

ارزیابی تأثیر فواصل کاشت بر وضعیت کمی و کیفی جنگل کاری توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Meyer)

سیدعلی اکبر رضایی طالشی^{۱*} و غضنفر اخلاصی^۲

*- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری. پست الکترونیک: rezaialeshi@yahoo.com

۲- مربی پژوهش، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، ساری.

تاریخ دریافت: ۸۹/۹/۲ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱/۲۲

چکیده

این بررسی طی یک دوره ۱۵ ساله (از سال ۱۳۶۸ تا ۱۳۸۳) در منطقه جنگلی سنگ‌بن لاجیم واقع در ارتفاع میان‌بند جنگلهای ساری در استان مازندران و در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با ۵ تیمار فاصله نهال کاری در ۳ تکرار و به‌منظور بررسی تأثیر فواصل کاشت بر روی کمیت و کیفیت درختان توسکای بیلاقی انجام شد. تیمارهای فواصل کاشت نهالها شامل ۱×۱، ۱×۲، ۲×۲، ۲×۳ و ۳×۳ متر بودند. براساس نتایج بدست آمده، میانگین قطر برابر سینه در تیمارهای فواصل کاشت دارای اختلاف معنی‌داری بوده، به‌طوری که این میانگین‌ها در فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر از کمترین کمیت قطری برخوردار بوده، در حالی که تیمار ۵ (فاصله کاشت ۳×۳ متر)، از بیشترین قطر برابر سینه بهره‌مند است. همچنین بیشترین ارتفاع توسکای بیلاقی در فواصل کاشت ۲×۳ و ۳×۳ متر و کمترین آن در فاصله کاشت ۱×۱ متر ثبت گردید. به‌طور معمول با کاهش فاصله کاشت (افزایش تراکم نهالها) ضریب قد کشیدگی افزایش می‌یابد. در کل تا سن ۱۵ سالگی، با در نظر گرفتن کلیه نتایج کمی و کیفی می‌توان این‌گونه قضاوت نمود که فاصله کاشت ۲×۳ متر با داشتن حداکثر قطر برابر سینه و رویش قطری، ارتفاع کل، رویش ارتفاعی و ضریب شکل مناسب برای احیاء و غنی‌سازی جنگلهای منطقه مناسب می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: جنگل کاری، فاصله کاشت، کیفیت، کمیت، توسکای بیلاقی.

مقدمه

سرپای آن در جنگلهای گیلان، نوشهر و ساری به‌ترتیب ۸/۶ درصد، ۹/۱۷ درصد و ۷/۲۲ درصد از حجم کل چوب گونه‌های موجود در آنها می‌باشد (اخلاصی، ۱۳۸۰).

توسکای بیلاقی درختی است با قامت بلند (۴۰ متر)، روی ریشه آن گره‌هایی (Nodules) وجود داشته که توسط باکتری *Frankia alni* ازت هوا را تثبیت می‌کند و پوست آن دارای مقدار قابل ملاحظه‌ای تانن است. چوب آن در مقطع عرضی همگن، پراکنده آوند، بدون درون‌چوب مشخص و حفرات آوندی در جهت شعاعی بهم چسبیده‌اند (پارسا‌پژوه، و شواین‌گرویر، ۱۳۶۶). از

توسکای بیلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Meyer) گونه‌ایست درختی از جنس *Alnus* و خانواده *Betulaceae* که بومی جنگلهای شمال ایران و برخی نقاط قفقاز می‌باشد. این گونه اغلب در نقاط مرطوب و قعر دره‌ها از جلگه‌های ساحلی آستارا تا گلیداغی در استان گلستان تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا گسترش دارد (ثابتی، ۱۳۶۴). طبق نتایج آماربرداری از جنگلهای شمال ایران، این گونه ۷/۷۵ درصد حجم سرپای جنگلهای هیرکانی را تشکیل داده و از این نظر چهارمین گونه اصلی این جنگلها محسوب می‌شود. همچنین میزان درصد حجم

کاشت توسکای بیلاقی توسط قلی‌زاده (۱۳۸۴)، نشان داده شد که ابعاد ۳×۳ متر بهترین فاصله کاشت از نظر رویش قطری و ارتفاعی می‌باشد. نتیجه بررسی اثر فاصله کاشت پس از ۱۵ سال بر تولید صنوبر در پایگاه تحقیقات صنوبر خوشامیان استان مازندران نشان داد که هرچه فاصله کاشت در صنوبرکاری بیشتر باشد، میزان تلفات کمتر است؛ به طوری که تلفات در فاصله کاشت ۳×۳ متر ۲۹ درصد، ۴×۴ متر ۱۷ درصد و ۵×۵ متر ۶ درصد بوده است (ضیایی ضیابری و گرجی بحری، ۱۳۷۵). بررسی آزمایش فاصله کاشت ۱×۱ تا ۳×۳ متر بر روی کمیت و کیفیت چوب ون در منطقه بشل سوادکوه در استان مازندران نشان داد که تیمارهای فواصل کاشت تا سن ۱۵ سالگی، اختلاف معنی‌داری را در کمیت‌های مورد بررسی نشان نداده است (اخلاصی، ۱۳۸۰).

با توجه به موارد یادشده و نقش این گونه بومی در احیاء و غنی‌سازی جنگلهای مخروبه به‌عنوان کشت اصلی یا استفاده از آن به‌عنوان یک گونه پرستار و یاور (به‌دلیل خصوصیت تثبیت ازت)، بررسی در مورد تراکم مناسب نهال‌کاری و تأثیر فواصل مختلف کاشت بر روی کمیت و کیفیت چوب آن در اولویت تحقیقاتی بوده که لازم است در رویشگاه‌های مختلف طبیعی آن انجام گیرد. مقاله حاضر نتایج بدست آمده از تجزیه و تحلیل آماری داده‌های حاصل از اندازه‌گیریها در مرحله کنونی این طرح تحقیقاتی می‌باشد. از آن جا که مناطق جنگلی شمال کشور مساعد کشت این گونه است و با توجه به این که فاصله کاشت می‌تواند در کمیت و کیفیت چوب درختان اثر گذار باشد، بنابراین لازم است که با انجام آزمایشهایی، مناسبترین فواصل کاشت برای این گونه تعیین گردد. به‌همین جهت اهداف تحقیق حاضر نیز تعیین و مقایسه مناسبترین فاصله کاشت گونه توسکای بیلاقی با توجه به کیفیت و کمیت مطلوب چوب تولید شده در واحد سطح برای جنگل‌کاریهای آینده می‌باشد.

نظر طول الیاف بین پهن‌برگان ایران بلندترین الیاف را دارد (پارسا‌پژوه، ۱۳۶۳) و رنگ چوب آن سفید تا سفید سرخ‌رنگ، بدون بو، نرم و سبک است و به‌سختی از چوب توسکای قشلاقی تشخیص داده می‌شود. دوام چوب این گونه کم و در شرایط محیطی متغیر است. مثلاً در حالت تماس با خاک کمتر از ۴ سال دوام می‌آورد، ولی در شرایط بدون تماس با خاک و در زیر پناه ۵۰ سال و یا بیشتر و در شرایط فاقد پناه کمتر از ۳۰ سال دوام دارد. در مکانهایی که دارای تهویه مناسب باشند تا مدت نامحدود و در حالت غوطه‌ور در آب بین ۵۰ تا ۱۰۰ سال دوام دارد. درجه سختی چوب آن بین ۵/۱ تا ۳ و از این نظر جزء چوبهای نرم محسوب می‌شود (پارسا‌پژوه، ۱۳۶۳). از چوب این گونه در صنایع نجاری، قایق‌سازی، تهیه ابزار کوچک چوبی، ادوات چوبی منزل و تخته سه‌لایه‌سازی استفاده می‌شود (سعید، ۱۳۶۱). از آن جا که این گونه یکی از گونه‌های بومی، سریع‌الرشد و با ارزش جنگلهای هیرکانی است، در پیش‌طرح برنامه کلان احیاء جنگلهای مخروبه شمال کشور، برای جنگل‌کاری اهمیت خاصی به آن داده شده است. تأمین بذر این گونه از منابع داخلی آسان بوده و تجدید حیات طبیعی آن به‌دلیل نورپسند بودن و در حاشیه مسیرهای جاده‌های جنگلی به‌دلیل بهره‌گیری از مواد معدنی، به‌سهولت انجام می‌گیرد. تولید نهال از بذرهای جمع‌آوری شده در نهالستانهای جنگلی با مشکل خاصی روبرو نیست. همتی و همکاران (۱۳۸۸) با مطالعه بر روی نیاز رویشگاهی توسکای بیلاقی در سه منطقه جنگلی اسالم، شفارود و چپرود استان گیلان در دامنه ارتفاعی ۱۵۰ تا ۱۴۰۰ متر نشان دادند که بیشترین پراکنش توسکای بیلاقی در شیب ۲۰ تا ۵۰ درصد، منطقه ارتفاعی میان‌بند (۶/۶ درصد) و جهت شرقی (۳۹/۷ درصد) دیده می‌شود.

در ایران تحقیقاتی بر روی فاصله کاشت برخی گونه‌ها انجام شده که ذیلاً به آنها اشاره خواهد شد. در طرح تحقیقاتی در منطقه جنگلی نوشهر با بررسی اثر فواصل

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

عرصه مورد آزمایش در منطقه جنگلی سنگ بن لاجیم، در ارتفاع میان بند جنگلهای شمال کشور (۱۰۰۰ متر بالاتر از سطح دریا) و در ۲۸ کیلومتری جنوب شهرستان ساری با مختصات جغرافیایی ۲۳° و ۳۶° عرض شمالی و ۵۰° و ۵۲° طول شرقی واقع شده است. مساحت قطعات آزمایشی بیش از دو هکتار می باشد. از دیدگاه زمین شناسی، رسوبات منطقه متعلق به دوران دوم (کرتاسه) و دوران سوم زمین شناسی (پالئوژن و نئوژن) می باشد. سنگ بستر منطقه شامل مارن و ماسه سنگ آهکی است. بافت خاک نیز از لوم رسی تا رسی یا نسبتاً سنگین، عمق آن نیمه عمیق تا عمیق و دارای اسیدیته بین ۵/۶ تا ۷ می باشد. براساس اطلاعات موجود و نقشه بیوکلیماتیک، آب و هوای منطقه نیمه مدیترانه ای است، اما در برخی از سالها بارندگی سالیانه آن حتی از ۱۳۰۰ میلی متر نیز فراتر می رود. اطلاعات هواشناسی مناطق مجاور نشان می دهد که درجه حرارت حداقل مطلق $-۶/۴$ ، درجه حرارت حداکثر مطلق ۴۰ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی منطقه نیز از ۶۰ تا ۸۵ درصد متغیر است (اخلاصی، ۱۳۸۰).

روش تحقیق

این بررسی به عنوان یکی از طرحهای تحقیقاتی مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با ۵ تیمار فاصله نهال کاری و در ۳ تکرار از سال ۱۳۶۷ آغاز گردید. در هر تکرار از تیمارهای یاد شده، تعداد ۱۰۰ اصله نهال دوساله به صورت ریشه لخت به منطقه مورد آزمایش منتقل و در گودهایی به ابعاد $۴۰ \times ۴۰ \times ۳۰$ سانتی متر کشت گردید. مبدأ بذر مناطق جنگلی سوادکوه بوده و نهالها در نهالستان لاجیم پرورش یافته بودند. تیمارهای فواصل کاشت نهالها شامل ۱×۱ ، ۱×۲ ، ۲×۲ ، ۲×۳ و ۳×۳ متر بودند که به صورت تصادفی در قطعات قرار گرفتند (شکل ۱). پس از

نهالکاری، ارتفاع و قطر یقه کلیه پایهها اندازه گیری و در فرم مربوط ثبت گردید. در دوره های ۵ ساله بعدی نیز در پایان فصل رویش، مشخصه های کمی مورد بررسی شامل ارتفاع کل نهال (دقت به سانتی متر)، قطر یقه (دقت به میلی متر)، قطر برابر سینه (دقت به میلی متر)، نسبت ارتفاع کل به قطر برابر سینه (ضریب قد کشیدگی)، درصد زنده مانگی (براساس شمارش تعداد نهالهای موجود در قطعات) و همچنین مشخصه های کیفی مبتنی بر فرم تنه (صاف و مستقیم بودن، چندشاخگی، پیچیدگی و راست بودن تنه)، فرم تاج براساس شکل تاج (مخروطی، استوانه ای و گسترده بودن)، هرس طبیعی براساس میزان هرس طبیعی (خوب، متوسط و ضعیف)، سلامتی درخت از نظر آفات و امراض، شادابی درخت براساس ارزیابی مشاهده ای (درجه بندی چهار گزینه ای: ضعیف، متوسط، خوب و عالی) اندازه گیری، محاسبه و ثبت شد. در سال ۱۳۸۳ (سال پانزدهم اجرای طرح تحقیقاتی) به منظور بررسی نهایی پس از تعیین درختان مورد نظر (حذف دو ردیف بافر)، اندازه گیری در هر تیمار برای انجام بررسی نهایی نتایج طرح با ثبت قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تنه اصلی و کیفیت تنه انجام شد.

با استفاده از اطلاعات بدست آمده از اندازه گیریها، میانگین قطر برابر سینه، میانگین سطح مقطع در هکتار، میانگین ارتفاع کل و میانگین کیفیت قسمت اولیه تنه (براساس درصد پایه های دارای تنه اولیه درجه ۱ و ۲ نسبت به کل پایه های اندازه گیری شده در هر تیمار) محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت. همچنین میانگین رویش قطری و ارتفاعی درختان در هر تیمار مستقیماً از میانگین حسابی رویش تک تک پایهها بدست آمد. در پایان با استفاده از اندازه گیریهای کمی و کیفی و آمار جوی و به کمک نرم افزارهای آماری مانند SPSS و Excel، نتایج نهایی استخراج و با استفاده از آزمونهای مقایسه ای LSD و دانکن استنتاج نهایی صورت پذیرفت.

| | | | | | | |
|---------------|----|----|----|----|----|---------|
| جهت شمال ↓ | T4 | T1 | T5 | T2 | T3 | تکرار ۱ |
| | T5 | T3 | T4 | T1 | T2 | تکرار ۲ |
| | T2 | T1 | T3 | T5 | T4 | تکرار ۳ |

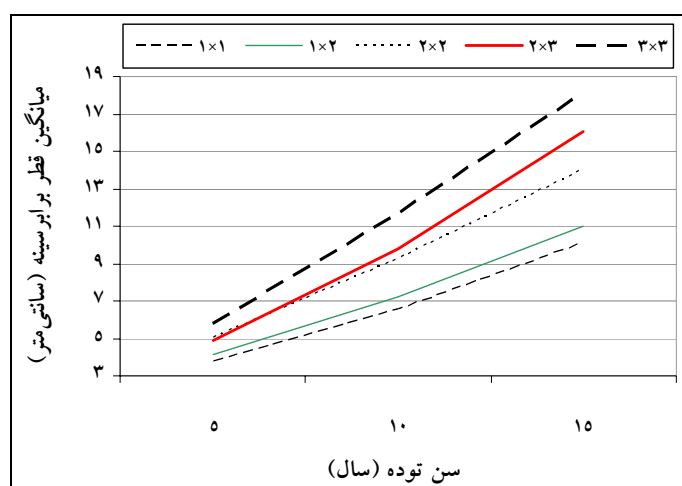
شکل ۱- نقشه طرح آزمایش فواصل کاشت توسکای بیلاقی براساس تیمارهای فواصل کاشت پنج گانه (T1: ۱×۱ متر، T2: ۱×۲ متر، T3: ۲×۲ متر، T4: ۲×۳ متر و T5: ۳×۳ متر)

نتایج

قطر برابر سینه و رویش قطری

نتایج تجزیه واریانس میانگین قطر برابر سینه نهالهای توسکای بیلاقی در فواصل مختلف کاشت نشان داد که این میانگینها در سن ۵ سالگی دارای اختلاف معنی داری نسبت به هم نیستند. اما تودهها در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی دارای اختلاف معنی داری نسبت به هم شدند (جدول ۱). مقایسه میانگینهای قطر برابر سینه این پایهها در تیمارهای

مختلف فاصله کاشت به روش دانکن مشخص نمود که بیشترین قطر برابر سینه بدست آمده در سن ۱۵ سالگی در فواصل کاشت ۳×۳ و ۲×۳ متر به ترتیب با میانگین قطر برابر سینه ۱۸/۱ و ۱۶/۰ سانتی متر و کمترین قطر برابر سینه مربوط به فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر با میانگین قطر برابر سینه ۱۰/۱ و ۱۱/۰ سانتی متر می باشد (جدول ۲). شکل ۲ روند افزایش قطر درختان در فواصل مختلف کاشت را از سن ۵ تا ۱۵ سالگی نشان می دهد.



شکل ۲- میانگین قطر برابر سینه درختان توسکای بیلاقی در فواصل مختلف کاشت

تیمارهای فواصل کاشت وجود ندارد. اما نتایج بدست آمده پس از مدت ۱۰ و ۱۵ سال ثابت نمود که اختلاف معنی داری بین این میانگینها در تیمارها بوجود آمده

جدول ۱ تجزیه واریانس رویش قطری را نشان می دهد که طی مدت ۵ سال اولیه اجرای طرح، اختلاف معنی داری بین میانگینهای رویش قطر برابر سینه

۶/۹ میلی متر در سال است. این آمار در سال پانزدهم نیز نتایج مشابهی را ارائه نموده، به طوری که بیشترین رویش مربوط به فاصله کاشت ۳×۳ متر با میانگین ۱۰/۷ میلی متر و کمترین رویش مربوط به فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر به ترتیب با میانگین ۶/۱ و ۶/۰ میلی متر می باشد.

است. به طوری که مقایسه میانگین های رویش قطری به روش دانکن (جدول ۲) حکایت از آن دارد که طی مدت ۱۰ سال، بیشترین رویش قطری متعلق به نهالهای تیمار کاشت ۳×۳ متر با میانگین ۱۱/۸ میلی متر در سال است. همچنین کمترین رویش قطری متعلق به نهالهای تیمارهای ۱ و ۲ به ترتیب با میانگین رویش قطری ۶/۳ و

جدول ۱- تجزیه واریانس میانگین قطر برابر سینه درختان توسکای بیلاقی در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت

| مجموع مربعات | | | | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|------------|---------------|
| رویش قطری | | | قطر برابر سینه | | | | |
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | | |
| ۶۵/۵۷۸* | ۸۲/۳۳۸* | ۰/۲۷۶ ^{ns} | ۳۴۲/۵۶۳* | ۱۶۱/۳۸۳* | ۳۲/۹۴۷ ^{ns} | ۴ | تیمار |
| ۸/۱۲۶ ^{ns} | ۷/۴۳۷ ^{ns} | ۰/۱۴۰ ^{ns} | ۴۵/۸۲۳ ^{ns} | ۱۴/۵۷۶ ^{ns} | ۳۶/۰۹۳ ^{ns} | ۳ | تکرار |
| ۱۷/۳۱۱ | ۱۳/۲۲۰ | ۱/۰۸۱ | ۶۵/۴۵۳ | ۲۵/۹۱۲ | ۱۰۱/۶۳۱ | ۱۲ | خطا |
| ۹۱/۰۱۵ | ۱۰۲/۹۹۵ | ۱/۴۹۷ | ۴۵۳/۸۳۹ | ۲۰۱/۸۷۱ | ۱۷۰/۶۷۱ | ۱۹ | کل |

*: معنی دار در سطح ۵ درصد و ns: معنی دار نیست

جدول ۲- مقایسه میانگین قطر برابر سینه و رویش قطری درختان توسکای بیلاقی

در تیمارهای فواصل کاشت در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی به روش دانکن در سطح ۱ درصد

| ۱۵ سالگی | | ۱۰ سالگی | | فاصله کاشت (متر) |
|----------------------|----------------------------|----------------------|----------------------------|------------------|
| رویش قطری (میلی متر) | قطر برابر سینه (سانتی متر) | رویش قطری (میلی متر) | قطر برابر سینه (سانتی متر) | |
| ۶/۱ C | ۱۰/۱ C | ۶/۳ C | ۸/۳ C* | ۱×۱ |
| ۶/۰ C | ۱۱/۰ C | ۶/۹ C | ۹/۷ C | ۱×۲ |
| ۸/۱ B | ۱۴/۰ B | ۸/۹ B | ۱۲/۴ B | ۲×۲ |
| ۹/۹ B | ۱۶/۰ B | ۱۰/۱ B | ۱۴/۱ B | ۲×۳ |
| ۱۰/۷ A | ۱۸/۱ A | ۱۱/۸ A | ۱۶/۵ A | ۳×۳ |

*: حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد می باشد

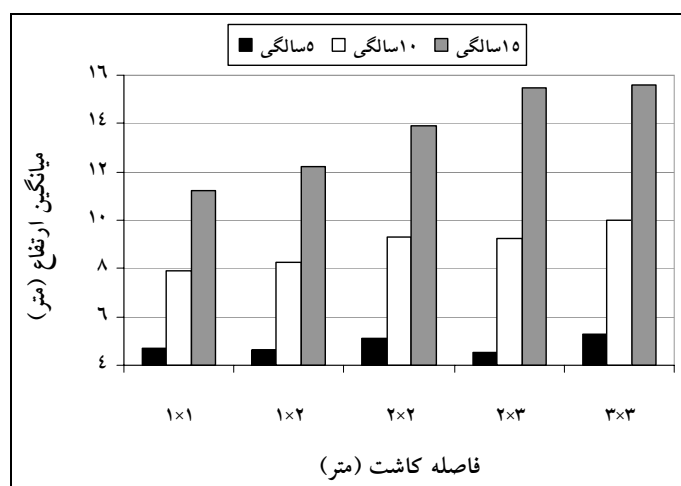
مختلف مشخص نمود که طی ۵ سال اولیه اجرای طرح اختلاف معنی داری بین تیمارهای فاصله کاشت وجود نداشت. اما این میانگین ها با افزایش سن توده ها تا ۱۰ سالگی تغییر نموده و اختلاف معنی داری در بین تیمارهای پنج گانه از خود به نمایش گذاشت (جدول ۳). مقایسه

ارتفاع کل و رویش ارتفاعی

نتایج میانگین ارتفاع کل نهالهای توسکای بیلاقی در تیمارهای مختلف فاصله کاشت در سنین ۵، ۱۰ و ۱۵ سالگی درختان در شکل ۳ ارائه شده است. تجزیه و تحلیل انجام شده بر روی این میانگین ها در تیمارهای

جدول تجزیه واریانس میانگین‌ها (جدول ۳) نشان داد که با گذشت مدت ۱۰ سال، میانگین رویش ارتفاعی در بین تیمارهای فواصل کاشت دارای اختلاف معنی‌داری می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن در جدول ۴ نشان می‌دهد که بیشترین میانگین رویش ارتفاعی در سن ۱۰ و ۱۵ سالگی به ترتیب مربوط به تیمارهای کاشت ۳×۲ و ۳×۳ متر می‌باشد. همچنین کمترین میانگین رویش ارتفاعی در فاصله کاشت ۱×۱ متر مشاهده می‌گردد.

میانگین‌های ارتفاع کل نهالها در سن ۱۰ سالگی نشان می‌دهد که بیشترین میانگین ارتفاع مربوط به فواصل کاشت ۲×۳ و ۳×۳ متر به ترتیب با میانگین ارتفاع کل درختان مربوط به تیمار کاشت ۱×۱ متر با ۹/۸ متر می‌باشد (جدول ۴). در سال پانزدهم نیز بیشترین ارتفاع مربوط به فواصل کاشت ۲×۳ و ۳×۳ متر به ترتیب با میانگین ارتفاع کل ۱۵/۴۹ و ۱۵/۳۸ متر و کمترین میانگین ارتفاع کل درختان مربوط به تیمار کاشت ۱×۱ با ارتفاع ۱۱/۲۱ متر می‌باشد.



شکل ۳- میانگین ارتفاع کل درختان توسکای بیلابی براساس فواصل کاشت تیمارهای مختلف

جدول ۳- تجزیه واریانس میانگین ارتفاع کل درختان توسکای بیلابی در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت

| رویش ارتفاعی | | | ارتفاع کل | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|-----------------------|------------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|------------|---------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | | |
| ۱۲۰۴/۷۳۴* | ۲۳۲۵/۵۴۰** | ۹۴/۰۳۹ ^{ns} | ۶۷۳/۰۳۱* | ۴۵/۵۸۱* | ۰/۲۹۳ ^{ns} | ۴ | تیمار |
| ۴۳۴/۸۹۱ ^{ns} | ۱۸۴۳/۱۲۱ ^{ns} | ۱۶/۴۲۵ ^{ns} | ۱۴۲/۷۵۳ ^{ns} | ۱۱/۱۲۵ ^{ns} | ۰/۲۵۷ ^{ns} | ۳ | تکرار |
| ۳۱۵/۲۷۳ | ۷۶۴/۳۳۸ | ۱۷۹/۱۳۰ | ۱۱۲/۵۸۷ | ۱۴/۹۸۱ | ۰/۹۸۷ | ۱۲ | خطا |
| ۱۹۵۴/۸۹۸ | ۴۹۳۲/۹۹۹ | ۲۸۹/۵۹۴ | ۹۲۸/۳۷۱ | ۷۱/۶۸۷ | ۱/۵۳۸ | ۱۹ | کل |

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد، **: معنی‌دار در سطح ۱ درصد و ^{ns}: معنی‌دار نیست

جدول ۴- مقایسه میانگین ارتفاع کل و رویش ارتفاعی درختان توسکای ییلاقی در تیمارهای فواصل کاشت در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی به روش دانکن در سطح ۵ درصد

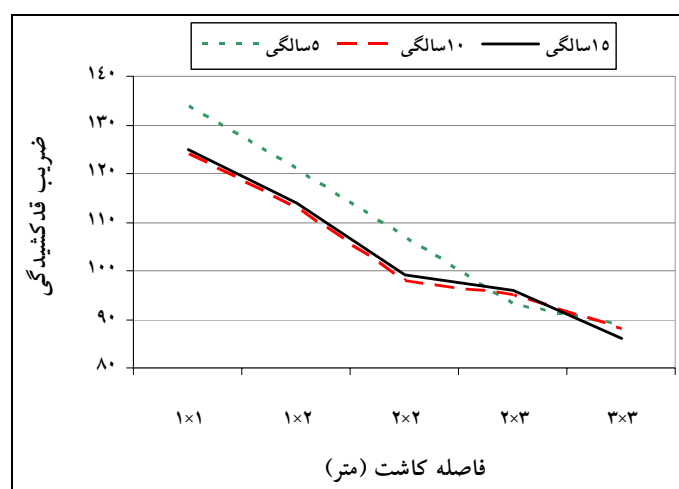
| میانگین در سن ۱۵ سالگی | | میانگین در سن ۱۰ سالگی | | فاصله کاشت (متر) |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|------------------|
| ارتفاع کل (متر) | رویش ارتفاعی (سانتی متر) | ارتفاع کل (متر) | رویش ارتفاعی (سانتی متر) | |
| ۱۱/۲۱ C | ۵۹/۱ C | ۹/۸ C* | ۷۰/۱ C | ۱×۱ |
| ۱۲/۲۴ B | ۶۸/۷ BC | ۱۰/۷ BC | ۷۶/۵ BC | ۱×۲ |
| ۱۳/۹۳ AB | ۷۱/۸ AB | ۱۲/۱۵ AB | ۸۶/۸ B | ۲×۲ |
| ۱۵/۴۹ A | ۸۰/۲ A | ۱۳/۵۳ A | ۹۶/۶ A | ۲×۳ |
| ۱۵/۳۸ A | ۸۰/۰ A | ۱۳/۶۱ A | ۹۷/۲ A | ۳×۳ |

*: حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد می باشد.

ضریب قدکشیدگی

نتایج بدست آمده از ضریب قدکشیدگی درختان توسکای ییلاقی در قطعات مورد آزمایش به تفکیک در سنین ۵، ۱۰ و ۱۵ سالگی در شکل ۴ ارائه شده است. تجزیه واریانس میانگین ضریب قدکشیدگی نهالها در تیمارهای مختلف (جدول ۵) اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد را در بین تیمارهای فواصل کاشت در سن ۵ سالگی نشان نمی دهد. اما این ضریب در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی در تیمارهای مختلف فواصل کاشت، اختلاف معنی داری دارد، به طوری که مقایسه میانگینها به روش

دانکن در جدول ۶ نشان می دهد که درختان در سن ۱۰ سالگی در فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر دارای بیشترین میانگین ضریب قدکشیدگی به ترتیب با مقادیر ۱۳۴/۵ و ۱۱۹/۵ هستند و در فاصله ۳×۳ متر (تیمار ۵) دارای کمترین ضریب قدکشیدگی (۸۹) می باشند. در سن ۱۵ سالگی نیز فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر به ترتیب با ضریب قدکشیدگی ۱۲۵/۰ و ۱۱۴/۴ دارای بیشترین میانگین بوده و کمترین میانگین ضریب قدکشیدگی (۸۶/۳) نیز مربوط به فاصله کاشت ۳×۳ متر می باشد.



شکل ۴- میانگین ضریب قدکشیدگی درختان توسکای ییلاقی در سنین ۵، ۱۰ و ۱۵ سالگی براساس فواصل مختلف کاشت

جدول ۵- تجزیه واریانس میانگین ضریب قد کشیدگی درختان توسکای بیلاقی در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت

| مجموع مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|-----------------------|-----------------------|------------------------|------------|---------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | | |
| ۲۱۰۳/۲۱۳* | ۲۴۲۵/۰۶۳* | ۱۵۴۳/۶۴۹ ^{ns} | ۴ | تیمار |
| ۵۷۴/۲۳۷ ^{ns} | ۶۳۹/۷۷۷ ^{ns} | ۷۹۹/۲۷۱ ^{ns} | ۳ | تکرار |
| ۱۳۲۵/۸۱۲ | ۱۹۴۹/۵۰۶ | ۲۷۰۳/۸۱۷ | ۱۳ | خطا |
| ۴۰۰۳/۲۶۲ | ۵۰۱۴/۳۴۶ | ۵۰۴۶/۷۳۷ | ۲۰ | کل |

* معنی دار در سطح ۵ درصد و ns معنی دار نیست

آزمون تجزیه واریانس میانگین تعداد نهالهای زنده در قطعات مورد آزمایش در مدت ۵ و ۱۰ ساله اول اجرای طرح نشان می‌دهد که این میانگین‌ها در تیمارهای مورد بررسی از نظر آماری (در سطح ۵ درصد) اختلاف معنی‌داری ندارند، اما در سن ۱۵ سالگی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده شد (جدول ۷). مقایسه میانگین‌ها به روش دانکن نشان می‌دهد که بیشترین درصد زنده‌مانی در سن ۱۵ سالگی مربوط به تیمارهای ۵ و ۴ یعنی فواصل کاشت ۳×۳ و ۲×۳ متر به ترتیب برابر ۷۷/۱ و ۷۵/۰ درصد می‌باشد. کمترین درصد زنده‌مانی نیز مربوط به تیمار ۱ (فاصله کاشت ۱×۱ متر) با زنده‌مانی ۴۹/۳ درصد می‌باشد (جدول ۸).

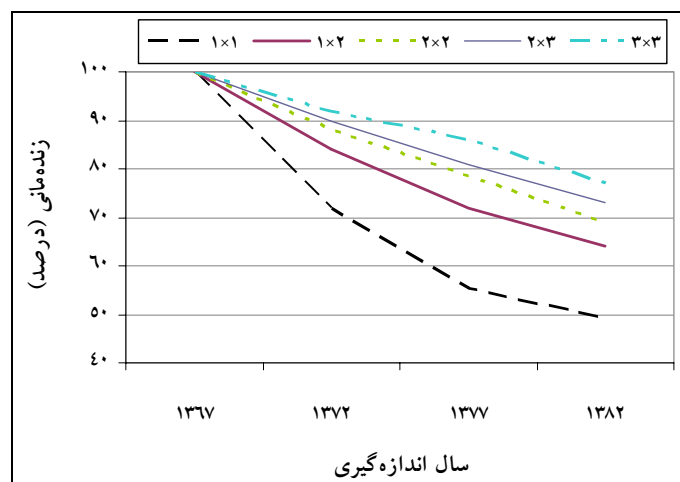
جدول ۶- مقایسه میانگین ضریب قد کشیدگی درختان توسکای بیلاقی در تیمارهای فواصل کاشت در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی به روش دانکن در سطح ۵ درصد

| میانگین ضریب قد کشیدگی | | فاصله کاشت (متر) |
|------------------------|----------|------------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | |
| ۱۲۵/۰ A* | ۱۳۴/۵ A | ۱×۱ |
| ۱۱۴/۴ A | ۱۱۹/۵ A | ۱×۲ |
| ۹۹/۰ AB | ۱۰۴ AB | ۲×۲ |
| ۹۵/۶ AB | ۹۲ B | ۲×۳ |
| ۸۶/۳B | ۸۹ B | ۳×۳ |

* حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد

زنده‌مانی

اطلاعات مقایسه‌ای زنده‌مانی تیمارهای مختلف فاصله کاشت توسکای بیلاقی در شکل ۵ ارائه شده است. نتایج



شکل ۵- میانگین درصد زنده‌مانی نهالهای توسکای بیلاقی براساس فواصل مختلف کاشت

جدول ۷- تجزیه واریانس میانگین زنده‌مانی درختان توسکای ییلاقی در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت

| مجموع مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|----------------------|-----------------------|----------------------|------------|---------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | | |
| ۱۹۶۱/۷۳* | ۱۰۹۶/۲۴ ^{ns} | ۴۶۵/۲۹ ^{ns} | ۴ | تیمار |
| ۵۲۸/۷۴ ^{ns} | ۶۹۴/۳۹ ^{ns} | ۱۳/۱۸ ^{ns} | ۳ | تکرار |
| ۵۱۴/۵۲ | ۱۱۰۴/۱۸ | ۵۸۲/۹۵ | ۱۳ | خطا |
| ۳۰۰۴/۹۹ | ۲۸۹۴/۸۲ | ۱۰۶۱/۴۲ | ۲۰ | کل |

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و ns: معنی‌دار نیست

جدول ۸- مقایسه میانگین درصد زنده‌مانی درختان توسکای ییلاقی در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت به روش دانکن در سطح ۵ درصد

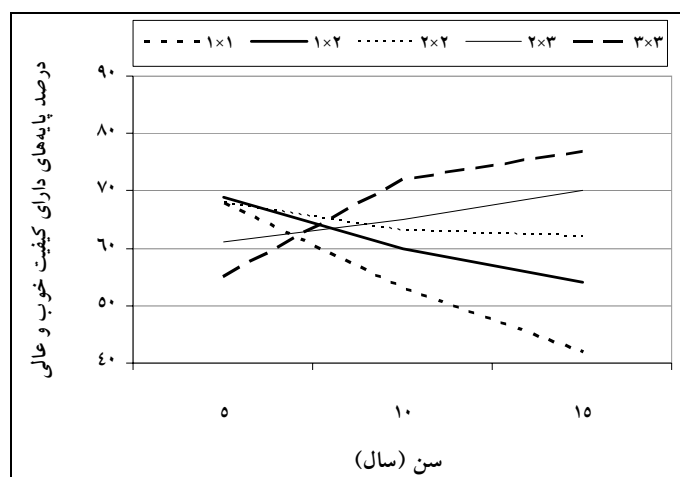
| میانگین درصد زنده‌مانی | | | فاصله کاشت (متر) |
|------------------------|----------|---------|------------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | |
| ۴۹/۳ B* | ۵۷/۵ | ۷۲/۷ | ۱×۱ |
| ۶۴/۷ AB | ۷۳/۰ | ۸۳/۱ | ۱×۲ |
| ۶۷/۴ AB | ۷۸/۵ | ۸۶/۶ | ۲×۲ |
| ۷۵/۰ A | ۷۹/۶ | ۹۰/۷ | ۲×۳ |
| ۷۷/۱ A | ۸۷/۸ | ۹۲/۱ | ۳×۳ |

*: حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد

کیفیت

کیفیت پایه‌های توسکای ییلاقی با توجه به سلامتی و شادابی تاج، تقارن و کیفیت تنه، شاخه‌دوانی، کج‌تاری و ابتلاء به آفات و امراض به‌روشن مشاهده‌ای به چهار درجه ارزش‌گذاری شد که به‌منظور بررسی نهایی، درصد درختان با کیفیت زیاد (درجه خوب و عالی) در تیمارهای

مختلف فواصل کاشت در سنین ۵، ۱۰ و ۱۵ سالگی محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتیجه بدست آمده به‌صورت روند تغییرات کیفی درختان توسکای ییلاقی در فواصل مختلف کاشت در شکل ۶ ارائه شده است. تجزیه واریانس نتایج اندازه‌گیریهای کیفی پایه‌ها که براساس میانگین عددی درصد تعداد نهالهای با کیفیت خوب و عالی در نظر گرفته شد، نشان داد که در سن ۵ سالگی از نظر آماری در بین تیمارهای مورد آزمایش، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. اما در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی این میانگین در تیمارهای مختلف از اختلاف معنی‌داری برخوردار است (جدول ۹). به‌طوری که در شکل ۶ و جدول ۱۰ مشخص است، بیشترین میزان شاخص‌های کیفیت طی مدت ۱۰ ساله اجرای طرح تحقیقاتی مربوط به تیمار ۵ (فاصله کاشت ۳×۳ متر) است که دارای بیشترین پایه‌های درجه یک و دو می‌باشد و کمترین فراوانی کیفیت‌های خوب مربوط به تیمارهای ۱ و ۲ (فاصله کاشت ۱×۱ و ۲×۱ متر) است.



شکل ۶- روند تغییرات فراوانی درختان توسکای ییلاقی با کیفیت‌های خوب و عالی در سنین و فواصل مختلف کاشت

جدول ۹- تجزیه واریانس میانگین درصد پایه‌های توسکای ییلاقی دارای کیفیت خوب و عالی (درجه‌های ۱ و ۲) در سنین و تیمارهای مختلف فواصل کاشت

| مجموع مربعات | | | درجه آزادی | منابع تغییرات |
|---------------------|-----------------------|------------------------|------------|---------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | ۵ سالگی | | |
| ۶۹/۵۳۴* | ۱۰۲۷/۷۴۲* | ۲۱۴۱/۰۳۲ ^{NS} | ۴ | تیمار |
| ۳/۲۷۳ ^{NS} | ۱۵۱/۰۳۲ ^{NS} | ۴۳۲/۸۱۲ ^{NS} | ۲ | تکرار |
| ۶/۰۲۳ | ۱۶۸/۲۱۸ | ۱۷۳۷/۶۲۸ | ۱۶ | خطا |
| ۷۸/۸۳۰ | ۱۳۴۶/۹۹۲ | ۴۳۱۱/۴۷۲ | ۲۶ | کل |

*: معنی‌دار در سطح ۵ درصد و NS: معنی‌دار نیست

جدول ۱۰- مقایسه میانگین درصد درختان توسکای ییلاقی با کیفیت خوب و عالی در تیمارهای فواصل کاشت در سنین ۱۰ و ۱۵ سالگی به‌روش دانکن در سطح ۵ درصد

| میانگین درصد درختان با کیفیت خوب و عالی | | فاصله کاشت (متر) |
|---|----------|------------------|
| ۱۵ سالگی | ۱۰ سالگی | |
| ۴۲/۳ C* | ۵۳/۱ B | ۱×۱ |
| ۵۴/۷ B | ۶۰/۰ AB | ۱×۲ |
| ۶۲/۴ AB | ۶۲/۵ AB | ۲×۲ |
| ۷۰/۳ A | ۶۵/۱ AB | ۲×۳ |
| ۷۷/۱ A | ۷۲/۱ A | ۳×۳ |

*: حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد می‌باشد

بحث

نتایج اندازه‌گیری قطر برابر سینه درختان توسکای بیلاقی نشان داد که میانگین قطر برابر سینه در تیمارهای فواصل مختلف کاشت متفاوت است، به طوری که این میانگین‌ها در آخرین سال مورد بررسی در تیمارهای ۱ و ۲ (فواصل کاشت ۱×۱ و ۱×۲ متر) که کمترین فواصل کاشت بوده و به عبارت دیگر بیشترین تراکم نهالها را دارا بودند، به ترتیب با ۱۰/۱ و ۱۱/۰ سانتی‌متر از کمترین کمیت قطری و تیمار ۵ (فاصله کاشت ۳×۳ متر) با قطر برابر سینه ۱۸/۱ سانتی‌متر از بیشترین کمیت برخوردار بود. میانگین رویش قطری نهالها در کل قطعات طی ۱۵ سال نیز ۸/۴ میلی‌متر در سال برآورد گردید که همانند میانگین قطر برابر سینه در تیمارهای ۱ و ۲ از کمترین کمیت یعنی ۶/۱ و ۶/۰ میلی‌متر برخوردار بود. همچنین تیمار ۵ (فاصله کاشت ۳×۳ متر) نیز با میانگین رویش قطری سالانه ۱۰/۷ میلی‌متر دارای بیشترین کمیت رویش قطری بود. در تحقیق دیگری توسط *Debell et al.* (2002) دوره مطالعه ۶ ساله بر روی گونه سوزنی‌برگ دوگلاس نیز مشخص گردید که افزایش فاصله کاشت نهالها، افزایش رویش قطر برابر سینه را به همراه دارد.

نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که پس از مدت ۱۵ سال، بیشترین کمیت ارتفاع کل توسکای بیلاقی در تیمارهای ۴ و ۵ یعنی فواصل کاشت ۲×۳ و ۳×۳ متر (به ترتیب با ۱۵/۴۹ و ۱۵/۳۸ متر) دیده می‌شود. اگرچه در فواصل کاشت کمتر به علت وجود رقابت بین پایه‌ها برای دریافت نور بیشتر، افزایش رویش ارتفاعی نهالها را باید شاهد بود، اما در این آزمایش در فاصله کاشت ۱×۱ متر با کمترین کمیت ارتفاعی (۱۱/۲۱ متر) مواجه شدیم که ممکن است با توجه به تراکم نهالها در فاصله کاشت کمتر تحت تأثیر رقابت شدید در سطح و زیر سطح زمین (داخل خاک) به منظور کسب بیشتر آب و ریزمغذی‌های موجود در خاک، سبب افت رویش کلیه پایه‌ها گردیده است. نتایج رویش ارتفاعی در تیمارهای ۵ تا ۱ (فواصل

کاشت بیشتر تا کمتر) که روند کاهش را نشان می‌دهد نیز مؤید موضوع یادشده می‌باشد.

ارزیابی ضریب قد کشیدگی درختان توسکای بیلاقی نشان می‌دهد که طی مدت ۱۵ سال با کاهش فاصله کاشت (افزایش تراکم نهالها) به ویژه در فواصل کاشت کمتر (تراکم بیشتر)، این ضریب نیز افزایش می‌یابد که دلایل آن منتج از رقابت بین درختان به منظور دستیابی به نور بیشتر می‌باشد. این نسبت به میزان تراکم درخت در واحد سطح (تعداد در هکتار) و رقابت نوری بستگی دارد، به طوری که هرچه توده متراکم‌تر و رقابت نوری شدیدتر باشد، مقدار این ضریب نیز افزایش یافته و به اصطلاح درختان ترکه‌ای می‌شوند (اخوان و نمیرانیان، ۱۳۷۸). البته ضریب قد کشیدگی زیاد و حالت ترکه‌ای شکل تنه درختان در صنایع و تجارت، از مطلوبیت کمی برخوردار است و جنگل‌داران راغبند تا توده‌های جنگلی به سمت ضریب مناسب آن راهنمایی شوند. روند تغییرات زمانی ضریب قد کشیدگی توسکای بیلاقی به ویژه در فواصل کاشت ۱×۱ تا ۲×۲ متر نشان داده که پس از سپری شدن مدت ۱۰ سال این ضریب به طور محسوسی کاهش یافته است. چنان‌که *Wang et al.* (1998) نیز ثابت نمودند که این ضریب با سن درختان رابطه معکوسی دارد. ضریب قد کشیدگی درختان توسکای بیلاقی در فواصل کاشت ۳×۲ و ۳×۳ متر مطلوب به نظر می‌رسد.

نتایج زنده‌مانی توسکای بیلاقی در تیمارهای مختلف نشان داد که پس از مدت ۱۵ سال میانگین زنده‌مانی کلیه درختان ۶۶/۴ درصد می‌باشد. تجزیه واریانس و مقایسه میانگین زنده‌مانی تیمارها نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی‌داری در فواصل مختلف کاشت وجود دارد، به طوری که در فاصله کاشت کمتر یعنی ۱×۱ متر شاهد کمترین میزان زنده‌مانی (۴۹/۳ درصد) و در فاصله کاشت بیشتر (۳×۳ متر) دارای بیشترین درصد زنده‌مانی (۷۷/۱ درصد) هستیم که البته این نتایج می‌تواند ناشی از رقابت شدیدتر در تراکم بیشتر پایه‌ها باشد که اغلب در

مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مازندران،
۱۹ صفحه.

- اخوان، ر. و نمیرانیان، م.، ۱۳۸۶. بررسی ضریب قدکشیدگی
پنج گونه مهم درختی در جنگلهای خزری ایران.
تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۵ (۲): ۱۸۰-۱۶۵.

- پارسا پزوه، د.، ۱۳۶۳. تکنولوژی چوب. انتشارات دانشگاه
تهران، ۱۳۷ صفحه.

- پارسا پزوه، د. و شواین گروبر، ف.ح.، ۱۳۶۶. اطلس چوبهای
ایران. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۱۲ صفحه.

- ثابتی، ح.، ۱۳۶۴. جنگلهای، درختان و درختچه‌های ایران.
انتشارات دانشگاه تهران، ۶۲۷ صفحه.

- سعید، ا.، ۱۳۶۱. بررسی صنایع چوبی مستقر در شمال.
انتشارات دانشگاه تهران، ۱۵۷ صفحه.

- ضیایی ضیابری، س.ف. و گرجی بحری، ی.، ۱۳۷۵. بررسی
اثر فاصله کاشت بر تولید ده کلن صنوبر دورگه اروپا-
آمریکایی در پایگاه تحقیقات صنوبر خوشامیان. گزارش
داخلی مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام مازندران،
۲۵ صفحه.

- قلی‌زاده، م.ن.، ۱۳۸۴. بررسی اثر فاصله کاشت بر روی
کمیت و کیفیت چوب گونه توسکای بیلاقی. گزارش
نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع
طبیعی استان مازندران، ۳۳ صفحه.

- همتی، ه.، ثاقب‌طالبی، خ. و خانجانی، ع.، ۱۳۸۸. نیاز
رویشگاهی توسکای بیلاقی در جنگلهای استان گیلان.
گزارش نهایی طرح تحقیقاتی، مرکز تحقیقات کشاورزی
و منابع طبیعی استان گیلان، ۶۷ صفحه.

- DeBell, D.S., Harrington, C.A. and Shumway, J.,
2002. Thinning shock and response to fertilizer less
than expected in young Douglas-fir stand at Wind
River Experimental Forest. Res. Pap. PNW-RP-
547, Portland, OR: U.S. Department of
Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest
Research Station, 20 p.

- Wang, Y., Titus, S.J. and LeMay, V.M., 1998.
Relationships between tree slenderness coefficients
and tree or stand characteristics for major species
in boreal mixed wood forests. Can. J. For. Res., 28:
2271-1183.

فواصل کاشت کمتر به صورت حذف برخی از پایه‌ها
آشکار شده است.

تجزیه و تحلیل اطلاعات کیفی نهالها نیز نشان داد که
از نظر آماری اختلاف معنی‌داری بین میانگین‌های
شاخص‌های کیفی مورد بررسی وجود دارد. نتایج کیفیت
درختان که به صورت درصد درختان درجه یک (دارای
کیفیت عالی) و دو (دارای کیفیت خوب) محاسبه گردید،
نشان داد که در ابتدای دوره بررسی، کیفیت درختان در
کلیه فواصل کاشت اختلاف معنی‌داری نداشته، اما به مرور
زمان و تحت شرایط مختلف رقابتی، تغییراتی را نشان
می‌دهد، به طوری که درصد درختان دارای کیفیت خوب و
عالی در فواصل کاشت کمتر، کاهش داشته، اما در فواصل
کاشت بیشتر، روند کاهش کیفیت دیده نمی‌شود.

به طور کلی در این تحقیق با در نظر گرفتن نتایج کمی
و کیفی درختان توسکای بیلاقی می‌توان گفت که تا سن
۱۵ سالگی، فاصله کاشت 2×3 و 3×3 متر دارای بیشترین
ارزش و در سطح یک قرار دارند. البته خاطر نشان می‌شود
که میانگین قطر برابر سینه و رویش قطری در فاصله
کاشت 3×3 متر بیشترین کمیت را اخذ نموده و پس از آن
فاصله کاشت 2×3 متر قرار دارد. معمولاً به منظور ایجاد
رقابت بیشتر و افزایش کیفیت درختان، فاصله کاشت
ابتدایی در جنگل‌کاری‌ها را باید اندکی کمتر در نظر
گرفت. بنابراین می‌توان این گونه قضاوت نمود که فاصله
کاشت 2×3 متر (با توجه به مشابهت کمی و کیفی با
فاصله کاشت 3×3 متر) با داشتن قطر برابر سینه، رویش
قطری، ارتفاع کل و رویش ارتفاعی خوب، ضریب شکل
مناسب، کیفیت تنه و زنده‌مانی زیاد، به منظور جنگل‌کاری
توسکای بیلاقی مناسب می‌باشد.

منابع مورد استفاده

- اخلاصی، غ.، ۱۳۸۰. بررسی اثر فاصله کاشت بر روی کمیت
و کیفیت چوب گونه توسکای بیلاقی. گزارش داخلی

Evaluation of spacing impact on quantitative and qualitative characteristics of Alder (*Alnus subcordata* C. A. Meyer) plantation

S.A.A. Rezaei Taleshi ^{1*} and G. Ekhlesi ²

^{1*} - Corresponding author, Assistant Prof., Agriculture and Natural Resources Research Center of Mazandaran province, Sari, Iran.
E-mail: rezaetaleshi@yahoo.com

² - Senior research expert, Agriculture and Natural Resources Research Center of Mazandaran province, Sari, Iran.

Received: 23.11.2010 Accepted: 11.04.2011

Abstract

Current research was conducted for evaluation of spacing impact on quantitative and qualitative characteristics of alder (*Alnus subcordata* C. A. Meyer) in fifteen years period (1999-2004) by Randomized Completely Block Design with 5 treatments based on spacing in three replications at Ladjim forest region. Spacing trial treatments included 1×1, 1×2, 2×2, 2×3 and 3×3 meter. Results indicated that mean dbh was significantly different in spacing treatments. Hence, dbh and height for spacing 1 m × 1 m and 1 m × 2 m were minimum, while in spacing 3 m × 3 m were maximum. The results showed that decreasing in spacing causes increasing in slenderness coefficient. Also the slenderness coefficient significantly varied with age and spacing of alder stands. Overall, in current study till fifteen years experiment of spacing trials, we are able to conclude that spacing 2 m × 3 m is suitable for reforestation in north of Iran based on maximum amounts of dbh, annual diameter increment, mean total height, annual height increment, and optimum slenderness coefficient.

Key words: reforestation, spacing, quantity, quality, *Alnus subcordata*.