

بررسی عملکرد رویشی کهن‌ترین توده دست کاشت کاج بروسیا (*Pinus brutia Ten*) در شهرستان خرم‌آباد

اکرم لطیفی نیا^۱

جواد سوسنی^{۲*}

Soosani.j@lu.ac.ir

کامران عادل^۳

عصمت اوستاخ^۴

سمانه نامداری^۴

تاریخ پذیرش: ۹۶/۷/۵

تاریخ دریافت: ۹۵/۱۲/۱۶

چکیده

زمینه و هدف: مطالعه عملکرد رویشی جنگل‌کاری‌ها و بررسی میزان سازگاری کاشت گونه در محیط رویشگاهی جدید، سبب افزایش میزان موفقیت جنگل‌کاری‌های آینده می‌شود. بنابراین این تحقیق با هدف بررسی عملکرد رویشی جنگل‌کاری کاج بروسیا (*Pinus brutia Ten*) در یک توده دست کاشت با مساحت ۴۱ هکتار با تراکم کاشت ۳×۲ متر، واقع در قسمت شمالی شهرستان خرم‌آباد انجام گرفت.

روش بررسی: بدین منظور تعداد ۵ اصله درخت کاج بروسیا از توده مورد بررسی به طور تصادفی، انتخاب و قطع گردید. رویش حجمی ۵ اصله با استفاده از آنالیز تنه محاسبه شد. همچنین برای بررسی دقیق‌تر رویش درختان کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه، ۳۵ نمونه رویشی در ارتفاع برابر سینه درختان سرپا با مته سال سنج تهیه شد و بر اساس آنالیز رگرسیونی بین رویش قطری و رویش حجمی، رویش حجمی ۳۵ نمونه مته سال سنج برآورد و در نهایت داده‌های رویش سالانه، ۴۰ درخت کاج بروسیا استخراج شد.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که در مقایسه با جنگل‌کاری‌های مرغوب کاج بروسیا در کشور مبدأ (ترکیه) با سن و تراکم کاشت یکسان، منطقه مورد مطالعه از رویش سالیانه حجمی در هکتار کم‌تر و موجودی حجم در هکتار و رویش متوسط حجمی و ارتفاع غالب بیش‌تر برخوردار است به طور کلی منطقه‌ی مورد نظر، بسیار نزدیک به کلاسه‌ی رویشگاهی مرغوب قرار می‌گیرد. همچنین در این بررسی گونه

۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران.

۲- دانشیار گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران * (مسئول مکاتبات).

۳- استادیار گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران.

۴- دکتری جنگل‌داری گروه جنگل‌داری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه لرستان، ایران.

کاج بروسیا در شهرستان خرم‌آباد تا قبل از ۳۰ سالگی به تولید متوسط سالیانه ۱۱/۹۵ متر مکعب در هکتار می‌رسد، که این عملکرد رویشی نشان دهنده‌ی سازگاری قابل قبول این گونه نسبت به شرایط اکولوژیکی منطقه است.

بحث و نتیجه گیری: بنابراین بر اساس عملکرد رویشی مناسب و تند رشد بودن گونه، می‌توان به منظور تولید چوب صنعتی و تامین صنایع کاغذ سازی برای جلوگیری از خروج بیش از حد ارز از کشور، مناطقی با شرایط اکولوژیکی مشابه را به عنوان عرصه های مناسب جنگل کاری با گونه کاج بروسیا مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: کاج بروسیا، جنگل کاری، عملکرد رویش، کلاسه رویشگاهی.

Study on Growth Performance of *Pinus Brutia Ten* in the Oldest Plantation Stand of in Khorramabad

Akram Latifi nia¹

Javad Soosani^{2*}

Soosani.j@lu.ac.ir

Kamran Adeli³

Esmat Otakh⁴

Samane Namdari⁵

Admission Date: September 27, 2017

Date Received: March 6, 2017

Abstract

Background and Objective: The study growth performance of afforestation and adaptation species planting in the new region increasing succes the future afforestation. The aim of this study is growth performance of *Pinus brutia Ten* in the plantation stand (ca. 41 ha and 2×3 m spacing) located in the north part of the khoramabad city.

Method: For this purpose, 5 pine trees were randomly selected and cut. current annual increment volume obtained by trunk analysis. 35 samples were taken from *Pinus Brutia* trees at breast height by increment borer for closer examination. in the study area and according to regression analysis, the annual volume increment of these 35 samples were obtained and finally the data of annual increment were extracted from 40 *Pinus Brutia* trees.

Findings: Results showed in comparison to *Pinus Bruttia* afforestation of origin (Turkey), Annual growth volume in hectare less growth Volume and Average growth volume and Dominant Height (DH) more. Generally, region located between good and medium site conditions. Also in the study Mean annual increment *Pinus Brutia* befor 30 years is 11.95 m³/ha.

Discussion and Conclusion: This growth performance shows fast growing and adaptation species to ecological conditions region. Therefore, regions with same ecological conditions can be considered as suitable sites for, *pinus brutia* plantation for the industrial wood production and paper industry suppliers to avoid excessive outflow of currency from the country.

Keywords: Afforestation, Growth Performance, *Pinus Brutia Ten*, Site Index

¹ M.Sc., Forestry, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Iran.

² Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Iran. * (Corresponding Author)

³ Assistant Professor, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Iran.

⁴ PhD, Forestry, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Iran.

⁵ PhD, Forestry, Department of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Iran.

مقدمه

ایران در سال ۱۳۱۲ تاسیس شده است. از آنجا که هدف از جنگل کاری دست یابی به یک بوم نظام جدید و پایدار است بنابراین انتخاب گونه‌های سازگار با زنده مانی و رشد مطلوب اهمیت ویژه‌ای دارد (۹). آگاهی از سازگاری گونه‌ها، میزان رویش و تولید چوب با توجه به هزینه زیاد جنگل کاری از نکاتی است که باید در اجرا جنگل کاری به آن توجه داشت. سازگاری یک گونه در شرایط رویشگاهی جدید در وضعیت رویشی و شاخص های کیفی آن نمود می‌یابد، اصولا پس از انجام بررسی‌های سازگاری می‌توان جهت کاشت یک گونه تصمیم‌گیری نمود و از این رو بررسی رویش درختان در محیط جدید بسیار ارزش مند است (۱۰). در همین راستا پژوهش‌هایی روی سازگاری گونه‌ها، در مناطق مختلف ایران صورت گرفته است. بررسی عملکرد رویشی کاج بروسیا در طرح جنگل کاری عرب داغ استان گلستان نشان داد که کاج بروسیا در مقایسه با رویشگاه مبدا در کلاسه رویشگاهی متوسط تا خوب و سازگاری قابل قبولی نسبت به شرایط منطقه دارد (۱۱). در ارزیابی جنگل کاری پارک جنگلی مخمل‌کوه خرم‌آباد، سرو نقره‌ای و کاج بروسیا موفق‌ترین گونه‌ها برای جنگل کاری در منطقه معرفی گردید (۱۲). در پژوهشی با بررسی روند سازگاری گونه‌های مختلف پهن برگ و سوزنی برگ در کامفیروز فارس کاج بروسیا و سرو نقره‌ای برتری خوبی در مقایسه با سایر گونه‌ها نشان دادند (۵). همچنین تحقیقات صورت گرفته در کشور ترکیه یعنی موطن اصلی گونه کاج بروسیا، نشان می‌دهد که می‌توان از آن به عنوان گونه‌ای تند رشد و اقتصادی در تولید چوب بهره برد (۱۳) جدول‌های محصول به دست آمده برای این گونه در رویشگاه‌های طبیعی و جنگل کاری‌ها برای کلاسه‌های رویشگاهی مختلف مؤید این ادعاست. بر اساس تحقیقات، جدول محصول کاج بروسیا در رویشگاه مبدا (ترکیه) برای جنگل کاری هایی با تراکم کاشت ۳×۲ متر در ۱۷ سالگی و در کلاسه های رویشگاهی مختلف به صورت جدول (۱) است (۱۴).

افزایش جمعیت انسانی و نیاز روز افزون به محصولات چوبی و کاهش منابع چوبی، باعث ایجاد و تشدید جنگل کاری با گونه‌های تند رشد شده است (۱)، به طوری که بر اساس پیش بینی انتظار می‌رود جنگل کاری‌ها تا سال ۲۰۴۰ حدود ۴۶ درصد از تقاضای چوب جهان را تامین کنند (۲). در کشور ایران با توجه به رشد جمعیت و سرانه کم جنگل ۰/۱۷ هکتار (۳)، نیاز به چوب و فرآورده‌های مختلف آن روز به روز افزایش می‌یابد، ولی به علت کمبود عرصه‌های جنگلی و محدودیت بهره‌برداری از آن‌ها به دلیل ارزش‌های حفاظتی و زیست محیطی آن، چوب مورد نیاز کشور را نمی‌توان از جنگل‌های طبیعی تهیه کرد (۴). بنابراین جنگل کاری با گونه‌های سریع‌الرشد به منظور کمک به توده‌های طبیعی و جبران کمبود منابع چوبی، کاهش فشار بهره‌برداری بر عرصه‌های طبیعی و همچنین افزایش سرانه‌ی فضای سبز، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (۵). از اوایل قرن بیستم کاشت انبوه درختان کاج و دیگر گونه‌های تند رشد برای تولید چوب صنعتی شدت گرفته است (۶). از این نظر گونه‌های سوزنی برگ غیر بومی متعددی وارد ایران شده است که گاه موفقیت و سازگاری مناسبی گزارش شده است. از گونه‌های سوزنی برگی که به طور گسترده در جنگل کاری و طراحی فضای سبز شهری در مناطق خشک و نیمه خشک تا نیمه مرطوب ایران، مورد استفاده قرار گرفته کاج بروسیا (*Pinus brutia*) است (۷). کاج بروسیا یکی از معروف ترین گونه‌ها از گروه کاج‌های مدیترانه‌ای است که در جنوب و شرق اروپا پراکنده است گونه‌ای کم توقع است که در خاک‌های آهکی و فقیر رشد می‌کند و سازگاری قابل قبولی نسبت به شرایط اکولوژیکی بعضی از مناطق کشورمان به ویژه شرق دریای مازندران و مناطق مشابه آن دارد (۸). این امر سبب گردیده که سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور در سطحی بالغ بر ۵۰۰۰ هکتار در شرق دریای مازندران با استفاده از کاج بروسیا جنگل کاری نماید. از قدیمی ترین توده دست کاشت کاج بروسیا در کشور، باغ کشاورزی در شهرستان خرم آباد می باشد که به عنوان اولین مرکز کشت و مطالعات کشاورزی و تولید بذر در غرب

جدول ۱- جدول محصول جنگلکاری کاج بروسیا با فاصله کاشت ۲×۳ متر در سن ۱۷ سالگی (۱۴).

Table 1. yeild Table *Pinus brutia* Ten plantation with planting distance of 2×3 m at the age of 17 years (14).

رویش متوسط سالیانه (m ³ /ha)	رویش جاری سالیانه (m ³ /ha)	حجم (m ³ /ha)	سطح مقطع برابر سینه (m ² /ha)	قطر میانگین برابر سینه (cm)	میانگین ارتفاع (m)	ارتفاع غالب (m)	کلاسه رویشگاهی
۶/۵۸	۱۷/۱	۱۱۲	۲۴	۱۳/۷	۸/۸۰	۱۰/۹۳	مرغوب
۲/۳۵	۸/۲	۴۰	۱۰	۱۰/۹	۶/۴۸	۷/۸۲	متوسط
۱/۲۳	۵/۴	۲۱	۶	۶/۸	۴/۳۹	۵/۴۵	ضعیف

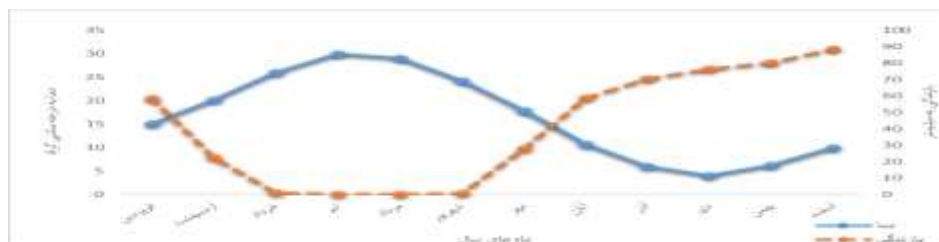
صورت گرفت. اقلیم منطقه مدیترانه‌ای و از آب و هوای نسبتاً مرطوب با فصول مشخصی شامل تابستان‌های نسبتاً گرم و زمستان‌های سرد برخوردار می‌باشد. همچنین بر اساس آمار ۳۰ سال گذشته ایستگاه هواشناسی خرم‌آباد، میانگین بارندگی و دما در این منطقه به ترتیب ۱۶/۵ میلی متر و ۲۷/۷ درجه سانتی‌گراد است. به علت وجود کوه‌های بلند و شکل قرارگیری آن‌ها، اختلاف دما در طول روز و شب زیاد است. کمترین دمای سالیانه ۹ درجه سلسیوس و بیشترین دمای سالیانه ۲۵ درجه سلسیوس است. تشکیلات زمین‌شناسی خرم‌آباد دارای سنگهای آهکی، سیلتی، ماسه سنگ، مارن، آهک‌های دولومیتی و ماسه‌دار و کنگلومرا مربوط به دوران دوم و سوم زمین‌شناسی است (۱۵). همچنین بر اساس منحنی آمبروتیک فصل خشک منطقه ۵ ماه بوده که از اواسط اردیبهشت شروع شده و تا اواسط مهرماه ادامه دارد و گرم‌ترین ماه سال مرداد است که متوسط دما در این ماه ۲۹/۹ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱).

به دلیل سطح بالای کاشت گونه کاج بروسیا در جنگل کاری‌ها و فضاهای سبز کشور و همچنین ارزش‌های قابل توجه منطقه مورد مطالعه، لذا این تحقیق با هدف بررسی عملکرد رویشی درختان کاج بروسیا در توده جنگل کاری شده باغ کشاورزی شهرستان خرم‌آباد که بر اساس مدارک و شواهد موجود قدیمی‌ترین توده دست کاشت سوزنی برگ در ایران است؛ برای کاشت این گونه به منظور تولید چوب انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

این پژوهش در یک توده‌ی دست کاشت کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten) تراکم کاشت ۲×۳ متر، در محدوده باغ کشاورزی (باغ فلاحت) واقع در شهرستان خرم‌آباد در غرب ایران انجام شد. این منطقه در محدوده جغرافیایی ۲۱° ۴۸' طول شرقی و ۲۹° ۳۳' عرض شمالی و در ارتفاع ۱۱۷۱ متری از سطح دریا واقع شده است. انتخاب این منطقه به دلیل همگنی آن از نظر تراکم کاشت (۲×۳) و همسال بودن توده



شکل ۱- منحنی آمبروتیک ایستگاه هواشناسی (۱۳۵۵-۱۳۸۵) شهرستان خرم‌آباد (۱۶).

Figure 1. Hyetograph curve of weather station (1355-1385) city Khorramabad (16)

روش تحقیق

هر درخت تعداد ۸ عدد دیسک در ارتفاعات مختلف ساقه شامل ارتفاع کنده (۰/۴ متری)، ارتفاع برابر سینه (۱/۳۰)، ۳/۳۰

به منظور آنالیز تنه، تعداد پنج اصله درخت کاج بروسیا از توده مورد بررسی به طور تصادفی، انتخاب و قطع گردید. سپس از

محاسبه شد. از آنجا که بین تغییرات قطر با رویش حجمی رابطه مستقیم وجود دارد (۱۹). بنابراین به منظور برآورد رویش حجمی ۳۵ نمونه مته سال سنج، با استفاده از نرم افزار *Curve Expert* بین رویش قطری و رویش حجمی بدست آمده از آنالیز تنه معادله‌های مختلف خطی و غیر خطی برازش داده شد. این نرم افزار به طور خودکار توابع معروف را برازش داده و به ترتیب افزایش خطا آن‌ها را مرتب می‌کند. همچنین توابع را بطور خودکار تعریف کرده و ضرایب آن‌ها تعیین می‌کند. در این پژوهش رویش جاری حجمی بدست آمده از آنالیز تنه به عنوان متغیر وابسته و رویش قطری نمونه‌های مته به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته شد و مدل‌های مختلفی برآورد شد که بهترین مدل با توجه به کم‌ترین خطای معیار و بیش‌ترین ضریب همبستگی، برآورد گردید. در نهایت داده‌های رویش - سالانه حجم، موجودی حجمی در هکتار و متوسط حجم برحسب سن به ازای سنین مختلف ۴۰ درخت کاج بروسیا استخراج شد. و براساس این اطلاعات به دست آمده جدول محصول کاج بروسیا در ۱۷ سالگی تهیه گردید.

نتایج

معادله برازش قطر و حجم

نتایج بررسی رابطه آماری بین قطر برابر سینه و رویش جاری حجم از درختان کاج بروسیا همبستگی معنی‌داری (۰/۷۶: R) نشان داد. بهترین معادله، براساس بیش‌ترین ضریب تبیین (۰/۵۷: R²) و کم‌ترین خطای معیار (۰/۰۰۰۳۹: Se)، انتخاب گردید (رابطه ۴). جدول ۲ شاخص‌های برآورد شده معادله، را نشان می‌دهد.

$$y = ab^x x^c \quad (4)$$

متری، ۵/۳۰ متری، ۷/۳۰ متری، ۹/۳۰ متری، ۱۱/۳۰ متری، ۱۳/۳۰ متری، تهیه شد. در مجموع از ۵ اصله درخت قطع شده، ۴۰ عدد دیسک به شیوه تحلیل تنه مورد بررسی قرار گرفت. بدین صورت که پس از تهیه و آماده سازی نمونه‌ها، پهنای حلقه‌های سالیانه با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی *COREL DRAW X5* از سمت مغز به طرف پوست و با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه‌گیری شد. سپس تنه هر درخت، از ارتفاع هم سطح زمین تا ارتفاع تشکیل تاج به ۸ قسمت با طول ۲ متر، تقسیم و حجم قطعات مختلف محاسبه شد. لازم به توضیح است که شکل قطعه اول (از بن درخت)، به طول ۰/۴ متر است و استوانه فرض شد و حجم آن از فرمول استوانه (رابطه ۱) محاسبه شد. شکل قطعه آخر (هشتم) مخروط فرض شده و حجم آن از فرمول مخروط (رابطه ۳) محاسبه شده و شکل قطعات میانی پارابولید ناقص فرض و حجم آن‌ها از فرمول اسمالیان (رابطه ۲) محاسبه شد و از مجموع حجم قطعات حجم کامل هر درخت به دست آمد (۱۷).

$$v_c = g \times h \quad (1)$$

$$v_s = \frac{g_1 + g_2}{2} \times h \quad (2)$$

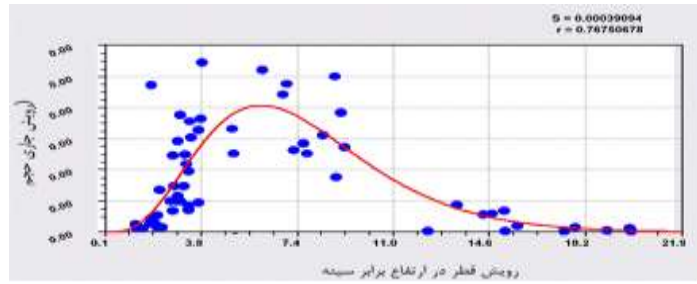
$$v_{co} = \frac{h}{3} (g_1 + \sqrt{g_1 + g_2} + g_2) \quad (3)$$

در روابط فوق g_1 و g_2 به ترتیب سطح مقطع پایینی و بالایی (برحسب مترمربع) و h ارتفاع قطعه مورد نظر به متر است. همچنین برای بررسی دقیق‌تر رویش درختان کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه، ۳۵ نمونه رویشی در ارتفاع برابر سینه درختان سرپا با مته سال سنج تهیه شد (۱۸). پس از تهیه و آماده‌سازی نمونه‌ها، رویش شعاعی سالیانه از سمت مغز به طرف پوست با استفاده از نرم‌افزار گرافیکی *COREL DRAW X5* و با دقت ۰/۰۱ میلی متر اندازه‌گیری شد. با ضرب عدد بدست آمده در ۲، رویش قطری برای ۳۵ نمونه

جدول ۲- پارامترهای برآورد شده براساس برازش قطر برابر سینه و رویش جاری حجم درختان کاج بروسیا

Table 2. Estimated parameters by fitting diameter at breast height and volume increment *Pinus brutia ten* trees

انحراف معیار	R	R ²	c	b	a
۰/۰۰۰۳۹	۰/۷۶۷۵	۰/۵۷۷۶	۳/۸۲۹۲	۵/۲۱۷۶	۶/۹۷۱۵



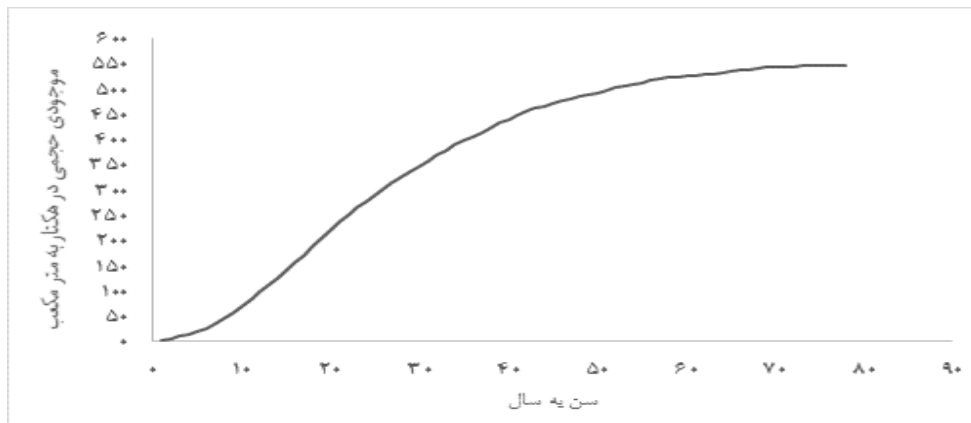
شکل ۲- منحنی برازش قطر در ارتفاع برابر سینه و رویش جاری حجم درختان کاج بروسیا

Figure 2. Curve fitting of diameter at breast height and volume increment *Pinus brutia* Ten trees

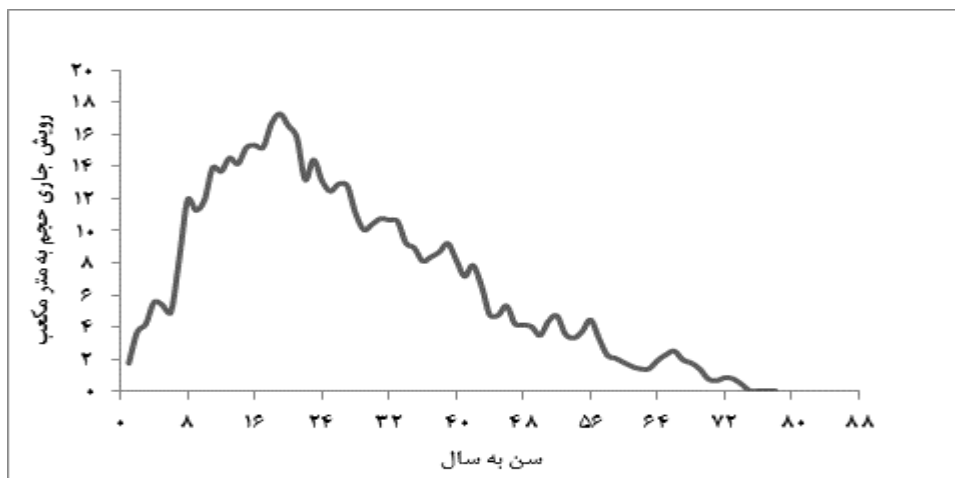
ترین رویش جاری سالانه گونه کاج بروسیا ۱۷/۲۸۱۳ مترمکعب و موجودی حجمی سرپای آن در سن ۷۸ سالگی برابر با ۵۴۵/۸۴۸۲ مترمکعب در هکتار است. منحنی موجودی حجمی در هکتار، رویش جاری و متوسط حجم (بر حسب سن) در شکل (۳)، (۴) و (۵) آمده است.

رویش و موجودی حجمی سرپا کاج بروسیا

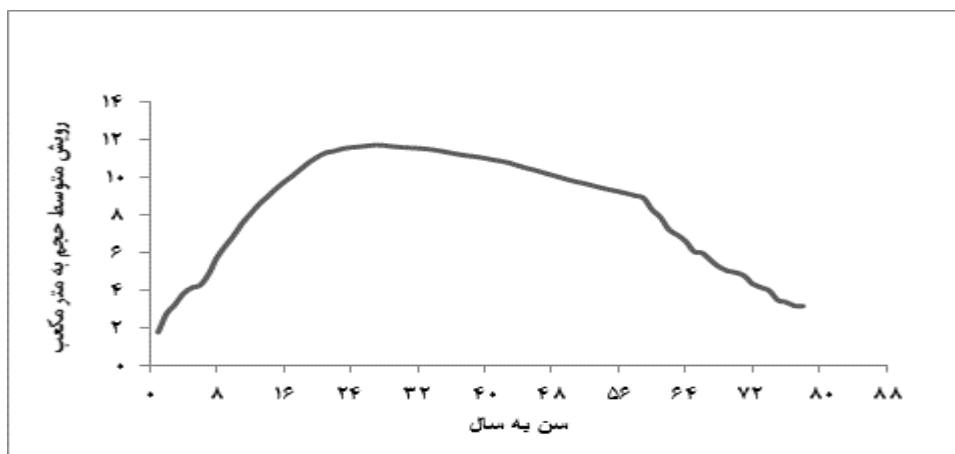
از جدول آنالیز تنه و معادله برآورد شده، داده‌های رویش سالانه، متوسط رویش بر حسب سن و موجودی حجمی سرپا گونه‌ی کاج بروسیا بر حسب مترمکعب به ازای سنین مختلف استخراج شد (جدول ۳). همان طور که مشاهده می‌شود بیش



شکل ۳- موجودی حجمی در هکتار بر حسب متر مکعب در سنین مختلف توده کاج بروسیا شهرستان خرم‌آباد
Figure 3. Creature volume per hectare(m³) stands of different ages *pinus brutia* Ten city khoramabad



شکل ۴- رویش جاری حجم در هکتار بر حسب متر مکعب در سنین مختلف توده کاج بروسیا شهرستان خرم‌آباد
Figure 4. current annual increment volume per hectare(m³) stands of different ages *pinus brutia* Ten city khoramabad

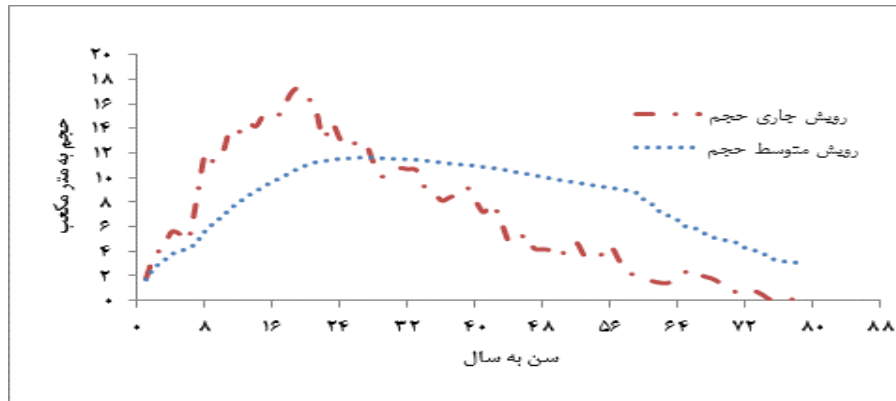


شکل ۵- رویش متوسط حجم در هکتار بر حسب متر مکعب در سنین مختلف توده کاج بروسیا شهرستان خرم آباد
 Figure 5. Mean annual increment volume per hectare(m³) stands of different ages *pinus brutia Ten* city khoramabad

جدول ۳- موجودی حجمی سریا توده کاج بروسیا در شهرستان خرم آباد

Table 3. Creature volume of stand *pinus brutia Ten* in city khoramabad

سن توده	رویش جاری سالانه (مترمکعب در هکتار)	رویش متوسط بر حسب سن (متر مکعب در هکتار)	موجودی حجمی (متر مکعب در هکتار)
۱	۱/۷۴	۱/۷۴	۱/۷۴
۵	۵/۳۷	۴/۱۰	۲۰/۵۱
۱۰	۱۱/۹	۶/۸۷	۶۸/۷۳
۱۵	۱۵/۲	۹/۳۴	۱۴۰/۲
۱۶	۱۵/۳	۹/۷۲	۱۵۵/۵۳
۱۷	۱۵/۲	۱۰/۰۴	۱۷۰/۷۲
۱۸	۱۶/۷	۱۰/۴۱	۱۸۷/۴
۱۹	۱۷/۳	۱۰/۷۷	۲۰۴/۷
۲۰	۱۶/۵	۱۱/۰۶	۲۲۱/۲۰
۳۰	۱۰/۴	۱۱/۵۸	۳۴۷/۵۲
۴۰	۸/۱۸	۱۱/۰۰۵	۴۴۰/۲۳
۵۰	۳/۴۸	۹/۸۴	۴۹۲/۴۵
۶۰	۱/۷۸	۸/۷۶	۵۲۶
۷۰	۰/۷۸	۷/۷۵	۵۴۲/۹۴
۷۸	۰/۰۴	۶/۹۹	۵۴۵/۸۲



شکل ۶- رویش جاری سالانه و رویش متوسط به متر مکعب در سنین مختلف توده کاج بروسیا شهرستان خرم‌آباد

Figure 6. current annual increment and Mean increment (m^3) stands of different ages *pinus brutia* Ten city khoramabad

همچنین وضعیت شاخه‌دوانی درختان کاج بروسیا در این مرحله سنی، ضعیف است.

ارتفاع غالب

به منظور تعیین ارتفاع غالب توده بر مبنای روش ویز درختانی که ارتفاعشان اندازه‌گیری شده بود بر حسب قطر برابر سینه به صورت صعودی مرتب شده و به پنج دسته یا گروه به تعداد مساوی تقسیم شدند و متوسط ارتفاع دسته پنجم یا قطورترین دسته از لحاظ قطر برابر سینه به عنوان ارتفاع غالب تعیین شد. ۴۰ درخت اندازه‌گیری شده، به ۵ گروه ۸ درختی تقسیم شد و متوسط ارتفاع قطورترین درختان که در طبقات قطری ۴۵ و ۵۰ قرار گرفته‌اند، محاسبه و ارتفاع غالب توده ۱۶ متر تعیین شد.

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی عملکرد رویشی در جنگل‌های دست‌کاشت با درختان سریع‌الرشد از مهم‌ترین اقدامات جنگل‌داری و مدیریت جنگل برای افزایش تولید و تامین نیازمندی‌های چوبی کشور است. در این پژوهش بررسی منحنی رویش جاری حجم توده نشان داد که بیش‌ترین میزان رویش مربوط به دوره جوانی توده می‌باشد (شکل ۵) و این نشان می‌دهد که توده مورد بررسی در دوره جوانی بیش‌ترین میزان رویش را داشته، در واقع نتیجه بدست آمده کاملاً مورد انتظار بوده زیرا طبق تحقیقات کاج بروسیا

شکل ۶ به منظور نشان دادن محل برخورد منحنی‌های رویش جاری و رویش متوسط حجم، توده مورد مطالعه ترسیم شده است. از آنجایی که برای بررسی این منحنی‌ها، قطر در ارتفاع برابر سینه ملاک قرار می‌گیرد. برای رسم منحنی از اطلاعات دیسک‌های مربوط به ارتفاع برابرسینه استفاده شد. محل برخورد این دو منحنی در سن ۲۸ سالگی اتفاق افتاده است که به نحوی سن آمادگی اجتماعی توده را نشان می‌دهد. آمادگی اجتماعی، یا زمان تولید حجم بیشینه موقعی است که بدون توجه به نوع و کیفیت چوب، بیشینه بیوماس یا بیش‌ترین مقدار محصول چوبی سالیانه حاصل شود. این نوع آمادگی برای بهره‌برداری زمانی است که رشد جاری سالیانه برابر با رشد متوسط سالیانه باشد به عبارت دیگر، رشد متوسط سالیانه بیشینه باشد.

خصوصیات کیفی

بررسی خصوصیات کیفی کاج بروسیا در منطقه نشان داد که بیش‌تر درختان دارای تنه واحد (منوپودیک) و سالم و تاج متقارن دارند. هرچند مسأله تنش خشکی و پدیده زوال که در سال‌های اخیر باعث شده که پدیده خشکیدگی در تعداد اندکی از این درختان مشاهده شود. از نظر شاقولی بودن تنه، اکثر درختان تنه شاقولی و درصد کمی در تنه خود انحراف دارند که در این میان بیش‌تر در یک سوم ابتدایی تنه، انحنای دارند.

بررسی عملکرد رویش کاج بروسیا در استان گلستان به نتایج مشابهی دست یافتند. بنا به شیوه نامه FAO، (۱۳)، گونه‌ی تندرشد گونه‌ای است که در توده خود تا قبل از ۳۰ سالگی به تولید متوسط سالیانه‌ای برابر با ۱۰/۵ مترمکعب در هکتار دست پیدا کند، و از آنجا که در این بررسی گونه کاج بروسیا در شهرستان خرم‌آباد تا قبل از ۳۰ سالگی به تولید متوسط سالیانه ۱۱/۹۵ متر مکعب در هکتار می‌رسد، این عملکرد رویشی نشان دهنده‌ی تند رشد بودن و سازگاری قابل قبول این گونه نسبت به شرایط اکولوژیکی منطقه است لذا می‌توان کشت آن را در منطقه گسترش داد، تحقیقات پیلهور و همکاران (۱۳۹۳)، در بررسی کمی جنگل‌کاری کاج بروسیا موید همین مطلب است (۱۲). بنابراین به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که با بررسی کمی گونه و مقایسه آن با شرایط رویشگاه اصلی (ترکیه)، کشت این گونه در کوتاه مدت بسیار اقتصادی و پربازده بوده و می‌توان به منظور تولید چوب صنعتی و حتی تامین صنایع کاغذ سازی در مناطقی با شرایط اکولوژیکی مشابه بهره برد.

Reference

1. Swamy, S.L., Mishra, A. and Puri, S. 2006. Comparison of growth, biomass and nutrient distribution in five promising clones of populus deltoids under an agrisilviculture system. *Bioresource Technology* 97, 57-68.
2. Booth, T.H. & Jovanovic, T.M. 2002. A new world climatic mapping program assist species selection, *Forest Ecology and Management*, 163(1): 111-117.
3. Alijanpour, A. Eshaghi Rod, J. Banj Shafiei, A. 2009. Investigation and comparison of species diversity of forest regeneration in two protected and non-protected areas. *Arasbaran, Iranian Journal of Forest*, 1(3): 209-217. (In Persian)
4. Ghasemi, R., Modir Rahmati, A.R. and Asadi, F., 2012. Growth characteristics of 5 black poplars (*Populus nigra*)

(*Pinus brutia*) یکی از گونه‌های سریع‌الرشدی است که سرعت رشد آن به ویژه در جوانی قابل توجه است (۲۰). ولی در سنین بالاتر، میزان رویش همان طور که از نتایج برمی‌آید (جدول ۳) در کم ترین مقدار (در سن ۷۸ سالگی، ۰/۰۴ مترمکعب) می‌باشد. رابطه قطر برابر سینه و موجودی حجمی با ضریب تبیین ($R^2 = 0/57$) همبستگی بالایی را نشان دادند (شکل ۲). به لحاظ علمی نیز ثابت شده است که حجم و قطر بالاترین ضریب همبستگی را دارند (۱۷). همچنین در این پژوهش مشخص شد که سن آمادگی مطلق، برای توده دست کاشت کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه ۲۸ سالگی است (شکل ۶) البته این عدد فقط مربوط به توده مورد مطالعه بوده و در شرایط رویشگاهی مختلف، متفاوت است. تحقیقات اجتماعی کاج بروسیا نیز نشان داد، این سن در شرایط رویشگاهی مختلف، متفاوت می‌باشد (۲۱). محاسبه رویش حجمی کاج بروسیا در این پژوهش نشان داد که کاج بروسیا در سن ۱۷ سالگی، دارای رویش جاری سالانه ۱۵/۱۹۴۰۴، رویش متوسط ۱۰/۰۴ و موجودی حجمی ۱۷۰/۷۲۷۱ متر مکعب است، این نتایج نشان دهنده‌ی عملکرد رویشی مناسب و سازگاری گونه در منطقه مورد مطالعه است و با مقایسه عملکرد رویشی آن با جدول محصول تهیه شده در کشور مبدا (ترکیه) با تراکم کاشت ۲×۳ متر (۱۴)، از رویش جاری حجم در هکتار کم تر (۱۵/۲ در مقابل ۱۷/۱ مترمکعب در هکتار)، موجودی حجم در هکتار و متوسط رویش سالیانه حجمی در هکتار و ارتفاع غالب (به ترتیب ۱۷۰/۷۲ مترمکعب، ۱۰/۰۴ مترمکعب، ۱۶ متر در مقابل ۱۱۲ متر مکعب، ۶/۵۸ مترمکعب، ۱۰/۹۳ متر) بیش تر برخوردار است که این امر به دلیل این است که کاج بروسیا در منطقه دست کاشت و تحت آبیاری و مراقبت بوده، در حالی در رویشگاه مبدا، رویشگاه طبیعی بوده است و همین امر موجب شده تا رویش و ارتفاع توده اندکی از رویشگاه طبیعی بیش تر باشد. بر همین اساس منطقه‌ی مورد نظر، در کلاسه‌ی رویشگاهی حاصل خیز و مرغوب قرار گرفت. تحقیقات سوسنی و همکاران (۱۳۸۳)، به منظور بررسی کمی و کیفی کاج بروسیا در همین منطقه، صادق‌زاده و رستاقی (۱۳۹۰) در

- Iranian Journal of Forest, 3(3):201-212. (In Persian)
12. Pilehvare, B. Seyedna, V. Soosani, J. and Jafari, H. 2014. Assessment of needle leaves and broad leaves are afforested stands makhmalkooh forest park. Journal of Zagros Forests Research, 1(2). (In Persian)
 13. Erkan, N., 2003. Growth performance of Turkish red pine (*Pinus brutia* Ten.) in natural forest and plantation in turkey. IUFRO meeting: management of forest growing plantations, Ismit, Turkey, 9 ppt.
 14. Usta, H., 1991. A study on the yield of *Pinus brutia* Ten. plantations. Turkish Forest Research Institute, Technical Bulletin, 219:118-138.
 15. Soosani, J. Ostakh, E., 2014. The diameter increment analysis of *Pinus brutia* Ten. along the stem in Khorramabad. Journal of Forest Sustainable Development. 1(1):15-26. (In Persian)
 16. Ostakh, E., 2014. Effect of drought stress on tree rings growth and decline of plantation conifers using chronology knowledge (Case study: IRIB *Pinus brotia* trees in Khorramabad, Iran). Thesis, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, 85 pp. (In Persian)
 17. Zobeiry, M., 2007. Forest Biometry. University of Tehran Press, 405pp. (In Persian)
 18. Ghazanfari, H, Nemiranian, M, Sobhani, H, Mervi migrant, M.R, Pour Tahmasi, K. 2003. Estimation of Diameter Growth of Violet Trees in North Zagros Region, Iranian Journal of Natural Resources, 57(4): 662-649. (In Persian)
 - clones with Turkish origin in Karaj area. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 19(4): 491-500. (In Persian)
 5. Negahdarr Saber, M.R., Hamzehpour, M., Jokar, L., 2004. Investigation of adaptation and growth of different species of broadleaved and pineworm in Kamfirouz Fars. Institute of Forests and Rangelands Research, No. 14. (In Persian).
 6. Marcos, J.A., E. Marcos, A. Taboada, and R. Tarrega, 2007. Comparison of community structure and soil characteristics in different aged *Pinus sylvestris* plantations and a natural pine forest, *Forest Ecology and Management*, 247: 35-42.
 7. Zare, H, 2000. Native and non-Native Needleberg species in Iran). Research Institute of Forests and Rangelands. (In Persian)
 8. Dastmalchi, M., 1995. *Brutia* Pine. Research Institute of Forests and Rangelands, 139p. (In Persian)
 9. Kurd, B, 2004. Study on quantitative and qualitative of Pardisan Nature Park. thesis, Islamic Azad University, Science and Research of Tehran, 108 pp. (In Persian)
 10. Panahi, P. and Pourhashemi, M., 2011. Increment changes of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in Hyrcanian section of National Botanical Garden, Iran during three decades. Iranian journal of Natural Resources, 64(1): 1-13. (In Persian)
 11. Sadeghzadeh Hallaj, M. and. Rostaghi, A., 2011. Study on growth performance of Turkish pine (Case study: Arabdagh afforestation plan, Golestan province).

- shrubs under rainfed conditions of Lorestan province, Institute of Forests and Rangelands Research Institute of Iran, 88p. (In Persian)
21. Shater, Z., De-Miguel, S., Kraid, B., Pukkala, T., Palahi, M., 2011. A growth and yield model for evenaged *Pinus brutia* stands in Syria. Ann for Sci.
19. Piovesan, G., Filippo, A., Alessandrini, A., Biondi, F. and Schirone, B., 2005. Structure, dynamics and dendrochronology of an old growth fagus forest in the Apennines. Vegetation science, 16: 13-28.
20. Hemmatti, A. 1997. Results of adaptation tests of tree species and