزش توده سرپا، p- قیمت هر کیلو چوب، W، وزن چوب تولیدی، ΔS تغییرات ارزش توده سرپا اگر نرخ بهره (i) فرض شود، هزینه سرمایه سرپا، و به همین ترتیب ارزش رویشگاه از روابط زیر محاسبه می‌شود.

$$V(s) = \frac{S(A)}{(1+i)^{A-1}} \times S(A) \quad \text{رابطه ۳}$$

V(S)، ارزش رویشگاه، S(A)، ارزش توده سرپا، i S(A) هزینه سرمایه سرپا

اجاره زمین (a) نیز از رابطه $a = V_s \times i$ محاسبه می‌شود که در این رابطه a، اجاره زمین، V_s ، ارزش رویشگاه و i، نرخ بهره می‌باشد.

هزینه‌های جاری سالیانه از رابطه ۴ محاسبه می‌شود.

$$i S(A) + a * C = \Delta C \quad \text{رابطه ۴}$$

ΔC ، هزینه جاری سالانه، i S(A)، هزینه سالانه سرمایه سرپا، a^* ، حداکثر اجاره زمین

رامیرز (۲۰۰۱) به‌منظور محاسبه میزان سود خالص فعلی سه فاصله کاشت جنگلکاری پالونیا (زراعت چوب) و نهایتاً تعیین مناسب‌ترین فاصله کاشت از شاخص اقتصادی ارزش فعلی خالص (NPV) استفاده شد (۱۰). جهت محاسبه هزینه فعلی شده هر نوع کاربری، هزینه‌های بخشی هر یک

از کاربری‌های جنگلکاری و درآمد با استفاده از تکنیک فعلی کردن کلیه هزینه‌ها بر مبنای سال ۱۳۸۸ محاسبه و در تجزیه و تحلیل‌های مالی استفاده گردید (رابطه ۵ و ۶).

$$V_n = V_0(1+i)^t \quad \text{رابطه (۵)}$$

V_0 : ارزش در زمان t ; V_n : ارزش فعلی، i : نرخ بهره، t : تعداد سال‌ها

$$a = a_{\max} \frac{(1+i)^t}{i(1+i)} \quad \text{رابطه (۶)}$$

a : ارزش در زمان t ; a_{\max} : ماکزیمم اجاره زمین، i : نرخ بهره، t : تعداد سال‌ها

برای محاسبه سود خالص فعلی اگر مجموع درآمدها، که از حاصل ضرب ارزش هر کیلو چوب سرپا (P) در وزن چوب تولیدی (W) محاسبه می‌شود، Rt و هزینه کل که شامل هزینه اجاره زمین (a)، هزینه جنگلکاری (C_p)، هزینه داشت (C_i) و هزینه سرمایه سرپا ($C_{iS(A)}$) است، Ct باشد سود خالص فعلی از رابطه ۷ و ۸ زیر محاسبه گردید.

$$Ct = a + C_p + C_i + C_{iS(A)} \quad \text{رابطه (۷)}$$

$$Rt = P \times W \quad \text{رابطه (۸)}$$

Ct : هزینه کل Rt : درآمد کل

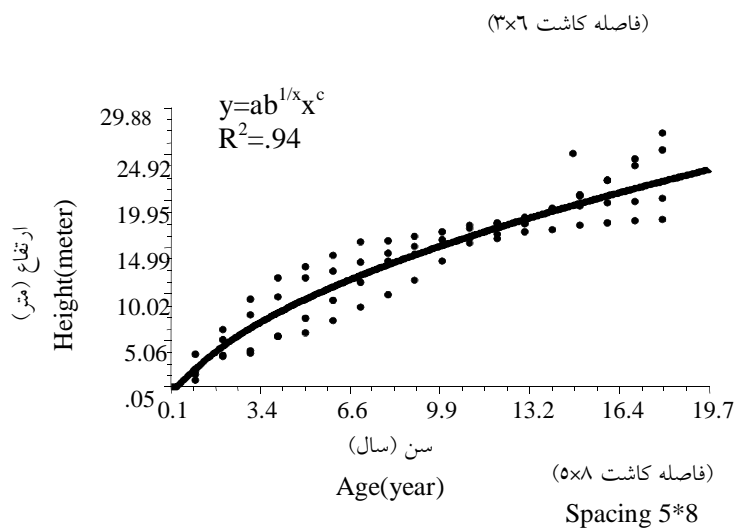
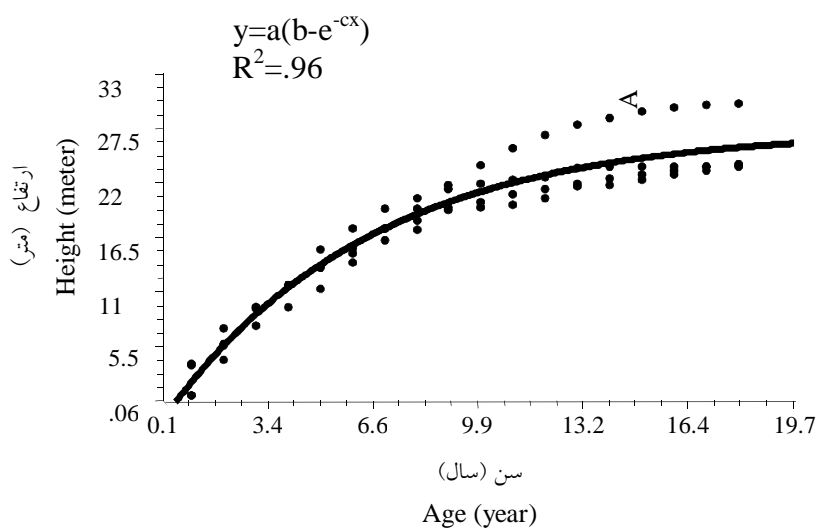
محاسبه سود خالص فعلی (رابطه ۹):

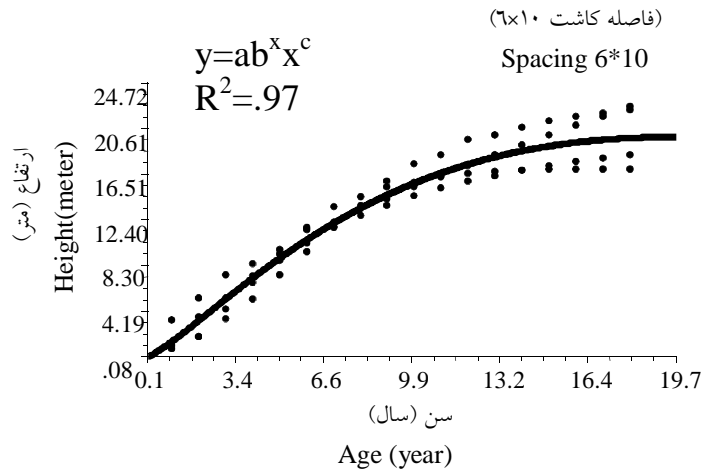
$$NPV = Rt - Ct \quad \text{رابطه (۹)}$$

نتایج و بحث

روند تغییرات قطر و ارتفاع با سن توده: نمودار مربوط به رابطه سن و ارتفاع در هر فاصله کاشت و رابطه رگرسیونی آن در شکل زیر آورده شده است. همان‌طور که نمودارها نشان می‌دهد در هر سه فاصله کاشت افزایش رشد ارتفاعی در سنین اولیه چشمگیر بوده و این افزایش را می‌توان تا سن ۱۰ سالگی مشاهده کرد و از این سن به بعد رشد ارتفاعی کمتر می‌شود که به دلیل خصوصیات اکولوژیکی و ژنتیکی این گونه می‌باشد که در سنین اولیه از رشد بسیار بالایی برخوردار است. رابطه بین سن و ارتفاع در فواصل کاشت ۶×۱۰ و ۳×۶ متر به صورت منحنی و در فاصله کاشت ۵×۸ متر تقریباً خطی می‌باشد که این امر را می‌توان ناشی از قطع درختان در این فاصله کاشت و ایجاد رقابت نوری و

ریشه‌ای بین درختان و همچنین متفاوت بودن جهت جغرافیایی دانست (شکل ۱). جهت تعیین مقادیر سن و قطر درختان مورد مطالعه برای هر کدام از فواصل کاشت، با توجه به قطر و سن دیسک ارتفاع برابر سینه تمامی درختان در هر فاصله کاشت، میانگین قطر در هر سن در دیسک ارتفاع برابر سینه محاسبه شد (جدول ۱).





شکل ۱- رابطه بین سن و- ارتفاع درختان در فواصل کاشت مورد مطالعه.
Figure 1. The relationship between Age and-heighttrees of the spacing studied.

جدول ۱- مقادیر مربوط به سن و قطر در هر کدام از فواصل کاشت مورد مطالعه.

Table 1. The values of the age and diameter of the spacing studied.

6×10 متر 6*10(m)	5×8 متر 5*8(m)	3×6 متر 3*6(m)	فاصله کاشت (متر) Spacing (meter)
قطر برابر سینه Diameter (m)			سن (سال) Age (year)
5.16	5.72	2.16	1
14.84	13.61	10.00	2
20.50	18.22	14.59	3
24.51	21.49	17.84	4
27.63	24.03	20.37	5
30.18	26.11	22.43	6
32.33	27.86	24.17	7
34.19	29.38	25.68	8
35.84	30.72	27.01	9
37.31	31.92	28.21	10
38.64	33.00	29.28	11
39.85	33.99	30.27	12
40.97	34.90	31.17	13
42.01	35.75	32.01	14
42.97	36.53	32.79	15
43.87	37.27	33.52	16
44.72	37.96	34.21	17
45.51	38.61	34.85	18

همان‌طور که جدول ۱ نشان می‌دهد، با افزایش سن میزان قطر افزایش می‌یابد. که این افزایش در هر سه فاصله کاشت تا سن ۲ الی ۳ سالگی بسیار قابل توجه بوده و از این سنین به بعد افزایش رشد قطری یکنواخت تر می‌شود. که می‌توان آن را مربوط به خصوصیات اکولوژیکی و ژنتیکی این‌گونه دانست که در سنین اولیه دارای رشد قابل توجهی می‌باشد.

ارزش رویشگاه و سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری پالونیا در فواصل کاشت مختلف: ارزش رویشگاه جنگلکاری پالونیا با فاصله کاشت ۳×۶، ۵×۸، ۶×۱۰ متر که بر اساس موجودی وزنی و قیمت چوب هر کیلوگرم ۷۵۰ ریال و نرخ بهره ۱۲ درصد محاسبه گردیده است در جدول ۲، ۳ و ۴ نشان داده شده است.

جدول ۲- ارزش رویشگاه و سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری ۳×۶ متر پالونیا.

Meter 3*6 *Paulownia* plantation Economic harvest age and Stumpage values Table 2

سن (سال)	موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار)	موجودی وزنی (کیلوگرم)	ارزش توده سرپا (ریال)	هزینه سرمایه سرپا (ریال)	ارزش رویشگاه (ریال)
Age (year)	Standvolume (M ³ ha ⁻¹)	Stand weight (Kg)	Value of the stand (Rial)	The capital cost of the stand (Rial)	Stumpage values (Rial)
1	0.31	115	85944	10313	76734
2	10.56	3907	2930076	351609	2335837
3	43.27	16010	12007479	1440898	8546686
4	86.65	32060	24044976	2885397	15281016
5	128.06	47381	35535579	4264269	20163841
6	166.17	61484	46113118	5533574	23362340
7	197.55	73092	54818924	6578271	24797296
8	234.58	86795	65096053	7811526	26291203
9	259.64	96066	72049860	8645983	25981901
10	293.25	108501	81375568	9765068	26200754
11	322.29	119249	89436464	10732376	25710845
12	351.86	130189	97641434	11716972	25062123
13	376.78	139408	104556244	12546749	23961592
14	409.11	151370	113527623	13623315	23230000
15	438.55	162262	121696443	14603573	22233484
16	465.85	172363	129272362	15512683	21087121
17	490.50	181483	136112554	16333506	19824022
18	525.98	194612	145958760	17515051	18980416

همان‌طور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد ارزش رویشگاه تا سن ۸ سالگی روند افزایشی داشته و در این سن به حداکثر مقدار می‌رسد و در سنین بالاتر روند کاهشی پیدا می‌کند. در نتیجه بر اساس

معیار اقتصادی ارزش رویشگاه، مناسب‌ترین سن بهره‌برداری اقتصادی این جنگلکاری سن ۸ سالگی می‌باشد. در این سن موجودی حجمی رویشگاه ۲۳۴/۵۸ متر مکعب در هکتار و ارزش رویشگاه معادل ۲۶۲۹۱۲۰۳ ریال می‌باشد.

جدول ۳- ارزش رویشگاه و سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری فاصله کاشت ۵×۸ متر پالونیا.

Table 3. Stumpage values and harvest age Economic *Paulownia* plantation 5*8 meter.

ارزش رویشگاه (ریال)	هزینه سرمایه سرپا (ریال)	ارزش توده سرپا (ریال)	موجودی وزنی (کیلوگرم)	موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار)	سن (سال)
Stumpage values (Rial)	The capital cost of the stand (Rial)	Value of the stand (Rial)	Stand weight (Kg)	Stand volume (M ³ ha ⁻¹)	Age (year)
282073	37911	315923	421	1.20	1
2636327	396841	3307010	4409	12.60	2
4517163	761555	6346290	8462	24.18	3
6450280	1217957	10149642	13533	38.67	4
8377463	1771674	14763953	19685	56.24	5
10066200	2384268	19868897	26492	75.69	6
10895698	2890430	24086920	32116	91.76	7
11200950	3327977	27733143	36978	105.65	8
11530647	3837048	31975396	42634	121.81	9
11466961	4273757	35614644	47486	135.67	10
11253868	4697658	39147146	52196	149.13	11
11296744	5281422	44011849	58682	167.66	12
11068585	5795724	48297699	64397	183.99	13
10713766	6283126	52359384	69813	199.46	14
10034690	6591065	54925541	73234	209.24	15
9414559	6925795	57714957	76953	219.87	16
8815987	7263712	60530934	80708	230.59	17
8865884	8181402	68178354	90904	259.73	18

همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌گردد ارزش رویشگاه تا سن ۹ سالگی روند افزایشی داشته و در این سن به حداکثر مقدار می‌رسد و در سنین بالاتر روند کاهش پیدا می‌کند. در نتیجه بر اساس ضابطه اقتصادی ارزش رویشگاه، مناسب‌ترین سن بهره‌برداری اقتصادی این جنگلکاری سن ۹ سالگی می‌باشد. در این سن موجودی حجمی رویشگاه ۱۲۱/۸۱ متر مکعب در هکتار و ارزش رویشگاه معادل ۱۱۵۳۰۶۴۷ ریال می‌باشد.

نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل جلد (۲۳)، شماره (۲) ۱۳۹۵

جدول ۴- ارزش رویشگاه و سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری فاصله کاشت ۶×۱۰ متر پالونیا.

6*10 meter Stumpage values and harvest age Economic *Paulownia* plantation (Table 4-

سن (سال)	موجودی حجمی (مترمکعب در هکتار)	موجودی وزنی (کیلوگرم)	ارزش توده سرپا (ریال)	هزینه سرمایه سرپا (ریال)	ارزش رویشگاه (ریال)
Age (year)	Standvolume (M ³ ha ⁻¹)	Stand weight (Kg)	Value of the stand (Rial)	The capital cost of the stand (Rial)	Stumpage values (Rial)
1	0.39	138	103160	12379	92106
2	7.75	2713	2034712	244165	1622059
3	15.68	5488	4115914	493910	2929625
4	26.26	9193	6894552	827346	4381612
5	39.25	13736	10302025	1236243	5845645
6	51.58	18053	13539823	1624779	6859694
7	64.24	22482	16861762	2023411	7627404
8	74.12	25944	19457789	2334935	7858674
9	86.59	30306	22729541	2727545	8196499
10	97.87	34255	25690960	3082915	8271801
11	109.34	38268	28701105	3444133	8250881
12	118.70	41546	31159541	3739145	7997877
13	128.86	45100	33824800	4058976	7751770
14	138.15	48353	36264706	4351765	7420476
15	146.05	51117	38337713	4600526	7004156
16	152.93	53524	40143097	4817172	6548208
17	158.54	55488	41615671	4993880	6061086
18	161.40	56491	42368068	5084168	5509525

همان‌طور که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد ارزش رویشگاه تا سن ۱۰ سالگی روند افزایشی داشته و در این سن به حداکثر مقدار می‌رسد و در سنین بالاتر روند کاهشی پیدا می‌کند. در نتیجه بر اساس معیار اقتصادی ارزش رویشگاه، مناسب‌ترین سن بهره‌برداری اقتصادی این جنگلکاری سن ۱۰ سالگی

می‌باشد. در این سن موجودی حجمی رویشگاه ۹۷/۸۷ مترمکعب در هکتار و ارزش رویشگاه معادل ۸۲۷۱۸۰۱ ریال می‌باشد.

با توجه به نتایج جداول ۲، ۳ و ۴، کمترین سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری پالونیا در (۸ سالگی) فاصله کاشت ۳×۶ متر و بیشترین آن (۱۰ سالگی) مربوط به فاصله کاشت ۶×۱۰ متر می‌باشد و سن بهره‌برداری بهینه جنگلکاری پالونیا با فاصله کاشت ۵×۸ متر بین این دو فاصله کاشت دیگر (۹ سالگی) قرار دارد. با توجه به ثابت بودن ارزش هر کیلو چوب سر پا (۷۵۰ ریال) و نرخ بهره بانکی (۱۲ درصد)، در هر سه فاصله کاشت، علت این امر را می‌توان به تفاوت میزان موجودی در هکتار هر کدام از فواصل کاشت مربوط دانست، به طوری که میزان موجودی حجمی جنگل کاری پالونیا در فاصله کاشت ۳×۶ متر بیشتر از دو فاصله کاشت دیگر و بالعکس در فاصله کاشت ۶×۱۰ کمتر از دو فاصله کاشت دیگر می‌باشد. در نتیجه با افزایش میزان موجودی درآمد افزایش یافته و توده در زمان کمتری به سن اقتصادی برای بهره‌برداری می‌رسد.

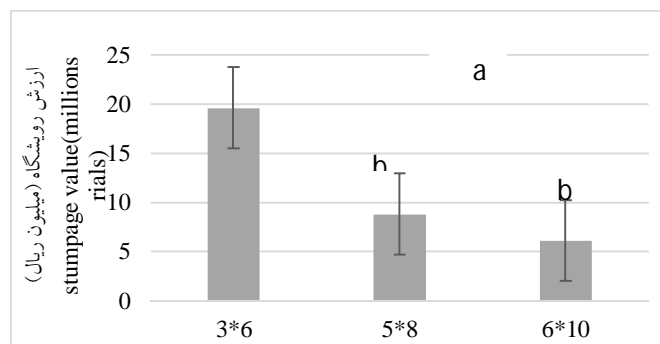
تجزیه واریانس ارزش رویشگاه در سه فاصله کاشت: تجزیه واریانس ارزش رویشگاه در سه فاصله کاشت حاکی از آن است که از نظر آماری بین سه فاصله کاشت مورد مطالعه تفاوت معنی‌دار وجود دارد. (جدول ۵).

جدول ۵- نتایج آزمون آنالیز واریانس ارزش رویشگاه در سه فاصله کاشت

Table 5. The results of ANOVA test of stumpage values at three spacing.

سطح معنی‌داری sig	F	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	
0/00	33.865	9.176E14	2	1.835E15	بین گروهی Between Groups
		2.709E13	51	1.382E15	درون گروهی Within Groups
			53	3.217E15	کل Total

با توجه به آزمون آماری انجام شده ارزش رویشگاه بین سه فاصله کاشت ۳×۶، ۵×۸ و ۶×۱۰ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد.



شکل ۲- نتایج آزمون دانکن برای فواصل کاشت مورد مطالعه.

Figure 2. The results of DUNCAN test of the spacing studied.

نتیجه مقایسه میانگین‌ها نشان داد که از نظر آماری بین فاصله کاشت ۵×۸ و ۶×۱۰ تفاوت معنی‌دار نیست ولی فاصله کاشت ۳×۶ با دو فاصله کاشت ۵×۸ و ۶×۱۰ دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد (شکل ۲).

اثر تغییر قیمت بر سن بهره‌برداری اقتصادی: در بررسی اثر تغییر قیمت بر سن بهره‌برداری اقتصادی با نرخ بهره ثابت ۱۲ درصد محاسبات مربوطه با قیمت‌های ۴۵۰، ۶۰۰، ۹۰۰ و ۱۰۵۰ ریال به‌ازای ارزش هر کیلو چوب سر پا انجام شد که نتایج مربوط به آن در زیر آورده شده است.

جدول ۶- اثر تغییر قیمت بر سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری پالونیا.

Table 6. The effect of changes wood price on harvest age (Economic) of *Paulownia* plantation

سن بهره‌برداری اقتصادی به تفکیک فواصل کاشت				
harvest age (Economic) on divided spacing				
۶×۱۰ متر	۵×۸ متر	۳×۶ متر	نرخ بهره interest rates	قیمت Price
10	9	8	.12	450
10	9	8	.12	600
10	9	8	.12	750
10	9	8	.12	900
10	9	8	.12	1050

همان‌طور که جدول ۶ نشان می‌دهد تغییر قیمت روی مقدار ارزش رویشگاه و در نتیجه میزان درآمد و سود خالص اثر دارد. به‌طوری که مشاهده می‌گردد با کاهش قیمت، ارزش رویشگاه کم شده

و بالعکس با افزایش قیمت ارزش رویشگاه زیاد شده است. ولی سن بهره‌برداری اقتصادی هر سه فاصله کاشت، با تغییر قیمت هر کیلو چوب سرپا، و نرخ بهره ثابت ۱۲ درصد ثابت باقیمانده است. بنابراین می‌توان نتیجه‌گیری نمود که افزایش یا کاهش قیمت تغییری در سن بهره‌برداری اقتصادی فواصل کاشت مورد مطالعه جنگلکاری‌های پالونیا ایجاد نمی‌کند.

اثر تغییر نرخ بهره بر سن بهره‌برداری اقتصادی: به‌منظور بررسی اثر تغییر نرخ بهره بر سن بهره‌برداری اقتصادی، اگر قیمت چوب سرپا را ثابت (۷۵۰ ریال) فرض کنیم و نرخ بهره‌های متفاوت (۴ درصد، ۸ درصد، ۱۶ درصد و ۲۰ درصد) را در نظر بگیریم، همان‌طور که نتایج جدول نشان می‌دهد با افزایش نرخ بهره سن بهره‌برداری اقتصادی کاهش می‌یابد.

جدول ۷- اثر تغییر نرخ بهره بر سن بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری پالونیا.

Table 7. The affect changes interest rates on harvest age (Economic) of Paulownia plantation.

قیمت Price	نرخ بهره interest rates	۳×۶ متر	۵×۸ متر	۶×۱۰ متر
750	4%	18	18	16
750	8%	12	14	13
750	12%	8	9	10
750	16%	8	7	9
750	20%	6	7	7

با نرخ بهره ۴ درصد سن بهره‌برداری اقتصادی برای فاصله کاشت‌های ۳×۶ و ۵×۸ متر، ۱۸ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۱۶ سالگی برآورد گردید. با نرخ بهره ۸ درصد، سن بهره‌برداری اقتصادی برای فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۱۲ سالگی، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر، ۱۴ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۱۳ سالگی می‌باشد. با نرخ بهره ۱۲ درصد، سن بهره‌برداری اقتصادی برای فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۸ سالگی، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر، ۹ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۱۰ سالگی می‌باشد. اگر نرخ بهره به ۱۶ درصد افزایش یابد سن بهره‌برداری اقتصادی برای فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۸ سالگی، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر، ۷ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۹ سالگی می‌باشد.

با نرخ بهره ۲۰ درصد، سن بهره‌برداری اقتصادی برای فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۶ سالگی، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر، ۷ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، نیز ۷ سالگی محاسبه شد. با افزایش نرخ

بهره سن بهره‌برداری اقتصادی در هر سه فاصله کاشت کاهش می‌یابد که این امر به دلیل افزایش در میزان هزینه‌ها می‌باشد.

با بررسی اثرات تغییر قیمت و نرخ بهره بر سن بهره‌برداری اقتصادی می‌توان نتیجه گرفت که در هر سه فاصله کاشت مورد مطالعه، تغییر قیمت تغییری در زمان بهینه قطعه توده‌ها ایجاد نمی‌کند در صورتی که تغییر نرخ بهره باعث تغییر در سن بهره‌برداری اقتصادی توده‌ها می‌شود. به این ترتیب که با افزایش نرخ بهره سن بهره‌برداری اقتصادی کاهش می‌یابد.

لذا نتیجه‌گیری می‌شود که افزایش نرخ بهره باعث افزایش هزینه‌های جنگلکاری و در نتیجه کاهش سن بهره‌برداری اقتصادی می‌گردد. برعکس، کاهش نرخ بهره، باعث کاهش هزینه‌های جنگلکاری و در نتیجه افزایش سن بهره‌برداری اقتصادی می‌شود.

نتایج محاسبه سود خالص فعلی جنگلکاری پالونیا: میزان سود خالص فعلی در سن اقتصادی بهره‌برداری برای هر کدام از فواصل کاشت مورد مطالعه با توجه به قیمت هر کیلو چوب سرپا و نرخ بهره ۱۲ درصد در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۸- سود خالص فعلی جنگلکاری پالونیا در سنین اقتصادی بهره‌برداری.

Table 8. Net present value in harvest age Economic.

سودخالص فعلی (ریال) (Net present value)	هزینه (ریال) (Costs)	درآمد (ریال) (Revenue)	سن بهره‌برداری	قیمت چوب	فاصله کاشت
			اقتصادی (سال) Harvest age Economic (year)	سرپا (ریال) Price (Rial)	(متر) Spacing (m)
48818584	112356846	161175430	8	750	3*6
18103652	70566640	88670292	9	750	5*8
11972791	67819432	79792223	10	750	6*10

ns عدم معنی‌داری: جدول فوق میزان سود خالص فعلی محاسبه شده در سنین بهره‌برداری اقتصادی جنگلکاری پالونیا را نشان می‌دهد. با قیمت هر کیلو چوب معادل ۷۵۰ ریال و نرخ بهره ۱۲ درصد سود خالص فعلی فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۴۸۸۱۸۵۸۴ ریال فاصله کاشت ۵×۸، ۱۸۱۰۳۶۵۲ ریال و برای فاصله ۶×۱۰ متر ۱۱۹۷۲۷۹۱ ریال برآورد گردید. همان‌طور که ملاحظه می‌شود فاصله کاشت

۳×۶ متر بیشترین سود خالص فعلی را دارد و کمترین این مقدار مربوط به فاصله کاشت ۶×۱۰ متر است و فاصله کاشت ۵×۸ متر بینابین دو فاصله کاشت دیگر قرار دارد.

جدول ۹- نتایج آزمون واریانس سود خالص فعلی رویشگاه در سه فاصله کاشت.

Table 9. The results of ANOVA test of NPV at three spacing.

سطح معنی داری sig	F	میانگین مربعات Mean squares	درجه آزادی df	مجموع مربعات Sum of squares	
.912 ^{ns}	.092	2.095E+14	2	4.189E+14	بین گروهی Between Groups
		2.274E+15	51	1.160E+17	درون گروهی Within Groups
			53	1.164E+17	کل Total

تجزیه واریانس سود خالص فعلی رویشگاه در سه فاصله کاشت: تجزیه واریانس سود خالص فعلی در سه فاصله کاشت مورد مطالعه نشان داد که از نظر آماری تفاوت معنی داری در سطح ۵ درصد بین این سه فاصله کاشت مشاهده نمی شود (جدول ۹).

نتیجه گیری کلی

اگر قیمت هر کیلو چوب سرپا معادل ۷۵۰ ریال و نرخ بهره ۱۲ درصد در نظر گرفته شود، سن بهره برداری اقتصادی برای فاصله کاشت ۳×۶ متر، ۸ سالگی، برای فاصله کاشت ۵×۸ متر، ۹ سالگی و برای فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۱۰ سالگی می باشد که میزان سود در فاصله کاشت ۳×۶ متر ۴۸۸۱۸۵۸۴ ریال در فاصله کاشت ۵×۸ متر ۱۸۱۰۳۶۵۲ ریال و در فاصله کاشت ۶×۱۰ متر، ۱۱۹۷۲۷۹۱ ریال است. توسعه جنگلکاری این گونه در فواصل کاشت کم و در نرخ بهره های پایین از نظر اقتصادی مقرون به صرفه خواهد بود و فواصل کاشت بیشتر بهتر است به فعالیت های آگروفارستری اختصاص داده شود.

جورجنسن (۱۳۸۲) جنگل کاری پالونیا توسط کشاورزان سریلانکا نشان داد که در نرخ بهره ۷/۵ درصد ارزش خالص فعلی جنگل کاری پالونیا ۶۶۲۷۲۱ روپیه و مقدار منفعت به هزینه ۳/۲۸ و نرخ بازده داخلی ۲۸/۳۴ درصد می باشد (۴). طبرسا و حسن عباسی (۱۳۸۷) در تحقیقی با هدف ترویج

کشت پالونیا در اراضی شیبدار شرقی و غربی منطقه توسکستان گرگان، با دانسیته چوب تر ۸۰۰ کیلوگرم بر مترمکعب، وزن هر درخت پالونیا ۱۲۰ کیلوگرم برآورد شد. میزان چوب هیزمی هر هکتار جنگل کاری پالونیا ۲۵۲۰۰ کیلوگرم برآورد گردید که با احتساب این که هر کیلوگرم چوب هیزمی ۶۰۰ ریال قیمت دارد. هر هکتار جنگل کاری پالونیا سالیانه ۳۰۲۴۰۰۰ ریال چوب هیزمی و ۲۱۰۰۰۰۰۰ ریال گرده‌بینه تولید می‌کند. بنابراین یک هکتار جنگل کاری پالونیا سالیانه ۲۴۰۲۴۰۰۰ ریال درآمد ناخالص دارد. هزینه آماده‌سازی، چاله‌کنی، غرس نهال و آبیاری مجموعاً ۳۱۰۰۰۰۰ ریال برآورد شده است (۱۷). مون و کونگسوم (۲۰۰۲) در مطالعات انجام شده در خارج از کشور در تایلند سن بهره‌برداری اقتصادی اکالیپتوس سن ۹ سالگی به دست آمد (۶). پتیت و مونتگین (۲۰۰۴) تحقیقی در کشور تایلند نشان دادند که سن چرخش گونه‌های *Vochysia copaia Jacaranda* ۶/۵ سال، *Vochysia ferruginea* ۱۳/۳ سال است (۹). انگیندیز (۲۰۰۳) در کشور ترکیه نشان می‌دهد که طول دوره اقتصادی کاشت صنوبر ۹ سال است (۱). رنجبر و همکاران (۲۰۰۹) در بررسی ارزش خالص فعلی ۱۵ کلن صنوبر در استان گیلان با سود بانکی ۳ درصد، در چهار دوره ۷، ۸، ۹ و ۱۰ سالگی نتیجه گرفتند که در سن ۹ سالگی ارزش خالص فعلی به حداکثر می‌رسد (۱۱). مهدوی و همکاران (۲۰۰۷) در تحقیق خود سن برداشت صنوبر در استان کردستان را ۲۲ سالگی برآورد کردند (۵). سولگی (۲۰۱۰) در بررسی خود روی کلن‌های مختلف صنوبر دلتوئیدس در استان گیلان با دو فاصله کاشت ۳×۳ و ۴×۴ متر نتیجه گرفت که فاصله کاشت ۴×۴ متر دارای بازدهی بیشتری است (۱۵). به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که سن بهره‌برداری اقتصادی با توجه به قیمت خالص چوب و درصد سود بانکی می‌تواند متفاوت باشد.

منابع

1. Engindeniz, S. 2003. Determination of economical financial rotation lengths of hybrid Poplar plantations; the case of Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 6: 1.41-47.
2. Hassanzad Navroodi, I., and Rostami, T. 2007. Evaluation Of the growth potential of *Paulownia fortunei* in Guilan province. Conference on improving the triple Bottom Line Returns from Small- scale Forestry. Ormoc, the Philippines, 197-204.
3. Jimenez, L., Rodri'guez, J.L., Ferrer, Perez A., and Angulo, V. 2005. La *Paulownia*: una planta de ra'pido crecimiento como materia prima para la fabricacio'n de papel, *Afinidad*, 62: 516.100-105.

4. Jorgensen, I., and Vivekanandan, K. 2003. Privat forestry based on *paulownia* in Sri Lanka: an appraisal of the outgrower scheme presented by *paulownia* plantations LTD. Noragic Report No. 12 Agricultural university of Norway, 15p.
5. Mahdavi, A., Shakeri, Z., and Bayazidi, S. 2007. Determination of optimal rotation age of poplar (Case study: Kurdistan Province). *Forest and Rangeland Journal*, 75: 86-91.
6. Munn, C., and Kongsom, I.A. 2002. Optimal rotation of *Eucalyptus camaldulensis*. Forest and Wildlife Research Center, Mississippi State University. Journal Article No. F0181: 179-183.
7. Otadi, F. 2001. Evaluation of growth and wood properties Paulownia. Proceedings of the Second International Meeting on Forests and Industry (Volume II): 1-18.
8. Pearse, P.H. 1990. Introduction to Forestry Economics university of British Columbia Press. Vancouver. Canada, 226p.
9. Petit, B., and Montagnini, F. 2004. Growth equations and rotation ages of ten native tree species in mixed and pure plantations in the humid neotropics. *Forest Ecology and Management*, 199: 243-257.
10. Ramirez, O., A.E., Somarriba, T., Ludewigs and Ferreira, P. 2001. Financial returns, stability and risk of cacao- plantaintimber agroforestry systems in Central America. *Agroforestry Systems*, 51: 141-154.
11. Ranjbar, R., Darabi, S., Kalantari, H. 2009. Determination of optimal rotation age and poplar colon regarding to economic basis. 3rd National conference of Forest. Association of Iran Forestry. Tehran, 12-14 May. 2009.
12. Rezende, J.L.P., A.N., Souza., and Olivera, A.D. 2005. The optimal time for substitution of *Eucalyptusspp*. Plantation the technological progress case, *Cerne*, Lavras, 1: 1-15.
13. Saeed, A. 2006. Fundamentals of Practical- Economics in Forest Management, Tehran University, Press, 341p. (In Persian)
14. 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.
15. Solgi, S. 2010. Evaluation and comparison of poplar optimal plantation density in Guilan Province. 1th National Conference of Natural Resources Research in Iran. Kurdistan University, Sanandaj city, 20-21Oct. 2010, abstract, 1p.
16. Swamy, S.L., A. Mishra 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.
17. Tabarsa, T., and Hasanabbasi, N.A. 2008. Experience the fast growing sector of agriculture in land slope Paulownia. The first National Congress of Iran supplying raw materials and pulp and paper industry. 1-13.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 23 (2), 2016
<http://jwfst.gau.ac.ir>

Determining the harvest age (Economic) of even- aged stands of paulownia plantation in Dr. Bahramnia's Forestry Plan

***A. Mohammadi¹ and M.H. Moayeri²**

¹M.Sc. Graduate of Forestry, Dept., of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, ²Associate Prof., of Forestry, Dept., of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran

Received: 09/29/2013; Accepted: 12/22/2015

Abstract

Background: Increasing need for wood and wood resource depletion caused and exacerbated by the fast-growing plantation species. One way to avoid excessive harvesting of these forests could be growing plantation species series harvest age Economic is the age that the maximum value of the current or the current economic value is today in terms of reach. One of the trees in recent decades for afforestation with short harvest period, especially in South East Asia is considered different species paulownia. Under normal circumstances a ten-year paulownia tree size 40-30 cm diameter at breast height and volume choebdeh between .0.3-0.5 cubic meters per year and the best environmental conditions for the operation of timber trees produce 5-6 years. The development of paulownia planted by farmers in Sri Lanka indicated that the net present value at an interest rate of 7.5 percent paulownia planted 4627721 rupees and 3.28 benefit to cost ratio and internal rate of return is 28.34 percent. The aim of this study was to determine the most appropriate age paulownia planting harvest biomass forestry projects in the province according to the Dr Bahram-nia maximum economic value in each in each of the spacing is studied.

Materials and methods: For this study, a 18- year-old Paulownia fortunei plantation was selected which was located in compartment two of series one of Dr. Bahram- nia Forestry Plan (Shastkalateh Gorgan). Three spacing of 3*6, 5*8 and 6*10 meter were examined. Five sample trees were chosen from the list of dominant trees of each spacing plantation. After felling of the selected trees, sample discs were cut from trunk height of. 4 and 1.3 meter and 2 meter interval to tree top. Also, stand volume were calculated at different stand ages using form factor. In the next stage, the optimum harvest age (economic criteria) was

*Correspondence author: atefeh.mohammadi11@gmail.com

determined on the basis of the stumpage values. Also, revenue and costs and net present value of the project were estimated at the optimum harvest age. Also, revenue and costs and net present value of the project were estimated at the optimum harvest age.

Results: Results showed that Optimum harvesting age (economic criteria) were distinguished 8, 9 and 10 years for 3*6, 5*8 and 6*10 meter plantation spacing considering 12 percent interest rate and 750 Rials per kilogram price of stumpage wood. Result also showed that changes in wood prices do not affect on optimum harvesting ages of stands while increasing or decreasing interest rates will change optimum harvesting age, indirectly.

Keywords: Paulownia, Optimum harvest age (Economic), Spacing, Shastkalateh Gorgan

