

اثر تغییرات ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات کمی و کیفی و زیست محیطی توده جنگل کاری کاج بروسیا

اصغر فلاح^{۱*}

Fallaha2007@yahoo.com

یحیی کوچ^۲

علی اکبر رستاقی^۳

تاریخ پذیرش: ۸۸/۸/۹

تاریخ دریافت: ۸۸/۱/۱۵

چکیده

زمینه و هدف: جهت بررسی کمی و کیفی کاج بروسیا، جنگل کاری منطقه قیان با مساحت ۲۳۲ هکتار مورد بررسی قرار گرفت. روش بررسی: به همین منظور در سه طبقه ارتفاعی از سطح دریا (۴۰۰-۶۰۰، ۶۰۰-۸۰۰ و ۸۰۰-۶۰۰ متر) به روش تصادفی سیستماتیک اقدام به برداشت پلات‌های ۴۰۰ مترمربعی گردید (تعداد ۳۰ قطعه نمونه در هر طبقه ارتفاعی). در داخل هر یک از قطعات نمونه مورد بررسی، برخی خصوصیات کمی و کیفی درختان ثبت شد. همچنین به منظور بررسی خصوصیات خاک توده نیز در هر یک از طبقات ارتفاعی سه پروفیل خاک در افق‌های A و B حفر گردید و در محیط آزمایشگاه اندازه‌گیری و در تجزیه و تحلیل به کار گرفته شد. یافته‌ها: نتایج این تحقیق نشان داد که ساختار قطری و ارتفاعی توده در هر سه پایگاه از توزیع متمایل به نرمال پیروی می‌کند. پایگاه بالایی (۸۰۰ - ۶۰۰ متر) مقدار حجم در هکتار بیش‌تری را نسبت به دو پایگاه دیگر نشان داده است. از طرفی معلوم گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد شاقولی بودن، تنه بدون شاخه، شادابی تاج، افزایش و درصد درختان با تاج متقارن و انحناء تنه اصلی کاهش می‌یابد، در حالی که درصد چند شاخگی و سلامت تنه تغییرات منظمی را در ارتباط با افزایش ارتفاع نشان نداده است. مطالعات خاک-شناسی نیز تفاوت‌های معنی‌داری را در ارتباط با پایگاه‌های مختلف نشان نداده است. بحث و نتیجه‌گیری: نتیجه کلی این که بهترین توده‌های کاج بروسیا هم از لحاظ کیفیت و هم از لحاظ کمیت در منطقه مورد مطالعه در ارتفاعات بالا قابل مشاهده هستند.

واژه‌های کلیدی: کاج بروسیا، ارتفاع از سطح دریا، خاک، خصوصیات کمی و کیفی توده

۱- دانشیار گروه جنگل داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری* (مسوول مکاتبات).

۲- استادیار گروه جنگل داری، دانشگاه تربیت مدرس.

۳- دانش آموخته کارشناسی ارشد جنگل داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

Effect of Altitude Changes on Quantitative and Qualitative Characteristics and Environmental Afforestation Stand of *Pinus Brutia* Ten

Asghar Fallah¹

Fallaha2007@yahoo.com

Yahya Kooch²

Ali Akbar Rostaghi³

Abstract

Background and Objective: Afforestation stand of Ghapan region (with 232 ha⁻¹ area) was selected for investigation of quantitative and qualitative characteristics of *Pinus brutia* ten.

Method: Three altitude classes (200-400, 400-600 and 600-800m) were classified and number of 30 sample plots (with 400m² area) were selected by using of random – systematically method in every classes. Some of quantitative and qualitative characteristics were recorded in every sample plots. Also, three soil profiles (*A* and *B* horizons) were excavated in every three altitude classes for investigation of soil properties.

Findings: Results of this research showed that mean D.B.H and height was similar to normal distribution. Volume of high class (600-800m) was estimated more than the other two classes. Qualitative characteristics showed that plummet of stem, stem without branch, fresh of crown were climbing as crown symmetry and stem curvature were reducing with increase of altitude. Multi branch and stem healthy don't show regular changes in relation to altitude changes. Soil studies showed no significant different in relation with altitude changes.

Discussion and Conclusion: The final result shows that *pinus brutia* ten stands with the best quality and quantity and it is visible in high altitudes.

Key words: *Pinus brutia* Ten, Altitude, Soil, Quantitative and Qualitative Characteristics of Stand

1-Associate Professor, Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Srai University, Iran,*(Corresponding Author).

2- Assistant Professor, Dept. of Forestry, Tarbiat Modarres University

3- M.Sc., Dept. of Forestry, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Srai University, Iran

مقدمه

در ایران اگرچه هنوز این مسأله به ظاهر همانند اروپا چندان ملموس به نظر نمی‌آید ولی از آن جایی که مصرف چوب و کاغذ روز به روز افزایش می‌یابد و در سال‌های اخیر به میزان قابل توجهی بالا رفته است و کمبود چوب به خصوص سوزنی برگان در ایران به خوبی احساس می‌گردد، لذا باید به فکر جنگل‌کاری با گونه‌های سوزنی برگ در شمال بود و به سطح این جنگل‌کاری‌ها افزود (۵). اهمیت اقتصادی سوزنی‌برگان به حدی است که در غالب کشورهای در حال توسعه انستیتوهای مجهز و معتبری جهت تحقیق در نحوه کشت و توسعه آن‌ها تاسیس گردیده است که در نتیجه فعالیت‌های آن‌ها جنگل-کاری‌هایی از گونه‌های مختلف سوزنی‌برگ به وجود آمده و روز به روز بر اهمیت این کار و وسعت عمل آن افزوده می‌گردد (۷ و ۸).

بنابراین جنگل‌کاری با گونه‌های سوزنی‌برگ با توجه به نیاز فراوان به تولید چوب توسط گونه‌های سریع‌الرشد بسیار مهم تلقی می‌گردد (۹). از این رو یافتن بهترین شرایط رویشی به خصوص از نظر ارتفاعی حایز اهمیت است. به همین دلیل در این بررسی جنگل‌کاری کاج بروسیا در منطقه قپان از نظر کمی و کیفی در سه کلاسه ارتفاعی مختلف از سطح دریا مورد بررسی قرار خواهد گرفت. تحقیق حاضر به منظور دستیابی به میزان تولید کاج بروسیا، دستیابی به وضعیت کمی و کیفی و نیز دستیابی به میزان موفقیت این گونه در عرصه مورد نظر انجام شده است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

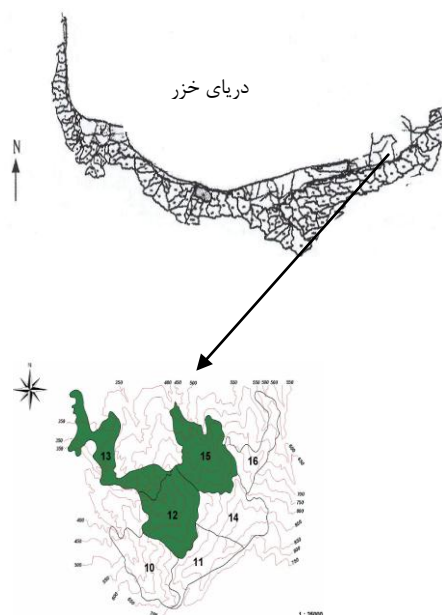
عرصه جنگل‌کاری، در دامنه‌های رشته کوه عرب داغ منطقه قپان، حدوداً در ۴۰ کیلومتری شمال شرقی شهر کلاله واقع شده است که طول جغرافیایی آن از $47^{\circ} 55'$ الی $37^{\circ} 55'$ و عرض جغرافیایی آن از $37^{\circ} 36'$ الی $37^{\circ} 32'$ می‌باشد. توده‌های کاج بروسیا با مساحت ۲۳۲ هکتار از ارتفاع ۲۵۰ متری شروع و تا ارتفاع ۸۵۰ ادامه می‌یابد (شکل ۱). شیب

با توجه به خطرات طبیعی کاهش منابع طبیعی و هم‌چنین نیازهای اجتناب‌ناپذیر بشر، احیاء و تجدیدحیات منابع طبیعی تجدید شونده باید به طور جدی مد نظر قرار گرفته و حتی المقدور سعی شود که احیاء و توسعه منابع مبتنی بر در نظر گرفتن مدل طبیعی سیستم‌های حیاتی و منطبق بر تغییرات و جنبه‌های اکولوژیک، فیزیولوژیک و غیره باشد (۱، ۲ و ۳). با توجه به شرایط آب و هوایی کشور که حدود ۴/۵ درصد آن را مناطق خشک و نیمه‌خشک تشکیل می‌دهد (۴) و با توجه به سرعت نابودی جنگل‌های شمال و غرب کشور، مسأله جنگل-کاری از نظر حفاظت منابع آب و خاک کشور امری حیاتی است، چرا که نابودی منابع طبیعی، از میان رفتن اراضی کشاورزی و محیط زیست انسانی را به دنبال داشته و ما را در آینده با سرنوشت شومی رو به رو خواهد کرد (۵).

تحقیقاتی که در جنگل‌های شمال کشور به عمل آمده، نشان می‌دهند که سالانه ۰/۴ درصد از مساحت جنگل‌های شمال کاسته می‌گردد. اگر این کاهش هم‌چنان با همین ضریب ادامه یابد و به فرض این که این ضریب کاهش ثابت بماند، جنگل‌های شمال کشور واقع در دامنه شمالی البرز، در کم‌تر از ۲۵۰ سال دیگر از بین خواهد رفت (۶). لذا از هم اکنون باید در پی چاره‌جویی‌های جدی برآمد و هر چه سریع‌تر اقدامات لازم را برای جلوگیری از انهدام بیش‌تر جنگل‌ها و برای احیاء آن به عمل آورد. با توجه به افزایش روز افزون مصرف چوب در کشور و افزایش فشار بر روی جنگل‌های تجارتي باید در توسعه جنگل‌های موجود بیش از پیش کوشید. از طرف دیگر توسعه و پیشرفت صنعتی و نیاز روز افزون جهانی به چوب منجر به توسعه جنگل‌کاری با گونه‌های سوزنی برگ گردیده است (۱). گاهی برای جبران کمبود مواد چوبی توصیه می‌شود که زمین‌های زراعی فقیر را که مساعد برای کشاورزی نمی‌باشند به جنگل‌کاری اختصاص داد، تا بتوان سطح جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد از نوع سوزنی‌برگان را افزایش داد و این واقعیتی است که در اروپا به خوبی مشهود است (۱ و ۴).

حداقل دمای مطلق ۱۲ - درجه سانتی گراد اعلام شده است. متوسط بارندگی سالیانه منطقه ۵۵۰/۸ میلی متر می باشد. اقلیم رویش گاه نیز معتدل مرطوب با زمستان های خشک و سرد عنوان شده است (۱۰).

عرصه مورد مطالعه بین ۵ تا ۱۵ درصد متغیر می باشد. تیپ خاک قهوه ای جنگلی، عمیق تا بسیار عمیق تکامل یافته و با اسیدیته عمدتاً قلیایی بوده و متوسط درجه حرارت سالیانه منطقه ۱۷/۹ درجه سانتی گراد می باشد. حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۵ درجه سانتی گراد و مربوط به ماه خرداد و شهریور و



شکل ۱ - نقشه موقعیت منطقه مورد مطالعه

Fig 1- Map position of study area

روش بررسی

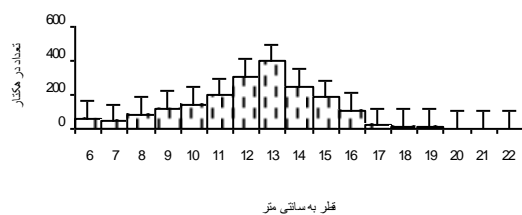
تاج ثبت گردید. از طرفی به منظور بررسی خصوصیات خاک توده نیز در هر یک از طبقات ارتفاعی سه پروفیل خاک در افق های *A* و *B* حفر گردید و برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن ها در محیط آزمایش گاه اندازه گیری و در تجزیه و تحلیل به کار گرفته شد. تجزیه و تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزارهای *SAS*، *SPSS*، و *EXCEL* صورت پذیرفت.

نتایج

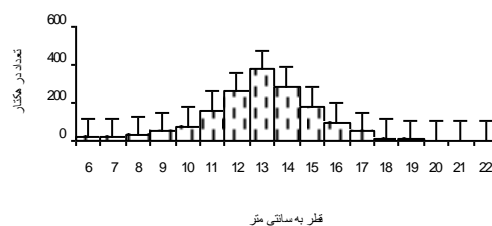
میانگین قطر برابر سینه: بررسی داده های حاصل از قطرهای اندازه گیری شده بیان گر این است که ساختار قطری توده در هر سه پایگاه از توزیع متمایل به نرمال پیروی می کند (شکل ۲). تجزیه و تحلیل آماری انجام شده نشان داد که بین میانگین ها در سطوح ۵٪ و ۱٪ اختلاف معنی داری وجود دارد (جدول ۱ و

بعد از تهیه نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ شبکه آماربرداری با ابعاد ۴×۴ میلی متری (۱۰۰×۱۰۰ متر در طبیعت) روی نقشه پیاده گردید و آماربرداری به روش تصادفی سیستماتیک در طبیعت انجام گرفت (۱۱). تعداد ۳۰ قطعه نمونه در هر کلاسه ارتفاعی از سطح دریا (۲۰۰-۴۰۰، ۴۰۰-۶۰۰ متری) برداشت شد. قطعات نمونه به شکل مربعی و با وسعت ۴۰۰ متر مربعی بوده و با توجه به فاصله کاشت جنگل کاری که ۲×۳ متری می باشد. به طور متوسط در هر قطعه نمونه به تعداد ۶۰-۷۰ اصله درخت مورد اندازه گیری از لحاظ کمی و کیفی قرار گرفت. در داخل هر یک از قطعات نمونه مورد بررسی، پراکنش درختان در طبقات قطری و ارتفاعی، حجم در هکتار، تقارن تاج، چندشاخگی، شاقولی بودن تنه اصلی، انحناء درختان، شاخه فرعی، سلامت تنه و شادابی

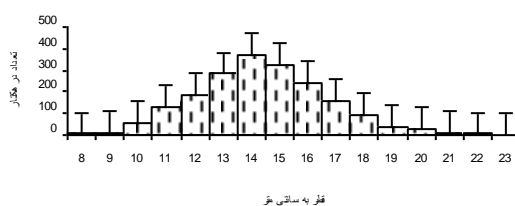
۲. هم‌چنین پایگاه بالایی نسبت به دو پایگاه دیگر شرایط مطلوب‌تری دارد.



(الف)



(ب)



(ج)

شکل ۲- پراکنش تعداد در طبقات قطری در پایگاه‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج)
Fig 2-Distribution in diameter classes of first (a), second (b) and third (c) altitudes

جدول ۱- آنالیز واریانس پارامترهای کمی

Table 1- ANOVA for quantitative parameters

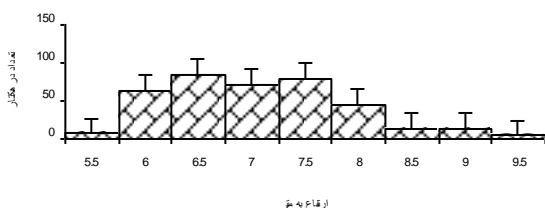
متغیرها	مجموع مربعات	درجه آزادی	F محاسبه شده	سطح معنی‌داری
مدل	قطر برابر سینه	۲	۴۰۰/۹۱۰	۰/۰۰
	ارتفاع درخت	۲	۱۴۹/۷۹۰	۰/۰۰
	حجم در هکتار	۲	۳۱۳۶/۳۹۰	۰/۰۰
خطا	قطر برابر سینه	۵۸۷۳	-	-
	ارتفاع درخت	۱۱۶۴	-	-
	حجم در هکتار	۴۸۹۸	-	-
کل	قطر برابر سینه	۵۸۷۵	-	-
	ارتفاع درخت	۱۱۶۶	-	-
	حجم در هکتار	۴۹۰۰	-	-

جدول ۲- آزمون دانکن برای پارامترهای کمی
Table 2-Duncan test for quantitative parameters

کلاس‌های ارتفاعی			متغیرها
-۸۰۰	-۶۰۰	-۴۰۰	
۶۰۰	۴۰۰	۲۰۰	قطر برابر سینه
۱۴/۴۶ a	۱۲/۹۶ b	۱۲/۴۰ c	ارتفاع درخت
۸/۰۲ a	۷/۲۲ b	۷/۰۶ c	حجم در هکتار
۰/۰۶ a	۰/۰۳ b	۰/۰۲ c	

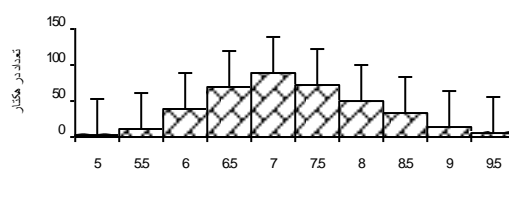
پایگاه دیگر شرایط مطلوب‌تری دارد. شکل (۴) منحنی ارتفاع درختان را در ارتفاعات مختلف از سطح دریا نشان می‌دهد. بررسی این نمودارها نشان می‌دهد که منحنی در ارتفاع ۸۰۰ - ۶۰۰ متری بالاتر از دو رویش‌گاه دیگر قرار دارد و این امر بیان‌گر وضعیت بهتر رویش‌گاهی این منطقه است.

میانگین ارتفاعی درختان: با توجه به این که جنگل هم‌سال می‌باشد. نمودار پراکنش درختان کم و بیش با منحنی نرمال مطابقت دارد (شکل ۳). تجزیه و تحلیل آماری انجام شده نشان داد که بین میانگین‌ها اختلاف معنی‌داری در سطوح ۵٪ و ۱٪ وجود دارد (جداول ۱ و ۲). از طرفی پایگاه بالایی نسبت به دو



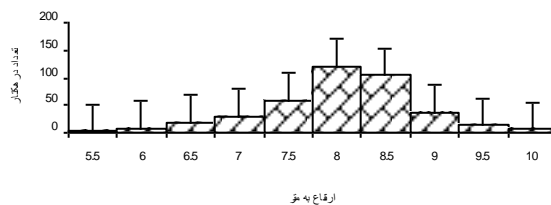
ارتفاع به متر

(الف)



ارتفاع به متر

(ب)

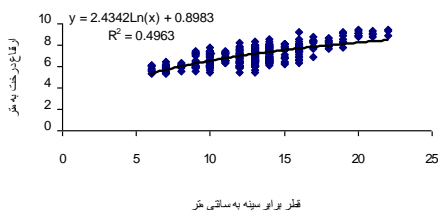


ارتفاع به متر

(ج)

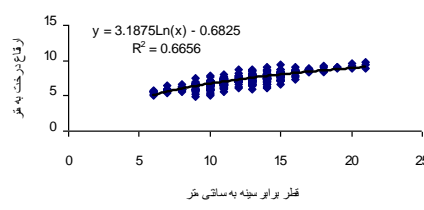
شکل ۳- پراکنش تعداد در طبقات ارتفاعی در پایگاه‌های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج)

Fig 3-Distribution in elevation classes of first (a), second (b) and third (c) altitudes



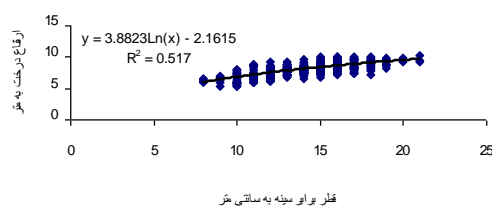
قطر تراو سینه به سانتی متر

(الف)



قطر تراو سینه به سانتی متر

(ب)

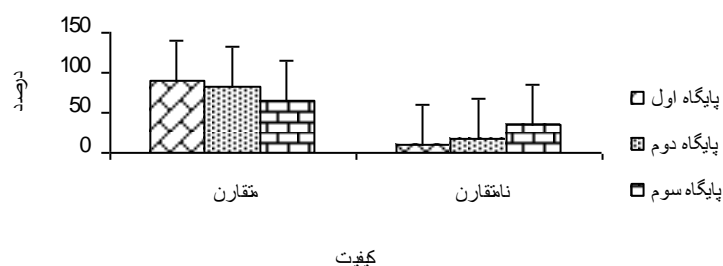


(ج)

شکل ۴- منحنی ارتفاع درختان در پایگاه های اول (الف)، دوم (ب) و سوم (ج)
Fig 4- Height curve of trees in first (a), second (b) and third (c) altitudes

تقارن تاج: در این تحقیق مشخص گردید که در منطقه مورد بررسی با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد درختان با تاج متقارن کاهش می یابد و این کاهش منظم و محسوس می باشد (شکل ۵) به طوری که حداقل درصد درختان متقارن در پایگاه بالایی (۶۵/۵٪) و حداکثر درختان با تاج متقارن در پایگاه پایینی (۸۹/۳٪) مشاهده شده است. آنالیز آماری انجام شده (جدول ۳) نشان می دهد که بین پایگاه ها از لحاظ تقارن تاج اختلاف معنی داری وجود دارد.

موجودی سریا (حجم در هکتار): با استفاده از اطلاعات مندرج در جداول توزیع فراوانی قطری و جداول حجم محلی (تاریف) موجودی در هکتار محاسبه گردید. نتایج نشان داد که حجم در هکتار در رابطه با ارتفاع از سطح دریا تغییراتی را نشان می دهد. به این صورت که پایگاه بالایی مقدار حجم در هکتار بیشتری نسبت به دو پایگاه دارد. آنالیز آماری انجام شده اختلاف معنی داری را در سطوح ۵٪ و ۱٪ نشان داد (جدول ۱ و ۲) که این اختلاف نشان می دهد که پایگاه بالایی بیشترین موجودی را نسبت به دو پایگاه دیگر دارد.



شکل ۵ - وضعیت تقارن تاج در پایگاه های مختلف
Fig 5- Situation of crown symmetry in different altitudes

جدول ۳- آنالیز واریانس پارامترهای کیفی
Table 3-ANOVA for qualitative parameters

سطح معنی داری	Z	W ویلکوکسون	U مان - ویتنی	متغیرها	پایگاه ها
۰/۰۰۰	۴/۰۲۹۶۹	۴۵۴۷۹۶/۵	۲۱۴۳۲۵/۵	تقارن تاج	پایینی و میانی
۰/۴۰۵	۰/۸۲۳	۴۵۳۵۱۸/۵	۲۲۸۷۳۳/۵	چندشاخگی	
۰/۰۰۰	۳/۵	۴۳۵۲۷۹/۵	۲۱۰۴۹۴/۵	شاقولی بودن تنه	
۰/۰۰۳	۲/۹۳۵	۴۳۸۰۹۴/۵	۲۱۳۳۰۹/۵	انحناء درختان	
۰/۳۷۵	۰/۸۸۷	۴۵۱۱۰۵	۲۲۶۳۲۰	شاخه فرعی	

۰/۰۰۳	۲/۹۷۷	۴۶۲۴۲۹/۵	۲۲۱۹۵۸/۵	سلامت تنه	پایینی و بالایی
۰/۱۲۰	۱/۵۵۵	۴۴۹۲۴۰/۵	۲۲۴۴۵۵/۵	شادابی تاج	
۰/۰۰۰	۱۰/۸۹۱	۴۱۸۱۲۸	۱۷۷۶۵۷	تقارن تاج	
۰/۵۵۵	۰/۵۹۰	۴۷۳۸۷۲/۵	۲۳۳۴۰۱/۵	چندشاخگی	
۰/۰۰۰	۳/۵۱۴	۴۴۶۱۷۵	۲۱۳۹۵۴	شاقولی بودن تنه	
۰/۰۰۱	۳/۲۰۱	۴۴۷۳۸۹/۵	۲۱۵۱۶۸/۵	انحناء درختان	
۰/۲۹	۲/۱۸۲	۴۵۱۷۱۰	۲۲۰۸۵۰	شاخه فرعی	
۰/۰۰۵	۲/۸۳۵	۴۶۶۴۷۷/۵	۲۲۶۰۰۶/۵	سلامت تنه	
۰/۰۰۰	۵/۲۸	۴۴۲۴۲۶	۲۱۰۸۸۶	شادابی تاج	
۰/۰۰۰	۷/۱۴۲	۴۱۲۸۹۷	۱۸۸۷۸۲	تقارن تاج	میانی و بالایی
۰/۱۱۶	۸/۵۷۳	۴۴۵۷۴۱/۵	۲۲۱۶۲۶/۵	چندشاخگی	
۰/۰۰۰	۵/۵۲	۴۲۷۰۲۵	۱۹۴۱۲۲	شاقولی بودن تنه	
۰/۰۰۰	۵/۱۵۳	۴۲۴۹۸۹/۵	۱۹۴۱۲۹/۵	انحناء درختان	
۰/۲۷۴	۱/۰۹۴	۴۵۳۰۰۰	۲۲۰۷۷۹	شاخه فرعی	
۰/۹۴۸	۰/۶۵	۴۵۱۶۶۰/۵	۲۲۷۵۴۵/۵	سلامت تنه	
۰/۰۰۰	۳/۶۶۵	۴۴۳۳۰۹/۵	۲۱۱۷۶۹/۵	شادابی تاج	

چندشاخگی: با توجه به نتایج بدست آمده مشاهده گردید که با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد درختان با تنه سیلندریک تغییرات منظمی ندارند به طوری که در پایگاه دوم به حداکثر

مقدار (۸۷/۷٪) و در پایگاه سوم به حداقل مقدار خود (۸/۶٪) رسید (شکل ۶). آزمون آماری انجام شده اختلاف معنی داری را بین پایگاه های مختلف نشان نداده است (جدول ۳).

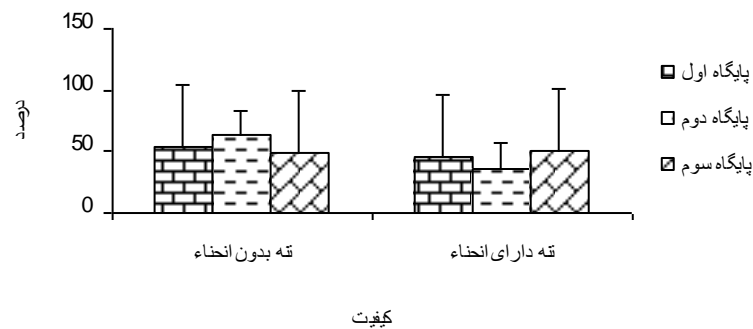


شکل ۶- وضعیت کیفی تنه از نظر تعداد شاخه در پایگاه های مختلف

Fig 6- Stem qualitative situation viewpoint number of branches in different altitudes

خود رسیده اند (شکل ۷). آزمون آماری صورت گرفته نیز اختلاف معنی داری را نشان داده است (جدول ۳).

شاقولی بودن تنه اصلی: نتایج به دست آمده در مورد شاقولی بودن تنه نشان داد که درختان در پایگاه بالایی به حداکثر مقدار (۶۳/۷٪) و در پایگاه پایینی به حداقل مقدار (۴۸/۷٪)



شکل ۷- وضعیت شاقولی بودن تنه اصلی در پایگاه های مختلف

Fig 7- Vertical situation of main stem in different altitudes

حداقل مقدار (۹/۴٪) می‌رسد و درختان با انحناء در ۱/۳ پایانی تنه اصلی اختلاف معنی‌داری بین پایگاه دوم و اول وجود ندارد ولی در پایگاه سوم به حداقل مقدار خود (۳/۶٪) می‌رسد. بنابراین به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که از لحاظ انحناء تنه اصلی، پایگاه سوم رویش‌گاه دارای شرایط نسبتاً مطلوبی می‌باشد. آزمون آماری انجام شده نیز تفاوت معنی‌داری بین پایگاه‌ها نشان داده است (جدول ۳).

انحناء درختان: هیستوگرام (۸) نشان می‌دهد که درختان بدون انحناء در تنه اصلی در پایگاه سوم به حداکثر مقدار (۶۳/۷٪) و در پایگاه دوم به حداقل مقدار (۴۸/۷٪) می‌رسد و در درختان با انحناء ۱/۳ اول تنه درخت در پایگاه دوم به حداکثر مقدار (۳۱/۱٪) و در پایگاه سوم به حداقل مقدار (۸/۱۹٪) می‌رسد و درختان با انحناء ۱/۳ دوم تنه درخت در پایگاه دوم و سوم اختلاف معنی‌داری ندارند و در پایگاه اول به



شکل ۸- وضعیت انحناء در تنه اصلی در پایگاه های مختلف

Fig 8-Curvature situation of main stem in different altitudes

چنین درصد درختان با بیش از چهار شاخه فرعی در ۱/۲ ارتفاع درخت در پایگاه بالایی به حداقل مقدار (۱۳/۷٪) می‌رسد (شکل ۹). آنالیز آماری صورت گرفته اختلاف معنی‌داری را نشان نمی‌دهد (جدول ۳).

شاخه فرعی: نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد درختان با تنه دارای شاخه فرعی در ۱/۲ ارتفاع تنه درخت کاهش می‌یابد و حداکثر درصد تنه بدون شاخه در پایگاه سوم بوده که به مقدار ۶۱/۲ درصد می‌رسد و اختلاف معنی‌داری بین پایگاه پایینی و میانی وجود ندارد و هم-

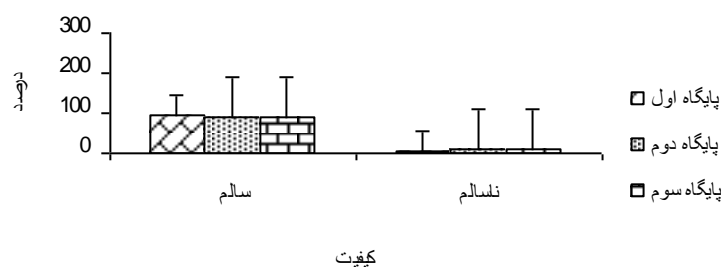


شکل ۹ - وضعیت درصد شاخه‌های فرعی در پایگاه‌های مختلف

Fig 9- Percent tributaries situation in different altitudes

اول ۹۴٪ و حداقل درصد درختان ۸۹/۶٪ می‌رسد و به طور کلی می‌توان گفت که درصد سلامت تنه اختلاف معنی‌داری را بین پایگاه‌ها نشان نمی‌دهد (جدول ۳).

سلامت تنه: نتایج به دست آمده نشان داد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا این پارامتر تغییرات منظمی را نشان نمی‌دهد (شکل ۱۰)، به طوری که حداکثر درصد سلامت تنه در پایگاه

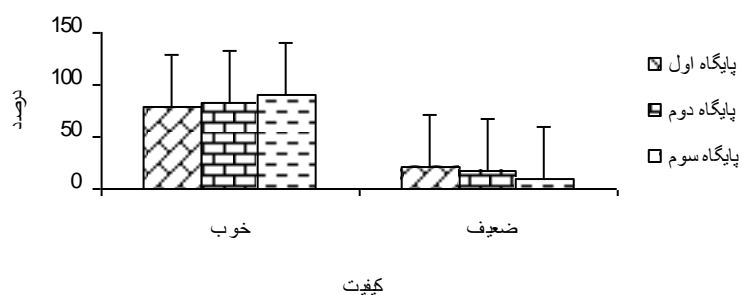


شکل ۱۰ - وضعیت سلامت تنه اصلی در پایگاه‌های مختلف

Fig 10- Healthy situation of main stem in different altitudes

شود (شکل ۱۱). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که درصد شادابی تاج بین پایگاه‌های مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بوده و درختان با ارتفاع از سطح دریا دارای تاجی شاداب‌تر می‌شوند (شکل ۱۱ و جدول ۳).

شادابی تاج: در این تحقیق مشخص شد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شادابی تاج افزایش می‌یابد، به طوری که بیش‌ترین درصد درختان با تاجی شاداب در پایگاه بالایی به ۸۹/۶٪ می‌رسد و حداقل آن در پایگاه پایینی (۹۷/۲٪) مشاهده می‌-



شکل ۱۱ - وضعیت شادابی تاج در پایگاه های مختلف

Fig 11- Situation of crown freshness in different altitudes

وجود ندارد اما بین کربن آلی، مواد آلی، ازت کل و بافت خاک در افق های مختلف اختلافات معنی داری مشاهده می گردد. سایر عوامل مورد بررسی در افق های خاک اختلاف معنی داری را با هم نشان نداده اند (جداول ۵، ۶ و ۷).

نتایج خاک شناسی: برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نیز در منطقه مورد مطالعه، مورد بررسی قرار گرفت (جدول ۴). نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که بین خصوصیات خاک در پایگاه های مختلف تفاوت های معنی داری

جدول ۴- میانگین برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در پارک‌های مختلف

Table 4- Mean some of soil physico-chemical properties in different altitudes

اسیدیته	رطوبت (درصد)	سیلت (درصد)	شن (درصد)	نسبت کربن به نیتروژن	ازت کل (درصد)	مواد آلی (درصد)	ماده قابل جذب (سیستم در حال حاضر)	ماده قابل جذب (سیستم در حال آینده)	عمق آبی (درصد)	عمق الکتریکی هدایت	رطوبت اشباع	عمق (سانتی متر)	الفها	طبقه ارتفاعی
۷۱۵۰	۳۷۱۵۰	۶۲۱۶	۱۲۱۵۰	۱۰۸۴	۰۱۲	۷۳۴	۵۳۳	۱۲۱۱	۱۹۲	۰۱۵۸	۴۸	۳۶	A	۲۰۰-۴۰۰
۷۲۴	۳۱۱۵۰	۶۲۱۴۰	۶۱۵۶	۱۰۳۴	۰۱۰	۲۱۴۰	۵۴۰	۱۵۰۲	۱۵۹	۰۳۴	۵۲/۵۳	۴۸	B	
۷۴۳	۳۰۱۶۶	۶۰۱۸۰	۹۱۱۳	۱۰۱۶۴	۰۱۲	۳۱۴۷	۴۱۶	۱۲/۸۶	۲۱۰۹	۰۱۵۳	۵۰/۸	۳۳	A	۴۰۰-۶۰۰
۷۱۶۳	۳۲۱۳۳	۶۱۱۷۰	۵۱۷۶	۱۰۱۵۰	۰۱۲	۲۱۵۷	۵۵۰	۱۴/۸۷	۱۵۱	۰۳۶	۵۲/۷۷	۷۰	B	
۷۲۴	۲۶	۶۲۱۴۶	۱۱۸۸۶	۱۰۱۷۸	۰۱۷	۳۱۳۳	۷۱۸۰	۱۲/۵۷	۱۹۷	۰۲۶	۵۱/۲۳	۵۳۳۳	A	۶۰۰-۸۰۰
۷۴۳	۳۲	۶۱۲۰	۵۱۳۳	۱۰۱۵۶	۰۱۴	۲۱۴۸	۳۱۸۶	۱۲/۶۰	۱۵۴	۰۱۵۳	۵۲/۱۷	۶۷	B	

جدول ۵- تجزیه واریانس داده‌های مشخصات فیزیکی و شیمیایی خاک

Table 5- ANOVA for soil physico-chemical properties

اسیدیته	رطوبت	سیلت	شن	نسبت کربن به نیتروژن	ازت کل	مواد آلی	ماده قابل جذب	ماده قابل جذب	آهن	کربن آلی	هدایت الکتریکی	رطوبت اشباع	عمق	درجه آزادی	منبع تغییرات
۰۰۴	۳۲۳۸	۱/۵۸	۷/۳۳	۰/۰۱	۰/۰۰۰۸	۰/۰۱	۱۲/۳۸	۰/۵۰	۰/۸۹	۰/۰۰۱	۵۴۷/۶۰	۱/۴۵	۴۷/۳۳	۲	بلوک (پارک‌ها)
۰/۰۰۰۸	۲۲/۶۹	۰/۰۳	۳۹/۳۳	۰/۰۳۵۶	۰/۰۰۳*	۱۳/۰**	۱۹/۹۱	۱/۰۶	۲/۰۸	۰/۳۰*	۵۵۷/۵۷	۹/۲۳	۱۱۳۹/۰۵	۱	نیمار(الفها)
۰/۰۲	۲۲۴۴	۰/۷۳	۱/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۱	۵/۵۶	۳/۷۹	۱/۰۸	۰/۰۰۷	۵۲۸/۲	۱/۷۰	۷۵/۳۳	-	خطای آزمایش
۱/۹۵	۵۱۰	۱/۳۸	۱۲/۴۸	۱/۳۰	۵/۹۰	۱/۰۸	۲۰/۰۹	۳۶/۳۸	۷/۸۱	۲/۸۳	۳۳/۳۴	۲/۵۵	۱۵/۹۲	-	ضرب تغییرات
۰/۴۹	۰/۸۶	۰/۶۸	۰/۹۴	۰/۸۹	۰/۹۶	۰/۹۹	۰/۴۱	۰/۲۱	۰/۳۳	۰/۱۵	۰/۶۰	۰/۷۸	۰/۸۹	-	ضرب تغییرات

** معنی‌داری در سطح ۵ درصد

*** معنی‌داری در سطح ۱ درصد

جدول ۶- آزمون مقایسه میانگین برای خصوصیات مورد مطالعه در پایگاه‌های مختلف
 Table 6- Compare means test for studied characters in different altitudes

اسیدینه	میانگین													پایگاه‌ها / متغیرها
	رِس	سیلت	شِن	نسبت کربن به نیتروژن	اِزت کل	مواد آلی	سدیم قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهک	کربن آلی	هدایت الکتریکی	رطوبت اشباع	عمق	
۷۳۳ ^a	۲۹/۵ ^a	۶۳/۰ ^a	۹/۵۳ ^a	۱۰/۵۵ ^a	-۰/۱۱ ^b	۲/۸۷ ^{ab}	۱۵/۷۸ ^a	۵/۳۶ ^{ab}	۱۳/۵۶ ^a	۱/۷۶ ^{ab}	۲۹/۲۳ ^a	۵۰/۲۶ ^{ab}	۵۲/۰ ^a	
۷۳۴ ^a	۳۱/۴۹ ^a	۶۱/۲۵ ^a	۷/۴۴ ^a	۱۰/۷۲ ^a	-۰/۱۴ ^{ab}	۳/۰۳ ^a	۱۸/۹۸ ^a	۴/۸۳ ^a	۱۳/۸۶ ^a	۱/۸۰ ^a	-۰/۵۰ ^a	۵۱/۷۸ ^a	۵۱/۵۰ ^a	
۷۳۴ ^a	۲۹/۰ ^a	۶۱/۸۳ ^a	۸/۷۹ ^a	۱۰/۶۷ ^a	-۰/۱۵ ^a	۲/۱۹ ^{ab}	۲۰/۶۸ ^a	۵/۸۳ ^a	۱۳/۵۸ ^a	۱/۷۵ ^a	-۰/۶۵ ^a	۵۱/۷۰ ^a	۶۰/۱۰ ^a	

جدول ۷- آزمون مقایسه میانگین برای خصوصیات مورد مطالعه در افق‌های مختلف
 Table 7- Compare means test for studied characters in different horizons

اسیدینه	میانگین										افق‌ها		
	رِس	سیلت	شِن	نسبت کربن به نیتروژن	اِزت کل	مواد آلی	سدیم قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	آهک	کربن آلی		هدایت الکتریکی	رطوبت اشباع
۷۳۴ ^a	۲۸/۰ ^a	۶۱/۹۵ ^a	۱۱/۱۶ ^a	۱۰/۸۵ ^a	-۰/۱۵ ^a	۳/۳۸ ^a	۲۰/۳۰ ^a	۵/۷۶ ^a	۱۳/۵۱ ^a	۱/۹۹ ^a	۱۹/۷۶ ^a	۵۰/۰۱ ^a	۴۰/۷۳ ^a
۷۳۴ ^a	۳۱/۹۴ ^a	۶۲/۱۰ ^a	۶/۰۱ ^b	۱۰/۴۴ ^a	-۰/۱۳ ^b	۲/۴۸ ^b	۱۶/۶۶ ^a	۴/۹۴ ^a	۱۳/۱۶ ^a	۱/۵۴ ^b	-۰/۴۸ ^a	۵۲/۴۹ ^a	۶۸/۳۳ ^a

بحث

کاج بروسیا از خانواده بزرگ کاج‌ها می‌باشد که سطح وسیعی را در منطقه مدیترانه و جنوب اروپا و خاورمیانه پوشانده است. این گونه با توجه به رشد سریع خود از جنبه‌های اقتصادی، کاربردی و غیره حایز اهمیت است. اغلب رویش‌گاه های طبیعی این گونه در مناطق شرقی مدیترانه بوده و بخش اعظمی از کشور ترکیه را در برمی‌گیرد (۱۲). با توجه به استقرار کارخانجات عظیم کاغذ سازی، توسعه صنایع چوبی و سلولزی در کشورمان جا دارد به منظور استفاده بهینه از اراضی مساعد، کشت گونه‌های سریع‌الرشد سوزنی‌برگ صنعتی در جنگل‌کاری‌ها مورد عنایت و توجه خاص قرار گیرد. مسلماً انجام این مهم مستلزم بررسی‌ها و تحقیقات گسترده در مقطع کنونی و مقاطع آینده است (۶).

مطالعه کمی و کیفی صورت گرفته بر روی کاج بروسیا در این تحقیق نشان داده است که توزیع قطری و ارتفاعی درختان در منطقه مورد مطالعه متمایل به توزیع نرمال می‌باشد، به طوری که میانگین قطر برابر سینه در پایگاه پایینی ۱۲/۴۰، در پایگاه میانی ۱۲/۹۶ و در پایگاه بالایی ۱۴/۴۲ سانتی‌متر بوده و میانگین ارتفاعی توده در پایگاه پایینی ۷/۰۶، در پایگاه میانی ۷/۲۲ و در پایگاه بالایی ۸/۰۲ متر برآورد شده است (شکل‌های ۲ و ۳). در بررسی موجودی حجم در هکتار مشخص شد که در پایگاه بالایی با حجم در هکتار ۹۵/۸ سیلو نسبت به دو پایگاه دیگر حجم بیش‌تری داشته و شرایط مطلوب‌تری دارد و هم‌چنین نسبت به جنگل‌کاری در رویش‌گاه اصلی آن با حجم ۹۵ متر مکعب در هکتار (۱۳)، جنگل‌کاری مورد نظر شرایط مناسبی دارد.

منحنی درختان نیز در توده مورد بررسی در ارتفاعات مختلف از سطح دریا بیان‌گر وضعیت بهتر رویش‌گاهی در پایگاه بالایی نسبت به دو پایگاه دیگر می‌باشد (شکل ۴). در این تحقیق مشخص گردید که پارامترهای کمی از قبیل قطر برابر سینه، ارتفاع و حجم در رابطه با ارتفاع از سطح دریا تغییرات منظمی را نشان می‌دهند و با افزایش ارتفاع از سطح دریا پارامترهای فوق هم افزایش می‌یابند. در ارتباط با خصوصیات

کمی می‌توان چنین بیان داشت که بهترین و مناسب‌ترین شرایط در پایگاه بالایی وجود دارد. این نتیجه‌گیری با نتایج ایسیک^۱ (۱۹۹۹) در کشور ترکیه نیز منطبق است به طوری که او در تحقیق خود ارتفاع بهینه برای این گونه را در منطقه مدیترانه‌ای ۸۰۰-۶۰۰ متر از سطح دریا عنوان کرده است (۱۴).

در این تحقیق مشخص گردید که در منطقه مورد بررسی با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد درختان با تاج متقارن کاهش می‌یابد و این کاهش منظم و محسوس می‌باشد (شکل ۵)، به طوری که حداقل درصد درختان متقارن در پایگاه بالایی (۵/۶۵) و حداکثر درختان با تاج متقارن در پایگاه پایینی (۳/۸۹) مشاهده شده است که تصور می‌شود علت عدم تقارن تاج در پایگاه بالایی، وجود باد با شدت بیش‌تر نسبت به دو پایگاه دیگر می‌باشد (۱۴). تغییرات نامنظم چند شاخگی درختان (شکل ۶) در پایگاه‌های مختلف نیز بیش‌تر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می‌باشد و کمتر تحت تاثیر عوامل اکولوژیکی قرار دارد (۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). به همین دلیل چند شاخگی اصلی در پایگاه‌های مختلف اختلافات معنی‌داری را با یک‌دیگر نشان نداده است (جدول ۳).

از لحاظ شاقولی بودن و انحناء درختان (شکل‌های ۷ و ۸) نیز تفاوت‌های معنی‌داری بین پایگاه‌های مختلف مشاهده گردید (جدول ۳) و تجزیه و تحلیل صورت گرفته شرایط مطلوب‌تری را در پایگاه بالایی برای درختان نشان داد. بررسی درصد شاخه‌های فرعی در درختان (شکل ۹) در پایگاه‌های مختلف اختلافات معنی‌داری را نشان نداده است (جدول ۳) که تصور می‌شود شاخه‌های فرعی نیز مانند شاخه‌های اصلی بیش‌تر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی می‌باشند و کم‌تر تحت تاثیر عوامل اکولوژیکی قرار دارند (۱۵، ۱۶، ۱۷، ۱۸ و ۱۹). در بررسی سلامت تنه درختان (شکل ۱۰) نیز تغییرات منظمی با افزایش ارتفاع از سطح دریا قابل مشاهده نبوده است اما در هر حال هیستوگرام شماره (۱۰) شرایط مطلوب‌تری را برای پایگاه

منطقه مورد مطالعه در ارتفاعات بالا قابل مشاهده هستند که این با نتایج ایسیک (۱۹۹۹) در کشور ترکیه منطبق است (۱۴).

تجزیه و تحلیل ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در پایگاه‌های مختلف (جدول ۴) تفاوت‌های معنی‌داری را نشان نداده است در حالی که بین افق‌های خاک تفاوت معنی‌داری مشاهده گردید (جدول ۵ و ۷). نتایج به دست آمده نشان داد که درصد کربن آلی، مواد آلی، ازت کل و درصد ماسه در افق‌های A, B دارای تفاوت معنی‌داری بوده است، اما سایر خصوصیات دیگر در افق‌های مورد بررسی تفاوت چندانی را نشان نداده‌اند. نکته قابل اشاره این که، بافت خاک در پایگاه اول سیلتی، سیلتی - رسی و در پایگاه دوم سیلتی - رسی و در پایگاه سوم سیلتی، سیلتی - لومی تشخیص داده شد. با توجه به نتایج به دست آمده در ارتباط با درصد آهک و اسیدیته خاک می‌توان بیان نمود که خاک مناطق مورد مطالعه در پایگاه‌های مختلف از نوع قلیایی (آهکی) است که این خاک‌ها با سرشت گونه کاج بروسیا سازگار می‌باشند (۱۲ و ۲۱).

در مجموع می‌توان نتیجه گرفت که جنگل‌کاری فوق همراه با موفقیت بوده است. ضمناً با توجه به انبوه بودن توده مذکور و موفقیت آن تا این سن قطعاً در آینده نیاز به تحقیقات بیشتر در زمینه‌های مختلف بر روی این گونه لازم می‌باشد. انجام عملیات تنک کردن در داخل توده و حذف پایه‌های مزاحم و نامرغوب و نیز افزایش کیفیت و بازدهی بیشتر اقتصادی ضرورت دارد. کاشت این گونه با توجه به دامنه بردباری بسیار مناسب به گرما و نوسانات درجه حرارت (۲۲) در مناطقی که جنگل‌ها تخریب شده است توصیه می‌گردد.

در مورد کاج بروسیا تاکنون تحقیق جامع و کاملی به صورت کمی و کیفی در ایران انجام نشده و تنها تحقیقاتی در راستای بررسی وضعیت سازگاری این گونه در کنار سایر گونه‌های سوزنی برگ در مناطق مختلف کشور به صورت اجمالی گردیده است. فتاحی (۱۳۷۳) در بررسی سوزنی‌برگان غیر بومی سازگار کردستان، به این نتیجه رسید که کاشت کاج بروسیا در ارتفاعات کم‌تر از ۱۶۰۰ متری رشد بهتری دارد و

پایینی نشان می‌دهد زیرا پایگاه بالایی به دلیل نزدیک بودن به جنگل طبیعی و وجود حیوانات جنگلی از قبیل گراز و تشی بیش‌تر تحت تاثیر این عوامل قرار گرفته و صدمه دیده است (۶).

بررسی کیفی این تحقیق نیز نشان داده است که درختان با ارتفاع از سطح دریا دارای تاجی شاداب‌تر می‌شوند بنابراین پایگاه بالایی دارای تاجی شاداب‌تر نسبت به دو پایگاه دیگر می‌باشد (شکل ۱۱) که این نتیجه با نتایج کایا و رینال^۱ (۲۰۰۲) منطبق است (۲۰). لازم به ذکر است که علاوه بر خصوصیات کیفی اشاره شده، پارامترهای شاخه‌دوانی، هرس-های طبیعی و مصنوعی و نیز زادآوری کاج بروسیا نیز در منطقه مورد مطالعه مورد بررسی قرار گرفت. در این بررسی مشخص گردید که تمام درختان هر سه پایگاه دارای شاخه‌دوانی فراوان می‌باشند و اختلاف معنی‌داری از این لحاظ بین سه پایگاه وجود ندارد. در این بررسی مشخص گردید که در هیچ یک از درختان عملیات هرس طبیعی انجام نگرفته و از این لحاظ هم اختلاف معنی‌داری بین سه پایگاه وجود ندارد. تاکنون هیچ گونه عملیات پرورش و اصلاحی در این توده‌ها انجام نشده است و با توجه به این نکته، آثار خشکیدگی در شاخه‌های پایین مشاهده می‌شود بنابراین هرس مصنوعی ضروری می‌باشد.

با توجه به بررسی انجام شده در کل قطعه نمونه هیچ گونه زادآوری مشاهده نگردید که علت آن انبوه بودن توده و لاشبرگ‌های تجزیه نشده در عرصه می‌باشد. گونه کاج بروسیا نورپسند بوده (۱۲) و عدم وجود نور و یا کمبود آن باعث از بین رفتن نهال‌های این گونه می‌شود که با انجام عملیات پرورشی می‌توان شاهد زادآوری این گونه بود. به طور کلی می‌توان بیان داشت که با افزایش ارتفاع از سطح دریا درصد شاقولی بودن، تنه بدون شاخه و شادابی تاج، افزایش و درصد درختان با تاج متقارن و انحناء تنه اصلی کاهش می‌یابند، در حالی که درصد چند شاخگی و سلامت تنه تغییرات منظمی را در ارتباط با افزایش ارتفاع نشان نمی‌دهند. نتیجه کلی این که بهترین توده-های کاج بروسیا هم از لحاظ کیفیت و هم از لحاظ کمیت در

۹. ثابتی، ح. جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران، ۱۳۷۳. انتشارات دانشگاه یزد. ۷۳۵ صفحه.
۱۰. بی‌نام، ۱۳۸۳. کتابچه طرح جنگلداری منطقه قپان، سازمان جنگل‌ها و مراتع کشور، ۴۰۸ صفحه.
۱۱. زبیری، م. ۱۳۷۹. آماربرداری و اندازه‌گیری جنگل، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۰۲ صفحه.
12. Arbez, M., 2000. Distribution, ecology and variation in *Pinus brutia* Ten. FAO – Forest genetic resources information. 3, 21-23.
13. Atalay, I., Sezer, I., and Cukur, H. 2001. The ecological properties of Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) forests and their rejoining in terms of seed transfer. Orman Bakaligi, Orman Agacları, Yayın No. 6. 108 pp.
14. Isik, K., 1999. Altitudinal variation in *Pinus brutia* Ten: Seed and seedling characteristics. *Silva Genetica*. 35, 58-66.
15. Burdon, R. D., Banister, M. H., Madgwick, H. A., and Low, C. B., 2000. Genetic survey of *Pinus brutia* Ten. *New Zealand J. For. Sci.* 22, 119-137.
16. Isik, F., 2000. Genetic variation, heritability and genetic gain from a *Pinus brutia* Ten. Open – pollinated progeny trial. Unpublished Ph. D. Thesis, Akdeniz University, Graduate school of natural and applied sciences, Antalya, Turkey. 230 pp.
17. Isik, F., Isik, K. and Lee, S. J., 2000. Genetic variation in *Pinus brutia* Ten. in Turkey: Growth, biomass and stem quality traits. *Forest Genetics*. 6, 89-99.
18. Isik, K. and Isik, F., 2001. Genetic variation in *Pinus brutia* Ten. In Turkey. *Silva Genetica*. 48, 293-302.
- اثرات منفی سرما بر روی این گونه مشاهده نمی‌شود، در نتیجه این گونه را جزء گونه‌های با سازگاری دشوار تشخیص داد (۷).
دستمالچی (۱۳۷۷) در بررسی خود در منطقه فومن استان گیلان نتیجه گرفت که از کاج بروسیا می‌توان به عنوان یکی از گونه‌های پیشاهنگ در جنگل‌کاری‌های منطقه استفاده کرد (۵).
- منابع**
۱. مصدق، ا. ۱۳۷۸. جنگل‌کاری و نهالستان‌های جنگلی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۱۷ صفحه.
۲. مصدق، ا. ۱۳۸۰. جغرافیای جنگل‌های جهان، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۵۴ صفحه.
۳. مصدق، ا. ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۸۱ صفحه.
۴. جزیره‌ای، م. ح. ۱۳۷۹. جنگل‌کاری در خشکبوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۲۵ صفحه.
۵. دستمالچی، م. ۱۳۷۷. بررسی آزمایش‌های سازگاری و پیشاهنگ گونه‌های درختی در استان آذربایجان غربی، نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، شماره ۲۰۳: ۱۷۵ – ۱۶۸.
۶. رستاقی، ع. ا. ۱۳۸۵. بررسی خصوصیات کمی و کیفی کاج بروسیا در ارتفاعات مختلف منطقه قپان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه مازندران، ۱۳۵ صفحه.
۷. فتاحی، م. ۱۳۷۳. بررسی سوزنی‌برگان غیربومی سازگار در کردستان، انتشارات موسسه تحقیقات جنگل و مراتع کشور، ۱۴۱ صفحه.
۸. همتی، ا. ۱۳۷۶. نتایج آزمایش‌های سازگاری گونه‌های درختی و درختچه‌ای در شرایط دیم استان لرستان، نشریه تحقیقات جنگل و صنوبر، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۷۳: ۹۶ – ۸۸.

- pinus in southern New Mexica. For. Ecol. and Man. J. 16, 403- 410.
22. Kandemir, G., 2003. The mechanism and genetic control of cold and drought resistance in *Pinus brutia* Ten. Populations form Southern Turkey. Ph. D. Thesis. Middle East technical University, Ankara, Turkey, 215 pp.
19. Eren, G., Kandemir, I., and Kaya, Z., 2005. Genetic variation in Turkish Red Pine (*Pinus brutia* Ten.) seed stands as determined by RAPD markers. *Silva Genetica*. 53, 169-175.
20. Kaya, Z., and Raynal, D. J., 2002. Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological conservation*. 97, 131-144.
21. Fisher, J. T., Neumann, R. W., and Maxel, J. G., 2001. Performance of *Pinus brutia* Ten. / *Halepensis* group