

## بررسی عملکرد رویشی کاج بروسیا (مطالعه موردی: طرح جنگلکاری عربداغ، استان گلستان)

محمدحسین صادقزاده حلاج<sup>۱\*</sup> و علی اکبر رستاقی<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup> کارشناس ارشد پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور

<sup>۲</sup> کارشناس ارشد جنگلداری، اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان بیرجند

(تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۲، تاریخ پذیرش: ۹۰/۴/۱۸)

### چکیده

این تحقیق به منظور بررسی عملکرد رویشی جنگلکاری ۱۷ ساله کاج بروسیا (مبدأ بذر ترکیه) به مساحت ۶۳ هکتار با تراکم کاشت ۲×۳ متر در پارسل ۱۵ سری یک طرح جنگلکاری عربداغ استان گلستان انجام گرفت. ۶۳ قطعه نمونه مربعی به مساحت ۴۰۰ مترمربع به صورت منظم تصادفی در منطقه مورد نظر پیاده شد. متغیرهای برداشت شده در قطعات نمونه عبارتند از: قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ضریب شکل، زادآوری، چندشاخگی تنه، شادابی تاج، سلامت تنه، شاخه‌دوانی، شاقولی بودن تنه و تقارن تاج. محاسبات میانگین قطر و ارتفاع، سطح مقطع، ضریب قدکشیدگی، حجم و متوسط رویش سالیانه حجمی و همچنین تحلیل روابط بین متغیرها انجام گرفت. نتایج نشان داد که در مقایسه با جنگلکاری‌های مرغوب کاج بروسیا در کشور مبدأ (ترکیه) با سن و تراکم کاشت یکسان، منطقه عربداغ از متوسط قطر برابر سینه و سطح مقطع برابر سینه بیشتر (۱۴/۰۴۳ در برابر ۱۳/۷ سانتی‌متر و ۲۷/۹۸۳ در مقابل ۲۴ مترمربع در هکتار) و ارتفاع غالب، متوسط ارتفاع، حجم در هکتار و متوسط رویش سالیانه حجمی در هکتار کمتر (به ترتیب ۹/۰۷ و ۸/۰۱۶ در مقابل ۱۰/۹۳ و ۸/۸۰ متر، ۹۵/۴۴۹ و ۵/۶۱۸ در مقابل ۱۱۲ و ۶/۶ مترمکعب در هکتار) برخوردار است و به‌طور کلی از نظر کلاس رویشگاهی بین رویشگاه‌های متوسط تا خوب قرار می‌گیرد. بنابراین می‌توان مناطقی با شرایط اکولوژیکی مشابه را به‌عنوان عرصه‌های مناسب جنگلکاری با گونه کاج بروسیا مورد توجه قرار داد.

واژه‌های کلیدی: کاج بروسیا، جنگلکاری، تراکم کاشت، کلاس رویشگاهی.

## مقدمه و هدف

از مهم‌ترین اهداف کاشت گونه‌های سوزنی‌برگ در کشور، احیای جنگل‌های تخریب‌شده، افزایش کیفیت و غنی‌سازی توده‌های جنگلی برای تولید انبوه چوب‌های صنعتی، افزایش مقدار محصول در واحد سطح، ایجاد پارک‌های جنگلی و جنگل‌های حفاظتی و طراحی جنگل‌هایی به‌شدت آسیب‌دیده یا کاملاً تخریب‌شده به‌عنوان گونه‌های پیشاهنگ و پرستار در جهت طی مراحل تواتر است (سردابی، ۱۳۷۷). کاج بروسیا (*Pinus brutia* Ten.) یکی از معروف‌ترین گونه‌ها از گروه کاج‌های مدیترانه‌ای است که در جنوب و شرق اروپا پراکنده است (زارع، ۱۳۸۰). این گونه در خاک‌های آهکی و فقیر که عمق کمی دارند رشد می‌کند. در مجموع برای اراضی فقیر از آن به‌عنوان گونه پیشاهنگ استفاده می‌کنند (فتاحی، ۱۳۷۳). کاج بروسیا گونه‌ای کم‌توقع است که در خاک‌های آهکی و سنگلاخی یا در اراضی شنی مناطقی با زمستان‌های ملایم و تابستان‌های گرم و خشک، رشد می‌کند و چنانچه در شرایط محیطی بهتری قرار گیرد، رشد آن نیز بهتر می‌شود. کاج بروسیا از گونه‌های تندرشد بوده و رشد آن به‌ویژه در جوانی سریع است (دستمالچی، ۱۳۷۴). چوب کاج بروسیا در ساختمان‌سازی، ساخت صندوق‌های بسته‌بندی، وسایل کشاورزی، تیر چراغ برق،

پایه‌های حصارکشی، چوب تونلی و کشتی‌سازی مصرف می‌شود و از چوب آن نیز می‌توان در صنایع کاغذسازی به‌روش سولفات استفاده کرد (دستمالچی، ۱۳۷۴). تحقیقات بر روی این گونه در ایران نشان‌دهنده سازگاری موفق آن در نقاط مختلف کشور است (دستمالچی، ۱۳۷۶؛ همتی، ۱۳۷۶؛ دستمالچی، ۱۳۷۷؛ حمزه‌پور و نگهدار صابر، ۱۳۸۰؛ محمدنژاد کیاسری، ۱۳۸۲). همچنین اگرچه بیشتر جنگلکاری‌های صورت‌گرفته از این گونه و دیگر گونه‌های سوزنی‌برگ در کشور اغلب با اهداف حفاظتی و زیبایی منظر انجام گرفته، تحقیقات نشان‌دهنده عملکرد رویشی مطلوب این گونه در برخی جنگلکاری‌ها به‌منظور تولید چوب است (کریمی‌دوست و همکاران، ۱۳۷۲؛ فتاحی، ۱۳۷۳؛ ردایی، ۱۳۸۱). پژوهش‌ها در کشور ترکیه یعنی موطن اصلی این گونه، نشان می‌دهد که می‌توان از آن به‌عنوان گونه‌ای تندرشد و اقتصادی در تولید چوب بهره برد (Erkan, 2003) جدول‌های محصول به‌دست‌آمده برای این گونه در رویشگاه‌های طبیعی و جنگلکاری‌ها برای کلاسه‌های رویشگاهی مختلف مؤید این ادعاست (Usta, 1991; Erkan, 1996). براساس این تحقیقات، جدول محصول کاج بروسیا برای جنگلکاری‌هایی با تراکم کاشت ۲×۳ متر در ۱۷ سالگی و در کلاسه‌های رویشگاهی مختلف به‌صورت جدول ۱ است (Usta, 1991).

جدول ۱- جدول محصول جنگلکاری کاج بروسیا با فاصله کاشت ۲×۳ در ۱۷ سالگی

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

در این تحقیق با بررسی عملکرد رویشی کاج بروسیا در طرح جنگلکاری عرب‌داغ شرایط منطقه مزبور برای کاشت این گونه به‌منظور تولید چوب بررسی شد.

## مواد و روش‌ها

- منطقه مورد بررسی

عرصه تحقیق در دامنه‌های رشته‌کوه عرب‌داغ واقع است و به همین علت جنگلکاری عرب‌داغ نامگذاری شده است

(داغ به زبان محلی ترکمنی به‌معنی کوه است) و این توده در ۴۰ کیلومتری شمال شرقی شهر کلالة و در حوزه سرچنگلانی گلی‌داغ از توابع اداره منابع طبیعی و آبخیزداری شهرستان کلالة واقع شده و در تقسیم‌بندی حوضه‌های آبخیز طرح جامع جنگل‌های شمال در حوضه ۹۶ واقع است (الماسی، ۱۳۸۳). طول جغرافیایی آن ۳۷° تا ۵۵° تا ۴۷° شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۲° تا ۳۷°

می‌کند. این امر به دلیل زهکشی ضعیف و ویژگی خوردگی عناصر رسوبی در آب روی می‌دهد (الماسی، ۱۳۸۳).

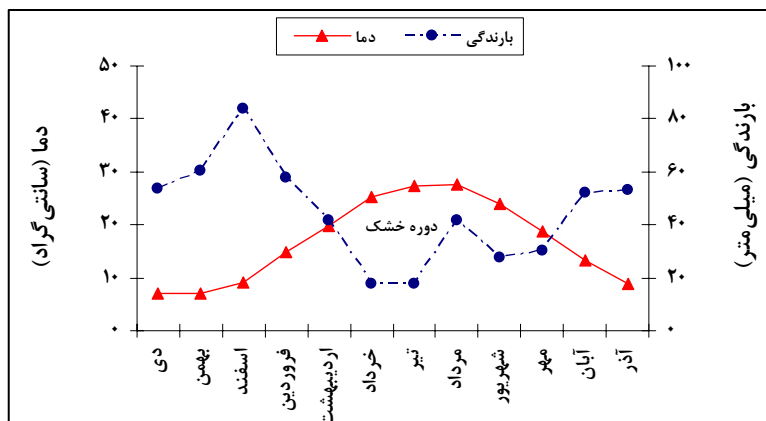
خاک عرصه قهوه‌ای جنگلی با عمق زیاد و pH قلیایی است و بافت آن در سطح به‌طور عمده لوم و سیلتی لوم و در افق‌های زیرین سیلتی کلی لوم با درصد هدایت الکتریکی کم است. ساختمان خاک همانند تمامی رسوبات لسی دارای گره‌های آهکی است که امکان تشکیل افق‌های کلسیک را در ستون خاک فراهم می‌کند (بی‌نام، ۱۳۶۸).

با استناد به آمار ده ساله ایستگاه هواشناسی قپان (۱۳۸۶-۱۳۷۶) (بی‌نام، ۱۳۸۹) متوسط بارندگی منطقه ۵۳۶/۷ میلی‌متر، متوسط دمای ماهیانه ۱۶/۹ سانتی‌گراد، متوسط تبخیر و تعرق سالیانه ۱۰۰۹ میلی‌متر، متوسط رطوبت نسبی ۷۷/۷ درصد و متوسط ایام یخبندان ۶۵ روز محاسبه شد. نوع اقلیم منطقه براساس ضریب خشکی دومارتن نیمه‌خشک و براساس کلیموگرام آمبروترمیک (شکل ۱) سرد است. همچنین براساس نمودار آمبروترمیک (شکل ۱) منطقه دارای دوره خشکی پنج‌ماهه است.

از نظر پوشش گیاهی عرصه جنگلکاری عرب‌داغ از غرب به شرق سیمای متفاوتی دارد. در غرب عرصه (سری یک) تنها آثاری از پوشش گیاهی قبل از جنگلکاری مانند تک‌پایه‌های بلوط و داغداغان و درختچه‌هایی چون دغدغک و انار باقی است، اما در ضلع شرقی کاملاً به جنگل‌های طبیعی متصل شده و در حد فاصل دو سری، جنگل جوان تا میانسال با تک پایه‌های قطور از جامعه جنگلی بلوط- آزادستان گسترش دارد که با گونه‌هایی چون ممرز، انجیلی و افرا (در دره‌ها) همراه است (بی‌نام، ۱۳۶۸).

۳۶° ۳۷ شمالی است. این طرح شامل ۲ سری با مساحت ۲۲۴۰ هکتار است که طی سال‌های ۱۳۶۳ تا ۱۳۶۹ با گونه‌های کاج بروسیا، زربین، کاج بادامی و سرو نقره‌ای جنگلکاری شده است. سری یک به مساحت ۱۳۲۰ هکتار در غربی‌ترین نقاط جنگلکاری عرب‌داغ و سری دوم به مساحت ۹۲۰ هکتار در شرق سری یک واقع شده است. منطقه مورد بررسی در پارسل ۱۵ سری یک به مساحت ۱۱۱ هکتار قرار دارد که حدود ۶۳ هکتار آن با نهال‌های کاج بروسیا با مبدأ بذر ترکیه جنگلکاری شده است. انتخاب پارسل مزبور به دلیل همگنی آن از نظر تراکم کاشت (۲×۳ متر) و همگنی سن توده (۱۷ سال) است. متوسط ارتفاع از سطح دریا در این پارسل ۶۲۵ متر، متوسط شیب ۳۵ درصد و جهت آن شمالی است (بی‌نام، ۱۳۶۸). یادآور می‌شود که تا این مرحله از سن توده، هیچ‌گونه عملیات پرورشی در آن انجام نگرفته است.

از نظر زمین‌شناسی، عرصه جنگلکاری عرب‌داغ، به‌طور وسیعی از نهشته‌های رسوبی لسی پوشیده شده است، اما بیرون‌زدگی‌های سنگی نیز در گوشه و کنار آن به چشم می‌خورد. لس‌ها با ویژگی‌هایی چون عمق مناسب و به‌نسبت زیاد، زهکشی ضعیف و فراوانی مواد کاتیون‌دار و آنیون‌دار معرفی شده‌اند. این ویژگی‌ها در صورت شرایط مناسب آب و هوایی، توان ایجاد رویشگاه‌های متفاوتی را دارند. برعکس در شرایط کاهش تاج‌پوشش و اشکوب فوقانی و از بین رفتن پوشش علفی انواع فرسایش‌های سطحی، شیاری و خندقی و سرانجام گال آبراهه را نمودار



شکل ۱- منحنی آمبروترمیک ایستگاه قپان (۱۳۸۶-۱۳۷۶)

- روش آماربرداری

با مشخص کردن سطح عرصه مورد بررسی که ۶۳ هکتار است شبکه آماربرداری ۴×۴ میلی‌متر (۱۰۰×۱۰۰ متر در طبیعت) به صورت تصادفی سیستماتیک بر روی نقشه ۱:۲۵۰۰۰ پیاده شد. تعداد قطعات لازم به نحوی برآورد شد که اشتباه آماربرداری به احتمال ۹۵ درصد از ۵ درصد بیشتر نباشد (زبیری، ۱۳۷۳). با توجه به شدت آماربرداری مورد نظر، ۶۳ قطعه پلات به شکل مربع و به وسعت ۴۰۰ متر مربع در نظر گرفته شد و از آنجا که فاصله کاشت در این توده ۲×۳ متر است، در هر پلات به طور متوسط ۶۰ تا ۷۰ اصله درخت اندازه‌گیری شد (پوربابایی و نمیرانیان، ۱۳۷۲). با شماره‌گذاری درختان مشخصه‌های زیر در هر پلات برداشت شد:

۱- قطر برابر سینه تمام درختان با استفاده از خط‌کش دو بازو تا دقت سانتی‌متر؛

۲- ارتفاع با استفاده از شیب‌سنج سونتو تا دقت متر به طور تصادفی برای ۱۲ تا ۱۳ اصله (در جهت جنوب به شمال در هر ردیف به‌ازای هر پنج درخت یک درخت)

۳- ضریب شکل درختان با استفاده از رلاسکوپ بیت‌ریخ برای ۶ تا ۷ اصله درخت (در جهت جنوب به شمال در هر ردیف به‌ازای هر ده درخت یک درخت) محاسبه شد، به نحوی که پس از نصب شاخص در ارتفاع برابر سینه، از محلی که قطر برابر سینه درختان با باند ۱ رلاسکوپ و چهار باند باریک چسبیده به آن منطبق باشد به نوک، بن و محلی از تنه درخت که با نوار ۱ رلاسکوپ منطبق است (ارتفاعی از درخت که قطر آن نصف قطر برابر سینه است) دید رفته و اعداد مربوطه با استفاده از نوار ۲۵ متری رلاسکوپ خوانده و ثبت شد. با استفاده از رابطه‌های ۱ و ۲ ارتفاع کل درخت و ارتفاع محلی از تنه درخت که قطر آن نصف قطر برابر سینه درخت است اندازه‌گیری و سپس ضریب شکل درختان محاسبه شد (زبیری، ۱۳۷۳).

(۱) (دید پایین) - (دید بالا) = ارتفاع هر محل از تنه به متر

$$f = \frac{2}{3} \frac{h'_1}{h'} \quad (2)$$

که در آن، f: ضریب شکل، h': ارتفاع درخت (خوانده شده از فاصله افقی ناصحیح) و h'\_1: ارتفاع محلی از تنه است که

قطر آن نصف قطر برابر سینه (خوانده شده از فاصله افقی ناصحیح) است.

۴- بررسی زادآوری با بررسی کامل تمام سطح پلات و شمارش نونهال‌های موجود کاج بروسیا

در هر پلات ۲۲ درخت به صورت تصادفی (در جهت جنوب به شمال در هر ردیف به‌ازای هر سه درخت یک عدد) از نظر کیفی بررسی شده و شاخص‌های زیر برداشت شدند:

۱- تقارن تاجی در دو گروه از درختان با تاج متقارن و نامتقارن؛  
۲- چندشاخگی ساقه اصلی در سه گروه فرم میان‌رو یا یک شاخه سیلندریک، فرم دوشاخه و فرم چندشاخه؛  
۳- انحنای ساقه اصلی در چهار گروه بدون انحناء، انحناء در یک‌سوم ابتدایی، انحناء در یک‌سوم میانی و انحناء در ثلث انتهایی ارتفاع درخت؛

۴- وضعیت سلامت ساقه در دو گروه تنه سالم و ناسالم؛  
۵- وضعیت شاخه‌دوانی در دو گروه عادی و شدید (سوزنی‌برگان هر سال همزمان با رشد طولی یک حلقه شاخه‌ای ایجاد می‌کنند. اگر بین دو حلقه شاخه‌ای تولید نکرده باشند، شاخه‌دوانی عادی و در غیر این صورت شاخه‌دوانی شدید خواهد بود) (ردایی، ۱۳۸۱)؛

۶- شادابی تاج درختان در ۳ درجه که عبارتند از: درجه یک: درختانی با برگ‌های سبز و متراکم، به طوری که بیش از ۷۵ درصد طول تاج سبز باشد؛ درجه دو: درختانی با برگ‌های سبز و به نسبت متراکم، به طوری که بین ۵۰ تا ۷۵ درصد طول تاج سبز باشد درجه سه: درختانی با برگ‌های سبز کم‌رنگ و تراکم متوسط تا کم، به طوری که کمتر از ۵۰ درصد طول تاج سبز باشد (طبری و همکاران، ۱۳۸۳).

با توجه به عدم بروز هرس طبیعی در توده و شاخه‌زایی شدید درختان از محل یقه که سبب برابر شدن ارتفاع تاج و ارتفاع درخت می‌شود، از اندازه‌گیری ارتفاع تاج خودداری شد. داده‌های قطر برابر سینه در طبقات یک سانتی‌متری و داده‌های ارتفاع در طبقات نیم متری مرتب شدند. محاسبات مشخصه‌هایی مانند متوسط قطر، متوسط ارتفاع، ضریب قدکشیدگی، متوسط رویش قطری و ارتفاعی سالیانه بر حسب سن با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام گرفت و برای محاسبه ارتفاع غالب از روش ویز<sup>۱</sup> (نمیرانیان، ۱۳۸۵)

### نتایج

#### - ساختار قطری و ارتفاعی

بررسی توزیع درختان در طبقات قطر و ارتفاع نشان می‌دهد که هر دو توزیع متمایل به نرمال است و نما و میانه در طبقه میانگین قرار گرفته‌اند. در عین حال ضریب چولگی  $0/277$  و  $0/07$  - به ترتیب برای توزیع‌های قطری و ارتفاعی نشان از چولگی اندک این دو توزیع به سمت‌های راست و چپ دارد. در جدول ۲ برخی آماره‌های توصیفی قطر برابر سینه و ارتفاع آورده شده است. با استفاده از میانگین قطر و ارتفاع به دست آمده، مقدار رویش متوسط سالیانه قطر برابر سینه بر حسب سن،  $0/85$  سانتی‌متر و مقدار رویش متوسط سالیانه ارتفاع بر حسب سن،  $0/47$  متر برآورد شد.

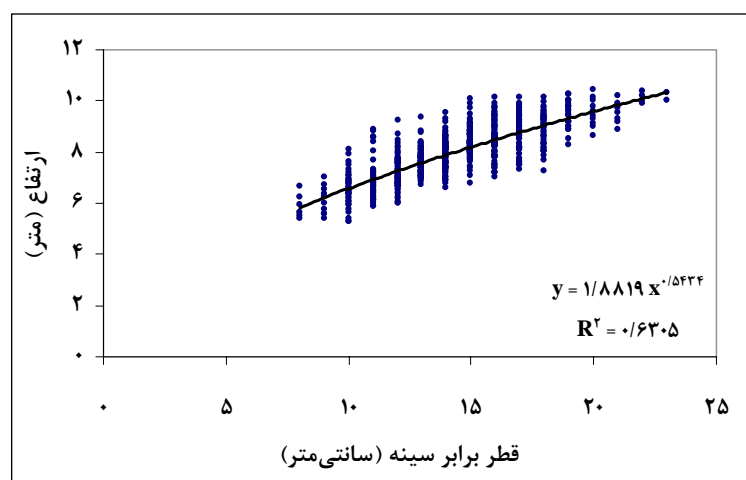
استفاده شد. به منظور بررسی همبستگی قطر و ارتفاع و ضریب قد کشیدگی و همچنین قطر و ضریب شکل با استفاده از نرم‌افزار SPSS روابط رگرسیونی میان متغیرها آزمون شد. در نهایت با استفاده از روابط رگرسیونی موجود، مقادیر ارتفاع و ضریب شکل متناظر برای هر طبقه قطری محاسبه شد. محاسبات حجم هر طبقه قطری، متوسط حجم، متوسط موجودی در هکتار و متوسط رویش حجمی سالیانه بر حسب سن با نرم‌افزار Excel انجام گرفت و در نهایت براساس اطلاعات به دست آمده جدول محصول کاج بروسیا در ۱۷ سالگی ترسیم شد.

جدول ۲- آماره‌های توزیع‌های قطر برابر سینه و ارتفاع

متغیر	تعداد کل درختان آماربرداری شده	حداقل	حداکثر	میانگین	میانه	نما	انحراف معیار	خطا	ضریب چولگی	ضریب پخی
قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	۴۲۰۰	۸	۲۳	۱۴/۴	۱۴	۱۴	۲/۳۵۸	۰/۰۳۶	۰/۲۷۷	۰/۲۸۰
ارتفاع (متر)	۷۵۷	۵/۵	۱۰/۵	۸/۰۲	۸	۸	۰/۹۷	۰/۰۳۵	-۰/۰۷	-۰/۱۰۲

قطر بر حسب ارتفاع در شکل ۲ و جدول آنالیز واریانس رگرسیون در جدول ۳ نشان داده شده‌اند.

بررسی رابطه قطر و ارتفاع درختان آماربرداری شده نشان می‌دهد که بین آنها همبستگی مثبت ( $R=0/794$ ) وجود دارد و به احتمال ۹۹ درصد ( $F=0/0001289$  و  $df=1$ ) رابطه قطر و ارتفاع درختان معنی‌دار است. منحنی برازش



شکل ۲- رابطه قطر برابر سینه و ارتفاع

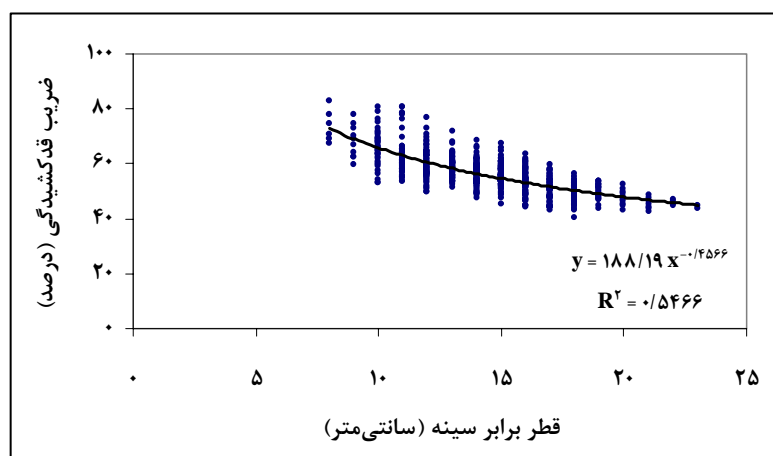
جدول ۳- تجزیه واریانس منحنی برازش ارتفاع بر حسب قطر برابر سینه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۱	۷/۴۴۴	۷/۴۴۴	۰/۰۰۰۱۲۸۹	۰/۰۰۰**
خطا	۷۵۵	۴/۳۶۱	۰/۰۰۶		
کل	۷۵۶	۱۱/۸۰۵			

\*\* معنی دار در سطح ۰/۰۱

- ضریب قد کشیدگی متوسط ضریب قد کشیدگی درختان آمار برداری شده، ۵۶/۳۸ به دست آمد. رابطه قطر برابر سینه و ضریب قد کشیدگی منفی و قوی است ( $R=0/739$ ) و افزایش قطر درخت سبب افزایش پایداری آن در مقابل باد و برف می شود (شکل ۳). جدول آنالیز واریانس رگرسیون نشان می دهد که رابطه قطر برابر سینه و ضریب شکل به احتمال ۹۹ درصد ( $F=910/077$  و  $df=1$ ) معنی دار است (جدول ۴).

درخت سبب افزایش پایداری آن در مقابل باد و برف می شود (شکل ۳). جدول آنالیز واریانس رگرسیون نشان می دهد که رابطه قطر برابر سینه و ضریب شکل به احتمال ۹۹ درصد ( $F=910/077$  و  $df=1$ ) معنی دار است (جدول ۴).



شکل ۳- رابطه قطر برابر سینه و ضریب قد کشیدگی

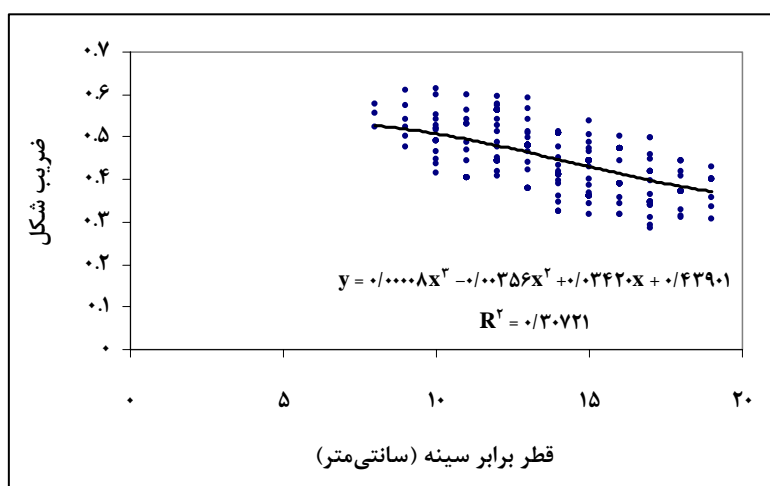
جدول ۴- تجزیه واریانس منحنی برازش ضریب قد کشیدگی بر حسب قطر برابر سینه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig.
رگرسیون	۱	۵/۲۵۷	۵/۲۵۷	۹۱۰/۰۷۷	۰/۰۰۰**
خطا	۷۵۵	۴/۳۶۱	۰/۰۰۶		
کل	۷۵۶	۹/۶۱۸			

\*\* معنی دار در سطح ۰/۰۱

- ضریب شکل در محاسبه حجم درخت گذشته از قطر برابر سینه و ارتفاع، ضریب شکل درختان نیز ضروری است. با استفاده از رلاسکوپ بیتریلیخ متوسط ضریب شکل کاج بروسیا در منطقه مورد بررسی ۰/۴۵ برآورد شد. بررسی رابطه قطر برابر سینه و ضریب شکل (شکل ۴) نشان دهنده وجود رابطه ضعیف منفی ( $R=0/554$ ) بین این دو شاخص است. رابطه قطر برابر سینه و ضریب شکل به احتمال ۹۹ درصد ( $F=90/166$  و  $df=2$ ) معنی دار بوده و افزایش قطر برابر سینه درخت سبب بیشتر مخروطی شدن آن و کاهش ضریب شکل شده است (جدول ۵).

رابطه ضعیف منفی ( $R=0/554$ ) بین این دو شاخص است. رابطه قطر برابر سینه و ضریب شکل به احتمال ۹۹ درصد ( $F=90/166$  و  $df=2$ ) معنی دار بوده و افزایش قطر برابر سینه درخت سبب بیشتر مخروطی شدن آن و کاهش ضریب شکل شده است (جدول ۵).



شکل ۴- رابطه بین قطر برابر سینه و ضریب شکل

جدول ۵- تجزیه واریانس منحنی برازش ضریب شکل برحسب قطر برابر سینه

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	Sig
رگرسیون	۲	۰/۵۳۰	۰/۲۶۵	۹۰/۱۶۶	۰/۰۰۰**
خطا	۴۰۸	۱/۱۹۹	۰/۳۰۰		
کل	۴۱۰	۱/۷۲۹			

\*\* معنی دار در سطح ۰/۰۱

- حجم

با استفاده از روابط رگرسیونی موجود بین قطر برابر سینه و ارتفاع و قطر برابر سینه و ضریب شکل و محاسبه ارتفاع و ضریب شکل متناظر هر طبقه قطری، جدول حجم یک عامله کاج بروسیا تهیه شد. همچنین با اجرای محاسبات موجودی سرپای کاج بروسیا مشخص شد که

کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه دارای حجم سرپای ۹۵/۴۴۹ مترمکعب در هکتار و رویش متوسط سالیانه حجمی ۵/۶۱۸ مترمکعب در هکتار است. طبقات قطری ۱۴ و ۸ سانتی متر به ترتیب بیشترین و کمترین سهم را از موجودی سرپای کاج بروسیا در اختیار دارند (جدول ۶).

جدول ۶- موجودی سرپای کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه

قطر برابر سینه (سانتی متر)	تعداد در پلات	تعداد در هکتار	رویه زمینی در هکتار (مترمربع)	حجم در هکتار (مترمکعب)	تولید سالانه در هکتار (مترمکعب)	درصد حجم در هکتار
۸	۰/۲۴	۵/۹۵	۰/۰۳	۰/۰۹۲	۰/۰۰۵	۰/۱
۹	۰/۴۳	۱۰/۷۱	۰/۰۶۸	۰/۲۱۹	۰/۰۱۳	۰/۲۳
۱۰	۲/۲۱	۵۵/۱۶	۰/۴۳۳	۱/۴۳۸	۰/۰۸۵	۱/۵۱
۱۱	۳/۹۲	۹۸/۰۲	۰/۹۳۱	۳/۱۶۶	۰/۱۸۶	۳/۳۱
۱۲	۶/۲۴	۱۵۵/۹۵	۱/۷۶۳	۶/۰۸۱	۰/۳۵۸	۶/۳۷
۱۳	۹/۹۴	۲۴۸/۴۱	۳/۲۹۶	۱۱/۴۴۱	۰/۶۷۳	۱۱/۹۸

ادامه جدول ۶- موجودی سرپای کاج بروسیا در منطقه مورد مطالعه

۱۷/۸۶	۱/۰۰۳	۱۷/۰۵۹	۴/۹۱۵	۳۱۹/۴۴	۱۲/۷۸	۱۴
۱۷/۲۲	۰/۹۶۸	۱۶/۴۴۹	۴/۷۶۶	۲۶۹/۸۴	۱۰/۷۹	۱۵
۱۴/۵۳	۰/۸۱۶	۱۳/۸۷۲	۴/۰۵۹	۲۰۱/۹۸	۸/۰۸	۱۶
۱۱/۱۷	۰/۶۲۷	۱۰/۶۶۴	۳/۱۶۰	۱۳۹/۲۹	۵/۵۷	۱۷
۷/۱۱	۰/۳۹۹	۶/۷۸۶	۲/۰۳۹	۸۰/۱۶	۳/۲۱	۱۸
۴/۳۷	۰/۲۴۶	۴/۱۷۴	۱/۲۷۱	۴۴/۸۴	۱/۷۹	۱۹
۱/۹۹	۰/۱۱۲	۱/۹۰۳	۰/۵۸۶	۱۸/۶۵	۰/۷۵	۲۰
۱/۲۱	۰/۰۶۸	۱/۱۵۴	۰/۳۵۷	۱۰/۳۲	۰/۴۱	۲۱
۰/۷۱	۰/۰۴	۰/۶۸۲	۰/۲۱۱	۵/۵۵	۰/۲۲	۲۲
۰/۳۴	۰/۰۱۹	۰/۳۲۳	۰/۰۹۹	۲/۳۸	۰/۱	۲۳
۱۰۰	۵/۶۱۸	۹۵/۴۴۹	۲۷/۹۸۳	۱۶۶۷	۶۷	مجموع

## - ارتفاع غالب

به منظور تعیین ارتفاع غالب توده بر مبنای روش ویز درختانی که ارتفاعشان اندازه گیری 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. بنابراین متوسط ارتفاع ۱۵۲ درخت که قطورترین درختان اندازه گیری شده بودند محاسبه و ارتفاع غالب توده ۹/۰۷ متر تعیین شد.

## - زادآوری

در بررسی زادآوری در تمام قطعات نمونه علی رغم مناسب بودن تولید مخروط درختان، هیچ گونه زادآوری در عرصه مشاهده نشد، اما در جنگل گردشی های انجام گرفته نونهال های بذری کاج بروسیا در حاشیه جاده های دسترسی که خاک به هم خورده بود به وفور دیده می شد.

## - خصوصیات کیفی

بررسی خصوصیات کیفی کاج بروسیا در منطقه نشان داد که ۸۹/۵۷ درصد درختان تنه واحد (منوپودیک) دارند و ۱۰/۴۳ درصد دو شاخه اند، ۷۱/۵ درصد تاج متقارن و ۲۸/۵ درصد تاج نامتقارن دارند، ۹۶/۲۹ درصد دارای تنه سالم و ۳/۷۱ درصد دارای تنه آفت زده و صدمه دیده اند. از نظر شاقولی

بودن تنه، ۵۹/۶۴ درصد درختان تنه شاقولی و ۴۰/۳۶ درصد در تنه خود انحراف دارند که در این میان ۷۲/۵۷ درصد در یک سوم ابتدایی، ۱۹/۸۲ درصد در یک سوم میانی و ۷/۶۱ درصد در یک سوم پایانی انحنای دارند. همچنین ۸۷/۷ درصد درختان دارای تاج شاداب بوده و تاج ۱۲/۳ از درختان دارای شادابی متوسط و ضعیف است. وضعیت شاخه دوانی درختان کاج بروسیا در این مرحله سنی بسیار شدید است و بین دو حلقه تولید شاخه سالیانه، شاخه های فرعی زیادی به چشم می خورد. همان گونه که ذکر شد، به رغم خشکیدگی شاخه های تحتانی، هنوز هرس طبیعی در درختان صورت نگرفته است.

## بحث

بررسی رابطه قطر و ارتفاع، قطر و ضریب قد کشیدگی و قطر و ضریب شکل نشان می دهد که این روابط معنی دارند و افزایش قطر به ترتیب سبب افزایش ارتفاع، کاهش ضریب قد کشیدگی و کاهش ضریب شکل درختان می شود. متوسط ضریب قد کشیدگی برای توده مورد بررسی ۵۶/۸۳ درصد برآورد شد که این مقدار با نتیجه تحقیق ردایی (۱۳۸۱) در بررسی ضریب قد کشیدگی توده ۲۵ ساله کاج بروسیا در منطقه حسن آباد چالوس (۵۵ درصد)، مشابهت



ارتفاع غالب و ارتفاع متوسط (۹/۰۷ و ۸/۰۱۶ در مقابل ۱۰/۹۳ و ۸/۸۰ متر) کاهش چشمگیری دارد و افزایش رویش قطری، کاهش رویش ارتفاعی را جبران نکرده است، به طوری که حجم این گونه در رویشگاه‌های مرغوب کشور مبدأ ۱۱۲ مترمکعب در هکتار و رویش متوسط سالیانه حجمی ۶/۱۶ مترمکعب در هکتار است. این مقادیر در رویشگاه عرب‌داغ به ترتیب به ۹۵/۴۴۹ و ۵/۶۱۸ مترمکعب چوب سرپا در هکتار رسیده است که نشان از کاهش تولید این رویشگاه در مقایسه با رویشگاه‌های حاصلخیز آن در کشور مبدأ دارد. بررسی هیستوگرام توزیع ارتفاعی درختان و مقدار جزئی چولگی به چپ این هیستوگرام نیز مؤید این مطلب است که در این تراکم کاشت و تا این مرحله سنی، رقابت برای کسب نور بین درختان چندان شدید نبوده و سبب حذف پایه‌های زبون و کم‌قطر نشده است (زبیری، ۱۳۷۳). با توجه به اجرا نشدن هیچ‌گونه عملیات پرورشی در توده، به نظر می‌رسد می‌توان با انجام عملیات پرورشی و حذف پایه‌های زبون به منظور بهبود کیفیت چوب (دستمالچی، ۱۳۷۴؛ Guller, 2007) تا حدودی این مشکل را جبران و به پرورش حجم توده کمک کرد. پرورش جنگل‌های دست‌کاشت ضمن ایجاد شرایط مناسب‌تر برای درختان باقیمانده و افزایش رویش قطری و ارتفاعی آنها باعث افزایش پایداری درختان در برابر آسیب‌های طبیعی می‌شود (گرچی‌بحری و همتی، ۱۳۸۳). مطالعات تنک اولیه در توده هشت ساله کاج تدا در مدت ۲۰ سال نشان داد که رشد قطری ۵۱ درصد و رشد سطح مقطع برابر سینه ۲۹ درصد و به‌طور میانگین قطر تاج درختان تنک‌شده تا ۷۸ سانتی‌متر بیشتر از تیمار کنترل است و در مجموع با افزایش اندازه تاج و افزایش فعالیت فیزیولوژیکی گیاه در بخش‌های پایین تاج و قرار گرفتن در معرض نور بیشتر، رشد فزونی می‌یابد (Ginn et al., 1991) به نقل از گرچی‌بحری و همکاران، ۱۳۸۶). در زمینه روش تنک کردن باید یادآور شد که اصولاً اشکوب‌بندی در توده‌های همسال کاج و با فاصله کاشت ۲×۳ متر از حدود ۶ تا ۸ سالگی شروع می‌شود. با آغاز اشکوب‌بندی، رقابت نوری شدت می‌یابد و در نتیجه تعدادی از درختان به‌تدریج و طی سال‌های بعد در اشکوب چیره و تعدادی در اشکوب

دارد و نشان‌دهنده پایداری مناسب توده در مقابل بادافتادگی است.

آنالیز کیفی درختان نشان می‌دهد که هرس طبیعی تا این مرحله از سن درختان توده انجام نگرفته است. همچنین درصد زیاد درختان دارای تاج نامتقارن و درختان دارای انحنای به‌ویژه انحنای در یک‌سوم پایینی درخت نشان‌دهنده خمیدگی نهال‌ها در سنین کم به علت وزش باد و سنگینی برف است که استفاده از قیم مناسب هنگام کاشت نهال، این خسارت را به حداقل خواهد رساند. طی بازدید مستقیم پایه‌ها مشاهده شد که جانورانی مانند تشی و گراز به برخی از پایه‌ها خسارت زده‌اند، اما در مورد بیماری‌ها و آفت‌های خاص این گونه در منطقه به تحقیقات بیشتری نیاز است. همان‌طور که گفته شد در بررسی پلات‌ها به منظور شناخت زادآوری، سطح تمام پلات‌ها بازدید شده و هیچ‌گونه زادآوری، چه ناشی از بذر و چه ناشی از جست، در قطعات نمونه مشاهده نشده است. اما نونهال‌های بذری کاج بروسیا در حاشیه جاده‌های دسترسی که خاک به‌هم‌خورده بود به‌وفور دیده می‌شد که این خود نشان می‌دهد خاک منطقه به‌صورت بالقوه توانایی حمایت از زادآوری بروسیا را دارد و عدم زادآوری در منطقه ممکن است دلایلی همچون عدم تجزیه هوموس و تکامل خاک به علت سن کم توده و چرای دام‌های روستاییان داشته باشد. در این زمینه می‌توان با محصور کردن توده‌های جنگلکاری‌شده و اجرای عملیات پرورشی و خراش سطحی خاک، علاوه بر کمک به افزایش ارزش اقتصادی چوب این گونه، به نفوذ نور در توده و تسریع تجزیه هوموس کمک کرد.

در نهایت باتوجه به مقادیر به‌دست‌آمده برای میانگین قطر برابر سینه، ارتفاع غالب، متوسط ارتفاع، سطح مقطع برابر سینه در هکتار، حجم در هکتار و متوسط تولید سالیانه در هکتار و مقایسه این مقادیر با جداول محصول جنگلکاری‌های کاج بروسیا در ترکیه با سن ۱۷ سال و تراکم کاشت ۲×۳ نشان می‌دهد که با وجود رشد قطری بیشتر (۱۴/۰۴۳ سانتی‌متر در برابر ۱۳/۷ سانتی‌متر) و مقدار بیشتر سطح مقطع در هکتار (۲۷/۹۸۳ مترمربع در مقابل ۲۴ مترمربع) رویشگاه عرب‌داغ در مقایسه با رویشگاه‌های حاصلخیز این گونه در کشور مبدأ، مقدار

### منابع

- میانی و پایین قرار می‌گیرند. پیشنهاد می‌شود که اولین تنک کردن بر روی درختان نامرغوب و مغلوب و کم‌قطر و احتمالاً شکسته و دوشاخه و خمیده در اشکوب پایین و میانی صورت گیرد و سپس در چرخش‌های بعدی که امکان انتخاب درختان مثبت در اشکوب بالایی فراهم می‌شود، عملیات تنک در اشکوب میانی و بالا متمرکز شود و با ایجاد فضای رویش برای درختان برگزیده، امکان و شرایط برای حداکثر رویش قطری و تاجی و ارتفاعی درختان فراهم آید تا در مدت اجرای عملیات پرورشی، درصد درختان درجه یک افزوده شود و در مجموع کیفیت تنه و تاج درختان بهبود یافته و ارزش و قیمت محصول چوبی افزایش یابد. (گرچی بحری و همکاران، ۱۳۸۶).
- به‌طور کلی می‌توان گفت وجود منطقه‌ای در محدوده پراکنش طبیعی کاج بروسیا از نظر عرض جغرافیایی با متوسط بارندگی سالیانه بالای ۵۰۰ میلی‌متر و بیش از ۲۰۰ میلی‌متر طی فصل رشد و متوسط دمای سالیانه بیش از ۱۷ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی فراتر از ۷۰ درصد و اقلیمی مشابه اقلیم مدیترانه‌ای، مهم‌ترین وجه تمایز منطقه عرب‌داغ از رویشگاه‌های طبیعی این گونه، وجود رسوبات بادرفتی لس به‌عنوان خاک مادری است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در صورت وجود شرایط اقلیمی مناسب، رسوبات لسی را می‌توان به‌عنوان رویشگاه مناسبی برای کاشت و پرورش گونه کاج بروسیا، چه از نظر تجارت چوب و چه از نظر اهداف دیگری مانند جلوگیری از فرسایش و حفظ خاک و زیبایی منظر مورد توجه قرار داد. بنا به شیوه‌نامه F.A.O. (Erkan, 2003) گونه 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 گونه کاج بروسیا در رویشگاه‌های طبیعی خود در ۳۰ سالگی به تولید متوسط سالیانه ۱۰/۵ مترمکعب در هکتار می‌رسد، به‌عنوان گونه تندرشد معرفی شده است. بنا به این تعریف اجرای تحقیقی مشابه در منطقه عرب‌داغ قبل از پایان ۳۰ سالگی گونه به‌منظور تصمیم‌گیری در مورد تندرشد بودن گونه در منطقه مورد بررسی و همچنین تعیین ضریب سیلو و دستیابی به سال بهره‌برداری این گونه ضروری به‌نظر می‌رسد.
- الماسی، عباس، ۱۳۸۳. شناسایی کانی‌های رسی موجود در رسوبات لسی و پارینه خاک‌های منطقه قپان استان گلستان و بررسی چگونگی تشکیل آنها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده علوم زراعی، ۱۱۳ ص.
- بی‌نام، ۱۳۶۸. کتابچه طرح جنگلکاری عرب‌داغ، اداره کل منابع طبیعی و آبخیزداری استان گلستان، ۵۸ ص.
- بی‌نام، ۱۳۸۹. آمار ده‌ساله ایستگاه کلیماتولوژی قپان، سازمان هواشناسی ایران، [www.irimo.ir](http://www.irimo.ir)
- پوربابایی، حسن و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۷۲. بررسی و تعیین مناسب‌ترین ابعاد شبکه آماربرداری و سطح قطعه نمونه در جنگل‌های دست‌کاشت (کاج تدا)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۰۳ ص.
- حمزه‌پور، مجتبی و محمدرضا نگهدار صابر، ۱۳۸۰. نتایج آزمایش گونه‌های مختلف پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در استان فارس (کامفیروز)، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۵۹: ۱۶۱-۱۲۵.
- دستمالچی، محمود (مترجم)، ۱۳۷۴. کاج بروسیا، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۳۰، ۱۳۹ ص.
- دستمالچی، محمود، ۱۳۷۶. تحقیقات سازگاری گونه‌های غیر بومی در استان گیلان، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۶۸، ۱۶۸ ص.
- دستمالچی، محمود، سیروس قیسی و خسرو ثاقب‌طالبی، ۱۳۷۷. بررسی آزمایش‌های سازگاری گونه‌های غیر بومی و پیشاهنگ درختی در استان آذربایجان غربی، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۲۰۳: ۶۸-۱.
- ردایی، امید، ۱۳۸۱. بررسی کمی و کیفی و میزان موفقیت کاج بروسیا در منطقه حسن‌آباد چالوس، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده جنگلداری، ۱۰۲ ص.
- زارع، حبیب، ۱۳۸۰. گونه‌های غیر بومی سوزنی‌برگ ایران، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۴۹۳ ص.

محمدنژاد کیاسری، شیرزاد، محمود دستمالچی، سیدعلیرضا موسوی و بهنوش جعفری، ۱۳۸۲. نتایج اولیه (دهساله) طرح سازگاری سوزنی‌برگان در منطقه ارتفاعی پایین‌بند جنگل‌های نکا (کوهسارکنده)، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۱(۳): ۴۴۶-۴۱۱.

نمیرانیان، منوچهر، ۱۳۸۵. اندازه‌گیری درخت و زیست‌سنجی جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۸۰۰، ۵۷۴ ص.

همتی، احمد، ۱۳۷۶. نتایج آزمایش‌های سازگاری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در شرایط دیم استان لرستان، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۷۳، ۸۸ ص.

Erkan, N., 1996. Stand simulation for *Pinus brutia* Ten. Southeastern Anatolia Forestry Research Center, Technical Bulletin, No. 1: 102-148.

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, Ismir, Turkey, 9 pp.

Ginn, S.E., J.R. Seiler, B.H. Cazell & R.E. Kreh, 1991. Physiological and growth responses of eight year old loblolly pine stands to thinning. *Forest Science*, 37(4): 1030-1040.

Guller, B., 2007. The effects of thinning treatments on density, MOE, MOR and maximum crushing strength of *Pinus brutia* Ten. wood. *Annals of Forest Science*, 64: 467-475.

Usta, H., 1991. A study on the yield of *Pinus brutia* Ten. plantations. Turkish Forest Research Institute, Technical Bulletin, 219: 118-138.

زبیری، محمود، ۱۳۷۳. آماربرداری در جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۲۳۸، ۴۰۱ ص.

سردابی، حسین، ۱۳۷۷. بررسی سازگاری گونه‌های مختلف اکالیپتوس و کاج در مناطق ساحلی و کم‌ارتفاع شرق استان مازندران، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۹۳، ۱۳۳ ص.

طبری، مسعود، بهارک عبدالله‌زاده، خسرو ثاقب‌طالبی و محمود زبیری، ۱۳۸۳. تأثیر برخی عوامل محیطی روی بهبود ویژگی‌های کیفی کاج‌الدار در فضای سبز شهری تهران، مجله محیط‌شناسی، ۳۳: ۷۳-۶۸.

فتاحی، محمد، ۱۳۷۳. بررسی سوزنی‌برگان غیر بومی سازگار در استان کردستان، انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۱۰۹، ۵۴ ص.

کریمی‌دوست، اسداله، زیداله میرکاسمی و محمدتقی شاهمرادی، ۱۳۷۲. بررسی پارامترهای رویشی جنگل‌های دست‌کاشت سوزنی‌برگ در منطقه گرگان و گنبد با استفاده از روش قطع و آنالیز تنه، گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۷۸ ص.

گرچی‌بحری، یوسف و ارسلان همتی، ۱۳۸۳. نتایج تأثیر عملیات پرورشی در جنگل‌های دست‌کاشت کاج تدا و توسکای بیلاقی در ناحیه جلگه‌ای شمال ایران، پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۶۳: ۱۰-۲.

گرچی‌بحری، یوسف، ارسلان همتی و رضا مهدوی، ۱۳۸۶. اثر تنک کردن ملایم و شدید در توده‌های دست‌کاشت کاج تدا در گیلان، فصلنامه تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵(۳): ۲۳۳-۲۱۷.

**Study on growth performance of Turkish pine  
(Case study: Arabdagh afforestation plan, Golestan province)**

**M.H. Sadeghzadeh Hallaj<sup>\*1</sup> and A.A. Rostaghi<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests and Rangelands, I. R. Iran

<sup>2</sup>Forest Expert, Birjand Office of Natural Resources and Watershed Management, I. R. Iran

(Received: 24 August 2010, Accepted: 9 July 2011)

**Abstract**

This research was carried out in parcel 15 of the first district of Arabdagh afforestation plan to study the growth performance of 17- year old Turkish pine (*Pinus brutia* Ten.) plantations (ca. 63 ha and 2×3 m spacing). Sixty three sample plots were selected as random-systematic design. Within each plots, DBH, Total Height (TH), form factor, natural regeneration, stem form, crown vitality, stem health, mode of branching, stem straightness and crown symmetry were recorded. Computation of Dominant Height (DH), mean height and DBH, Basal Area (BA), height/DBH ratio, Total Volume (TV) and Mean Annual Increment of Volume (MAIV) and analysis of variable correlations were performed. Results showed that Arabdagh plantation had greater DBH and BA (14 vs. 13.7 cm and 27/983 vs. 24 m<sup>2</sup>/ha respectively) and less DH, mean height, TV and MIAV than the good sites of Turkish pine plantations in the country of origin with same age and plantation density which generally located between good and medium site conditions for Turkish pine plantation. Therefore regions with same ecological conditions can be considered as suitable sites for Turkish pine plantation.

**Key words:** *Pinus brutia* Ten., Plantation, Plantation density, Site index.