

جمشید مختاری^{۱*}، عزت‌اله ابراهیمی^۲، کرملی ذبیحی^۳ و احسان صیاد^۳

mokhtari@Amol40.ir :

*

// :

// :

چکیده

از جمله گونه‌های زود رشد که در گذشته بیشتر به صورت خالص کاشته می‌شدند، صنوبرها می‌باشند که اخیراً کاشت آمیخته آنها با گونه‌های تثبیت کننده ازت، برای حاصل‌خیزی خاک پیشنهاد می‌شود. به همین دلیل درختان صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* 77/51) با گونه توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata*) در قالب طرح آماری بلوکهای کامل تصادفی با پنج تیمار آمیختگی (۱۰۰ درصد صنوبر، ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا، ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا، ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا، ۱۰۰ درصد توسکا) و چهار تکرار با فاصله کاشت ۴ × ۴ متر در ایستگاه تحقیقات چمستان کاشته شدند تا اثرات متقابل این گونه‌ها مورد بررسی قرار گیرد. نتایج در سال هفتم اجرای طرح نشان داد که در مجموع، میانگین درصد زنده‌مانی صنوبر در این طرح بیشتر از توسکا بوده است. صنوبر در آمیختگی ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا، بیشترین زنده‌مانی را داشت که با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نشان داد. زنده‌مانی توسکا در تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت. بیشترین رویش قطری صنوبرها در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا و کمترین آن در صنوبر خالص به دست آمد. بیشترین رویش ارتفاعی صنوبرها در تیمار ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا محاسبه شد. مقایسه میانگین حجم به ازای هر درخت صنوبر و توسکا در هریک از درجه‌های آمیختگی اختلاف معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد ولی در مورد درختان صنوبر، بیشترین حجم درختان در تیمار آمیخته ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا وجود داشت. درحالی‌که بیشترین حجم توسکا، در کشت خالص این گونه محاسبه شد. تیمار توسکای خالص و تیمار آمیخته ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا، تفاوت معنی‌داری را در مقدار ازت کل خاک با دیگر تیمارهای این جنگل‌کاری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: توسکا، صنوبر، چمستان، کاشت آمیخته، خصوصیات کمی و کیفی، خصوصیات خاک.

مقدمه

چوب را در پی خواهد داشت. صنوبرها از گونه‌های زود رشد می‌باشند که شهرت جهانی داشته و توسکا نیز یکی از گونه‌های بومی با ۸ درصد موجودی سرپا از رویش قابل توجهی برخوردار است و در عین حال با دارا بودن خاصیت تثبیت ازت (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱) به‌طور طبیعی نقش اصلاح‌کنندگی خاک و بهبود شرایط رویشگاه را ایفا نموده و بر رشد سایر گونه‌ها نیز مؤثر است.

بی‌تردید هر روزه اهمیت جنگل و چوب به‌عنوان یکی از مواد مهم و راهبردی مورد نیاز کشور فزونی می‌یابد و این موضوع احیا و توسعه سریع این جنگلها را با استفاده از درختان زود رشد ضروری ساخته است. کاشت خالص این درختان خواه پهن‌برگ و یا سوزنی‌برگ در بلندمدت باعث تضعیف خاک و رویشگاه شده و کاهش تولید

تأثیر مثبت جنگل‌کاریهای آمیخته صنوبر و اقاچیا بر خاک عرصه و تأثیر متقابل مواد غذایی مکمل فراهم شده بین گونه‌های درختی در چین بررسی شد و نتیجه گرفته شد که افزایش محصول چوب در توده‌های آمیخته به‌علت افزایش مواد غذایی خاک (به‌ویژه نیتروژن) و تأثیر متقابل مواد غذایی نیتروژن و فسفر می‌باشد (Goufang *et al.*, 1998). ثاقب‌طالبی (۱۳۷۵) با بررسی جنگل‌کاریهای خالص و آمیخته توسکای قشلاقی، زرین و صنوبر اوراامریکن بر روی رسوبات آبرفتی رودخانه ماشلک نوشهر نتیجه گرفت که کشت آمیخته صنوبر + توسکا دارای حداکثر تولید و به‌علت سرعت رشد گونه صنوبر، این درختان دارای حداکثر رشد قطری و ارتفاعی بوده و به‌همین دلیل صنوبر در کشتهای مخلوط در اشکوب بالا و توسکا در اشکوب پایین قرار گرفته است.

به‌منظور بررسی اثرات متقابل گونه‌های صنوبر و توسکا، طرح تحقیقاتی بررسی رشد و تولید چوب درختان در کشت آمیخته صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی در چمستان (نور) به‌مورد اجرا گذاشته شد که اهداف آن را در موارد زیر می‌توان خلاصه نمود:

۱- بررسی و مقایسه و تعیین بهترین ترکیب کاشت صنوبر دلتوئیدس با توسکای بیلاقی در فاصله کاشت ۴×۴ متر از نظر تأثیر آمیختگی بر روی رویش و مشخصه‌های کیفی صنوبر.

۲- آگاهی از میزان تأثیر توسکا در بهبود وضعیت فیزیکی و شیمیایی خاک در مقایسه با توده خالص، به‌ویژه از نظر میزان ازت.

مواد و روشها

مواد

محل اجرای تحقیق اراضی جلگه‌ای ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان (واقع در کیلومتر ۱۲ جاده نور - چمستان) می‌باشد که ارتفاع از سطح دریای آزاد آن ۱۰۰

بیشتر گونه‌های جنگل‌کاری در دنیا از جمله صنوبرها به‌صورت خالص می‌باشند که این موضوع پایداری رشد آنها را با مشکل مواجه می‌کند، به‌طوری‌که با برداشتهای مکرر از این جنگل‌کاریها در دوره‌های کوتاه‌مدت ممکن است مواد غذایی رویشگاه کاهش یابد (Khanna, 1997) و به‌دلیل این‌که مقدار تولید گونه‌های جنگل‌کاری به مواد غذایی خاک وابسته است و این مواد غذایی نیز بر اثر فعالیتهای مدیریتی و گونه‌ها تغییر می‌کنند (Binkley *et al.*, 2000)، بنابراین باید از یک سیستم جدید در جنگل‌کاری استفاده شود (Khanna, 1997). علاوه بر این، آمیختگی گونه‌هایی که هر کدام نیاز غذایی و چرخه غذایی متفاوتی دارند ممکن است نیاز کمتری را به مواد غذایی رویشگاه نسبت به توده خالص نشان دهد (Montagnini, 2000).

کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید گونه جنگل‌کاری در بلندمدت به‌ویژه در گونه‌های زود رشد باعث شده است که از درختان تثبیت‌کننده ازت استفاده شود (Rhodes & Binkly, 1996). استفاده از گونه‌های تثبیت‌کننده ازت به‌دلیل تولید نیتروژن زیاد (Parrotta, 1999) برای جبران کاهش نیتروژن خاک در اثر برداشتهای مکرر (Khanna, 1997) و همچنین زیاد بودن سرعت تجزیه لاشبرگ (Parrotta, 1999) می‌باشد. خصوصیات جنگل‌شناسی صنوبر در جنگل‌کاریهای آمیخته در سال ۱۹۸۴ توسط Giordano بررسی شد. در این تحقیق نتیجه گرفته شد که کشت مخلوط صنوبر با توسکا و اقاچیا به‌خاطر تثبیت بیولوژیک ازت اتمسفری باعث افزایش نیتروژن خاک می‌شود. وی همچنین در تحقیقات خود به این نتیجه رسید که کشت مخلوط صنوبر با توسکا به‌صورت ردیفهای یک در میان، موجب افزایش ازت در لایه سطحی خاک (۰ تا ۱۵ سانتیمتر) می‌شود، درحالی‌که کشت دو ردیف توسکا و یک ردیف صنوبر به‌علت ایجاد رقابت ریشه‌ای فشرده معقول به‌نظر نمی‌رسد.

متر، عرض جغرافیایی $۲۵^{\circ} ۳۶'$ تا $۲۹^{\circ} ۳۶'$ شمالی و طول جغرافیایی آن $۵۵^{\circ} ۵۱'$ تا $۵۹^{\circ} ۵۱'$ شرقی است. شیب عرصه ۰ تا ۳ درصد و به این ترتیب دارای عرصه‌ای تقریباً هموار می‌باشد.

براساس آمار ده ساله (۱۹۸۱ تا ۱۹۹۱) ایستگاه کلیماتولوژی چمستان، میانگین درجه حرارت سالانه محل اجرای تحقیق ۱۵/۸ درجه سانتیگراد و میانگین بارندگی سالانه ۸۴۰ میلیمتر، درجه حرارت حداکثر تا ۳۶ درجه و حداقل ۸/۵ - درجه سانتیگراد به ثبت رسیده است. حداکثر بارندگی ماهانه در ماه آبان (اکتبر) اتفاق می‌افتد و فصل خشک منطقه از اواخر خرداد تا اواخر مرداد به مدت دو ماه به وقوع می‌پیوندد (ابراهیمی و مختاری، ۱۳۷۳).

Populus deltoides Marsh, Barter

این گونه بزرگترین عضو بخش ایگروس از جنس صنوبر (*Populus*) و از خانواده Salicaceae می‌باشد که در آمریکای شمالی پراکنش داشته و حداکثر گسترش آن در نیمه شرقی ایالات متحده و جنوب کانادا است. این گونه تحت شرایط جنگلی، رویش ارتفاعی زیاد، تنه مستقیم و تاج کروی و کوچکی دارد، اما در شرایط باز به‌طور مشخص ساقه چنگالی به‌همراه تاج متراکم پیدا می‌کند. در آمریکای شمالی به‌عنوان زودرشدترین درخت بومی مورد توجه است. در بهترین مکانهای دلتای رود می‌سی‌سی‌پی، رویش ارتفاعی آن در سالهای اولیه می‌تواند به ۴ متر در سال برسد. به‌هنگام بلوغ همه ساله بذر خوب تولید می‌کند و به‌سرعت مناطق بدون پوشش را در خاکهای مرطوب تحت اشغال خود قرار می‌دهد (قاسمی، ۱۳۷۸).

Alnus subcordata C.A.Mey

این گونه از خانواده Betulaceae می‌باشد و گل‌آذین آن در اواخر زمستان، قبل از باز شدن برگ شکفته می‌شود. جوانه‌های این درخت پایک‌دار و از این جهت از سایر درختان جنگلی متمایز است. شکل کشیده برگ و انتهای تیز و قاعده قلبی شکل آن باعث تشخیص این درخت از گونه‌های دیگر می‌گردد. دانه آن تخم‌مرغی پهن با بال باریک است. این درخت بومی اروپا و خاورمیانه است و در اغلب جنگلهای شمال ایران و در نقاط مرطوب و قعر دره‌ها وجود دارد و از قسمتهای ساحلی و جلگه تا ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا بالا می‌رود (ثابتی، ۱۳۵۵).

روشها

نهالهای یک ساله دو گونه صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* 77/51) و توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata*) براساس قالب آماری بلوکهای

خاک عرصه عمیق به رنگ قهوه‌ای تیره و خیلی تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکستری خیلی تیره، با بافت متوسط Loam و ساختمان فشرده بر روی طبقه خاکستری زیتونی با بافت متوسط Silty Loam و ساختمان فشرده تا مکعبی خیلی ضعیف و دارای مقداری لکه‌های رنگی و این مجموعه بر روی افقی به رنگ قهوه‌ای متمایل به خاکستری خیلی تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکستری تیره با بافت سبک Sandy loam، ساختمان تک‌دانه‌ای با مقداری لکه‌های رنگی و سنگریزه قرار گرفته که این طبقات در اعماق بیشتر نیز تکرار می‌شوند. نتایج آزمایشگاهی نشان می‌دهد این خاکها فاقد شوری (قابلیت هدایت الکتریکی آن کمتر از ۲ میلی‌موس بر سانتیمتر) است. اسیدیته آن ۷/۶ تا ۸/۱، میزان رس بین ۱۱ و ۲۴ درصد و مقدار مواد خثی شونده آن ۲/۶ تا ۶/۱ درصد و مقدار مواد آلی آن مناسب بوده و از این نظر خاک حاصلخیز است (بی‌نام، ۱۳۶۳).

استفاده از دستگاه pH متر الکترونیکی در محلول ۲/۵: ۱ خاک به آب مقطر تعیین گردیده همچنین هدایت الکتریکی (EC)، ماده آلی، کربن آلی، ازت کل، فسفر قابل جذب و پتاسیم قابل جذب نیز اندازه‌گیری شدند (جدول ۱). بافت خاک (جدول ۲) با استفاده از روش دانسیتمتری بایکاس که بر مبنای تئوری وزن مخصوص (وزن در واحد حجم) مخلوط خاک و آب طی رسوب‌گذاری می‌باشد، تعیین گردید (زرین کفش، ۱۳۷۱).

برای مقایسه مشخصه‌ها، داده‌ها وارد نرم‌افزار SPSS 10 شده و با استفاده از تجزیه واریانس مورد مقایسه قرار گرفتند. نمودارها در محیط Excel ترسیم شدند.

نتایج

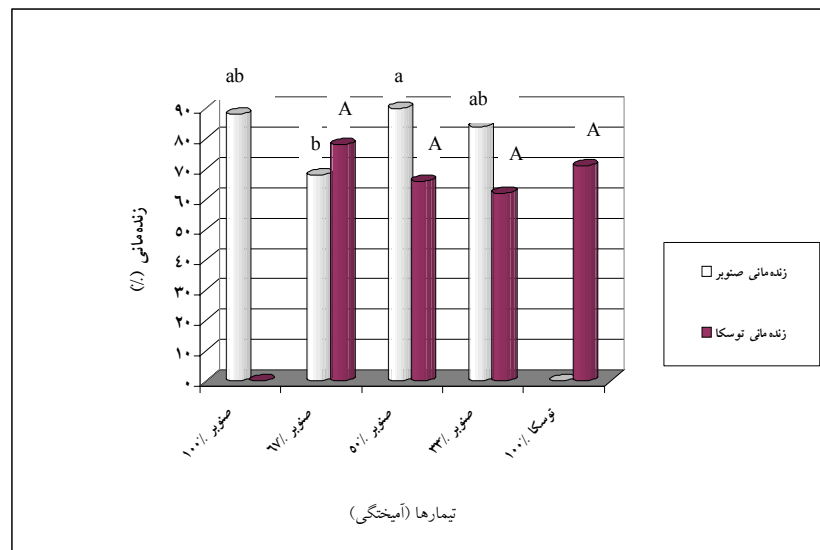
زنده‌مانی صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی تفاوت معنی‌دار نشان داد ($p < 0.05$). زنده‌مانی صنوبر در تیمار ۵۰٪ صنوبر + ۵۰٪ درصد توسکا، بیشترین مقدار (۹۰٪) را داشت که تفاوت آن با تیمار ۶۷٪ صنوبر + ۳۳٪ توسکا (۶۸٪) معنی‌دار بود (شکل ۱). زنده‌مانی توسکا در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌دار نشان نداد ($p < 0.05$).

کامل تصادفی، در چهار تکرار و پنج تیمار (درجه آمیختگی) به شرح زیر کاشته شدند:

تیمار A = ۱۰۰ درصد صنوبر، تیمار B = ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا، تیمار C = ۶۷ درصد توسکا + ۳۳ درصد صنوبر، تیمار D = ۳۳ درصد توسکا + ۶۷ درصد صنوبر، تیمار E = ۱۰۰ درصد توسکا.

فاصله کاشت نهالها 4×4 متر که در قطعات 40×40 متری با آمیختگی پایه‌ای کاشته شدند و در پایان سال اول عملیات واکاری با استفاده از نهالهای همسن انجام شد. هر ساله عملیات مراقبت و مبارزه با علفهای هرز در عرصه صورت گرفت و در پایان فصل رویش، اندازه‌گیریهای سالانه شامل تعیین درصد زنده‌مانی (در سالهای اولیه)، مشخصه‌های رویش قطری و ارتفاعی و ویژگیهای کیفی از قبیل ارتفاع هرس طبیعی، تقارن تاج، چند شاخگی تنه، انحنای در تنه اصلی و شاخه‌های فرعی بر روی تنه اصلی درختان ثبت و یادداشت شد.

به منظور بررسی تغییر و تحولات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در عرصه طرح و قطعه نمونه‌های شاهد (در محیطهای باز) تا عمق ۶۰ سانتیمتری با استفاده از اوگر استوانه‌ای به قطر ۷/۶ و در سه عمق جداگانه صفر تا ۱۵، ۱۵ تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتیمتر نمونه‌برداری گردید. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شد. pH (اسیدیته خاک) با

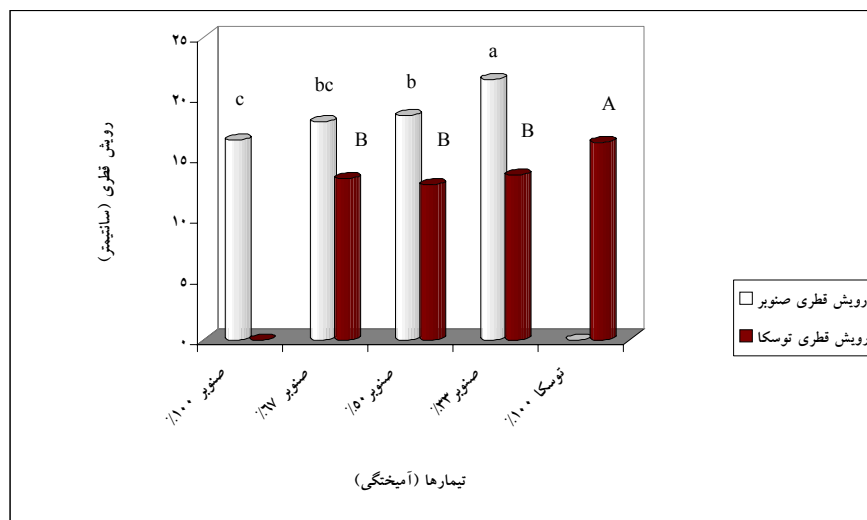


شکل ۱- مقایسه درصد زنده مانی صنوبر و توسکا در آمیختگی های مختلف

داشته است ($p < 0.1$)، تفاوت بین تیمارها معنی دار بوده است.

رویش قطری توسکای بیلاقی با افزایش درصد آمیختگی صنوبر در تیمارها کاهش تقریبی را نشان داد که در مورد تیمارهای آمیخته معنی دار نبود، ولی فقط بین تیمارهای آمیخته با تیمار خالص توسکا (۱۶/۳ سانتیمتر) تفاوت معنی دار نشان داد ($p < 0.1$).

رویش قطری صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای مختلف خالص و آمیخته با افزایش درصد آمیختگی توسکا در تیمارها افزایش یافت (شکل ۲). بدین صورت که حداکثر رویش قطری صنوبر دلتوئیدس مربوط به آمیختگی ۳۳٪ صنوبر + ۶۷٪ توسکا (۲۱/۵ سانتیمتر) می باشد و توده صنوبر خالص حداقل رویش قطری (۱۶/۵ سانتیمتر) را

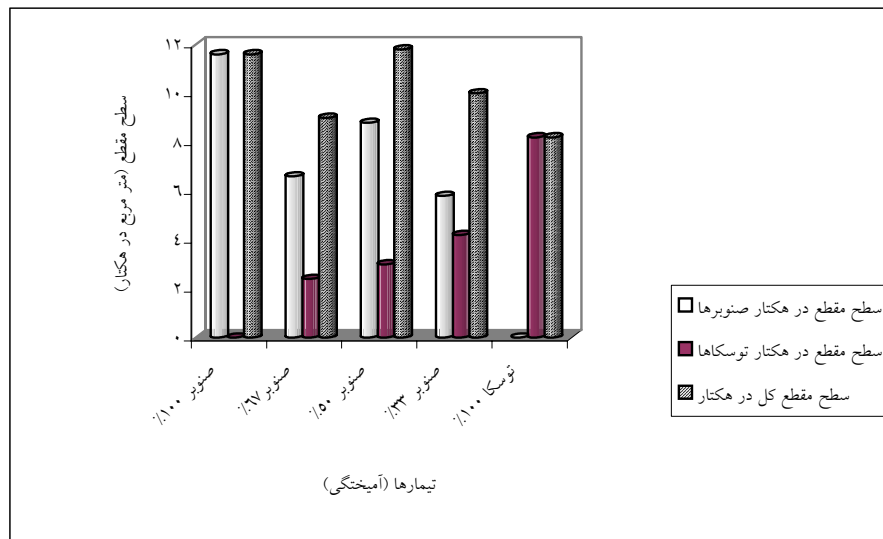


شکل ۲- مقایسه ریش قطری صنوبر و توسکا در آمیختگی‌های مختلف

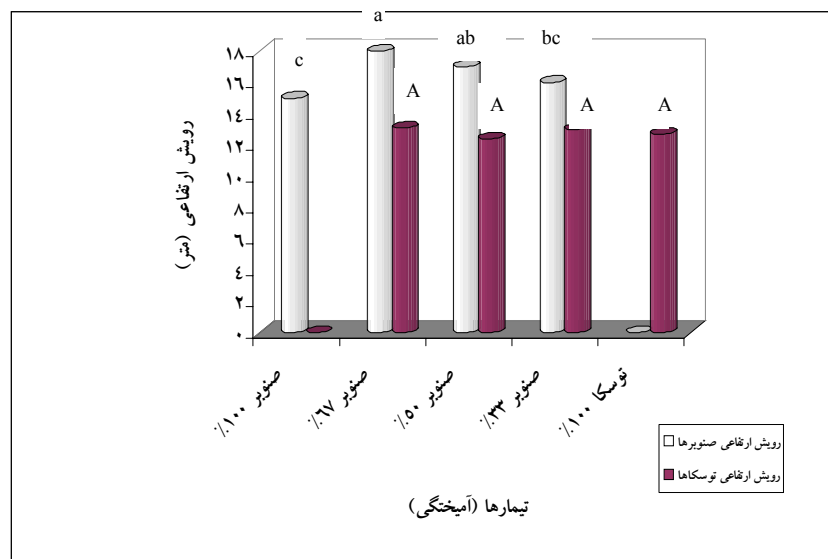
تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) بین تیمارهای ۶۷٪ صنوبر + ۳۳٪ توسکا و ۵۰٪ صنوبر + ۵۰٪ توسکا با تیمار خالص مشاهده گردید. می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش درصد آمیختگی توسکا در تیمارها، ارتفاع کل کم شد به طوری که تفاوت معنی‌داری ($p < 0/01$) بین دو تیمار ۶۷٪ صنوبر + ۳۳٪ توسکا (۱۸ متر) و ۳۳٪ صنوبر + ۶۷٪ توسکا (۱۳ متر) وجود داشت. کمترین ارتفاع کل مربوط به تیمار خالص می‌باشد (شکل ۴). ارتفاع کل توسکای بیلاقی هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری را بین تیمارها نشان نداد ($p < 0/05$).

مقایسه مجموع سطح مقطع برابر سینه در هکتار توده‌های خالص و آمیخته صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p < 0/05$). براساس شکل ۳، مجموع سطح مقطع برابر سینه در هکتار صنوبر و توسکا در تیمار ۵۰٪ صنوبر + ۵۰٪ توسکا از همه تیمارها بیشتر (۱۱/۸ مترمربع) و بعد از آن تیمار صنوبر خالص (۱۱/۶ مترمربع) قرار داشت و تیمار توسکای خالص کمترین سطح مقطع در هکتار (۸/۲ مترمربع) را دارا بود.

ارتفاع کل صنوبر دلتوئیدس در تیمار آمیخته ۶۷٪ صنوبر + ۳۳٪ توسکا (۱۸ متر) از سایر تیمارها بیشتر بود.



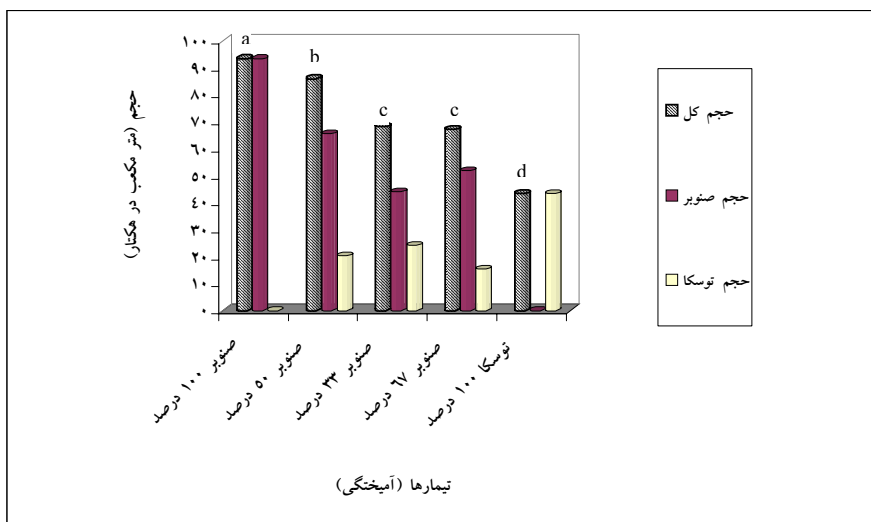
شکل ۳ - مقایسه سطح مقطع در هکتار به تفکیک گونه‌ها و سطح مقطع کل در هکتار صنوبر و توسکا در آمیختگی‌های مختلف



شکل ۴ - مقایسه رویش ارتفاعی صنوبر و توسکا در آمیختگی‌های مختلف

بررسی مجموع تولید صنوبر و توسکا نشان می‌دهد که تیمار خالص صنوبر از حداکثر تولید در واحد سطح (۹۳/۴) برخوردار و بعد از آن تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا (۸۶/۱) قرار داشت (شکل ۵).

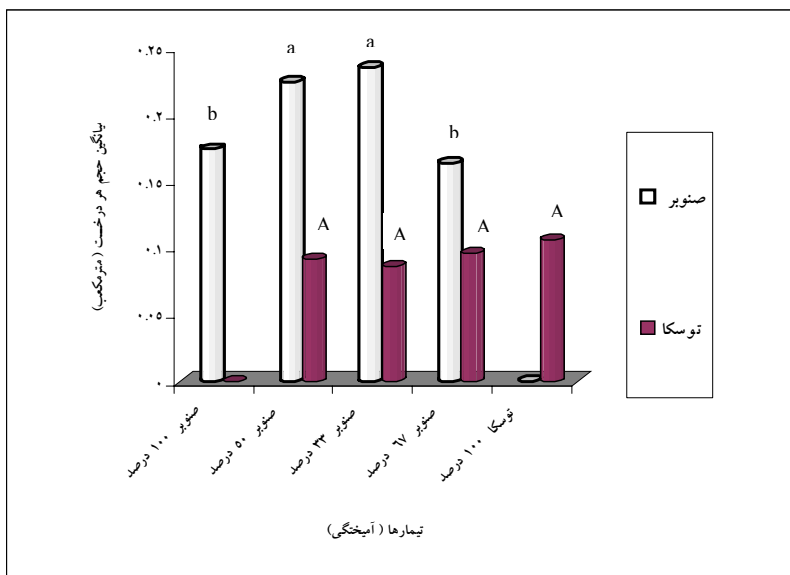
با توجه به اینکه تعداد درختان صنوبر و توسکا در آمیختگی‌ها متفاوت بود، مقایسه میانگین تولید در واحد سطح برای هر یک از تیمارها در مورد هر یک از گونه‌ها به تفکیک نمی‌تواند مبنای درستی داشته باشد. در هر حال



شکل ۵ - مقایسه حجم در هکتار درختان صنوبر و توسکا در تیمارهای طرح

در تیمار ۵۰ درصد توسکا + ۵۰ درصد صنوبر (۰/۲۲ مترمکعب) محاسبه شد. در گونه توسکا بیشترین حجم به ازای هر درخت مربوط به تیمار خالص (۰/۱۱ مترمکعب) و بعد از آن تیمار ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا (۰/۱ مترمکعب) می‌باشد (شکل ۶).

اما میانگین حجم هر درخت صنوبر و توسکا را در هریک از درجه‌های آمیختگی می‌توان مورد مقایسه قرار داد. مقایسه حجم تک درختان اختلاف معنی‌داری (p < ۰/۰۵) را بین تیمارها نشان نداد ولی در مورد درختان صنوبر بیشترین رویش حجم تک درخت در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا (۰/۲۴ مترمکعب) و بعد از آن



شکل ۶ - مقایسه میانگین حجم درختان صنوبر و توسکا در تیمارهای طرح

ویژگی شاقولی بودن درختان صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. در حالی که این ویژگی در مورد درختان توسکا تفاوت معنی‌داری را در سطح ۰.۵٪ بین تیمارهای خالص و آمیخته ۰.۶۷٪ صنوبر + ۰.۳۳٪ توسکا و ۰.۵۰٪ صنوبر + ۰.۵۰٪ توسکا نشان داد.

ویژگیهای اسیدیته (pH)، هدایت الکتریکی (EC)، درصد کربن آلی، ماده آلی، نسبت کربن به نیتروژن و میزان فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب در هیچ یک از عمق‌های خاک تفاوت معنی‌داری را در تیمارها و در مقایسه با نمونه شاهد نشان ندادند (جدول ۱).

اما مقدار ازت کل در تیمار توسکای خالص بیشترین است و پس از آن تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا دارای بیشترین مقدار نیتروژن کل بود. درصد ازت کل در عمق ۰ - ۱۵ سانتیمتر و ۳۰ - ۶۰ سانتیمتر خاک جنگل‌کاریهای صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی خالص و آمیخته تفاوت معنی‌داری را نشان نداد، ولی در عمق ۱۵ - ۳۰ سانتیمتر خاک این جنگل‌کاریها، تفاوت معنی‌داری میان تیمار توسکای خالص با دو تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا و ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا و همچنین بین تیمارهای ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا و ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا وجود داشت (جدول ۱).

شن، سیلت و رس که نمایانگر بافت خاک می‌باشند، در مورد هیچ یک از عمق‌های مورد بررسی در مقایسه با هم و با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند.

نتایج بررسی مشخصه‌های کمی نشان داد که قطر تاج صنوبر دلتوئیدس با ایجاد آمیختگی و افزایش تعداد توسکای بیلاقی زیاد شده و میان تیمارهای ۰.۳۳٪ صنوبر + ۰.۶۷٪ توسکا و ۰.۵۰٪ صنوبر + ۰.۵۰٪ توسکا با تیمار صنوبر خالص تفاوت معنی‌دار در سطح ۰.۱٪ وجود دارد. اما قطر تاج توسکا در تیمارها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

ارتفاع هرس طبیعی درختان صنوبر در تیمارهای خالص و ۰.۵۰٪ صنوبر + ۰.۵۰٪ توسکا کمتر از تیمارهای دیگر بود و تفاوت معنی‌دار در سطح ۰.۱٪ را با بقیه تیمارها نشان داد. در حالی که ارتفاع هرس درختان توسکا در تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد.

در تیمارهای ۰.۵۰٪ صنوبر + ۰.۵۰٪ توسکا، بیشترین درصد تعداد درختان صنوبر با تاج متقارن وجود داشت و کمترین آن مربوط به تیمار ۰.۶۷٪ صنوبر + ۰.۳۳٪ توسکا بود. بیشترین درصد تعداد درختان تاج متقارن در تیمار خالص توسکا وجود داشت. در مورد هیچ یک از این گونه‌ها تفاوت در تیمارها معنی‌دار نبود.

تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف از نظر درصد تعداد درختان بدون شاخه و چند شاخه درختان صنوبر و توسکا وجود نداشت.

از نظر انحنای تنه بین تیمارها هم در مورد درختان صنوبر و هم در مورد توسکا اختلاف معنی‌دار وجود نداشت.

جدول ۲- مقایسه بافت خاک جنگل کاریهای خالص و آمیخته صنوبر با توسکای بیلاقی (حروف انگلیسی یکسان در کنار میانگین‌ها عدم تفاوت را نشان می‌دهند). م.ن= معنی‌دار نیست. م= معنی‌دار است (در سطح احتمال ۹۵٪ با آزمون دانکن)

()							
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-
.	a /	a /	a /	a /	a /	a /	-

بحث

افزایش تثبیت ازت خاک توسط توسکا با افزایش تعداد آن در تیمارهای یاد شده نسبت داد. نتایج مشابهی توسط Khanna (1997) در مورد جنگل‌کاریهای خالص و آمیخته اکالیپتوس و آکاسیا به دست آمد، به طوری که رویش قطری اکالیپتوس در حضور گونه تثبیت کننده ازت (آکاسیا) افزایش یافت که (Khanna 1998) این موضوع را به افزایش تثبیت ازت توسط آکاسیا نسبت داد.

با توجه به عدم وجود تفاوت معنی‌دار از نظر سطح مقطع برابر سینه در هکتار در تیمارها می‌توان اظهار نمود که چون ویژگیهای رویشی دو گونه صنوبر و توسکا به هم شباهت دارد، تأثیر آمیختگی تا این سن مشخص نشده است.

وجود تفاوت معنی‌دار در ارتفاع کل صنوبر دلتوئیدس در تیمارها را می‌توان به افزایش رقابت نوری حاصل از افزایش درصد آمیختگی توسکا تا حدود ۵۰ درصد نسبت داد. ارتفاع کل توسکای بیلاقی در این جنگل‌کاریها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد که شاید ناشی از حساسیت کم این گونه به تغییر شرایط نوری و فضای رویشی باشد.

با توجه به اینکه زنده‌مانی صنوبر دلتوئیدس در تیمار خالص با تیمارهای آمیخته تفاوت معنی‌داری نداشته و زنده‌مانی توسکای بیلاقی نیز در این تیمارها تفاوتی نداشته، می‌توان تحلیل نمود که رقابت کمی بین این دو گونه وجود دارد و یا اینکه این امر ممکن است در نتیجه فاصله کاشت انتخاب شده برای جنگل‌کاریها باشد. تحلیل تفاوت ایجاد شده در زنده‌مانی صنوبر در دو تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا و ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا دشوار و غیر منتظره است.

Khanna (1997) در مورد جنگل‌کاریهای خالص و آمیخته *Eucalyptus globulus* با گونه تثبیت کننده ازت *Acacia mearnsii* در سن ۳۳ ماهگی تفاوت معنی‌داری را در زنده‌مانی اکالیپتوس بین تیمارها مشاهده نکرد که شاید بتوان این نتیجه را با نتیجه به دست آمده در تحقیق حاضر مشابه دانست.

بیشتر بودن رویش قطری صنوبر دلتوئیدس در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا و همچنین در تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا را می‌توان به

قطر تاج صنوبر در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا را می‌توان عامل این تفاوت دانست.

وجود تفاوت در درصد ازت کل در عمق ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک تیمار خالص با تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا و تیمار ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا و تفاوت در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا با تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا در جنگل‌کاریهای صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی را می‌توان به فعالیت تثبیت‌کنندگی ازت توسط گره‌های توسکا و گسترش ریشه‌های صنوبر در این عمق نسبت داد. (Binkley 1997) دریافت که شب‌خسب (گونه تثبیت‌کننده ازت) ازت خاک را تا عمق ۲۰ سانتیمتری افزایش می‌دهد. (Hansen & Dawson 1982) افزایش نیتروژن در خاک جنگل‌کاریهای آمیخته صنوبر با توسکای قشلاقی توسط فائو گزارش شده است (FAO, 1992). تاثیر مثبت جنگل‌کاریهای آمیخته صنوبر و افاقیا روی خاک عرصه و تأثیر متقابل مواد غذایی مکمل فراهم شده بین گونه‌های درختی در چین تأیید (Goufang *et al.*, 1998) و نتیجه گرفته شد که افزایش محصول چوب در توده‌های آمیخته به علت افزایش مواد غذایی خاک (به‌ویژه نیتروژن) و تأثیر متقابل مواد غذایی نیتروژن و فسفر بوده است.

به‌طورکلی می‌توان نتیجه گرفت که حضور توسکا در جنگل‌کاریهای صنوبر (ایجاد آمیختگی این دو گونه) باعث افزایش رویش صنوبر شده و تأثیر این آمیختگی با توجه به افزایش رویش و عدم مشاهده تأثیر منفی بر ویژگیهای کیفی این درخت مثبت ارزیابی می‌شود. باید گفت که برای تعیین ترکیب آمیختگی مناسب در مورد جنگل‌کاریهای آمیخته صنوبر دلتوئیدس و توسکا نیاز به بررسیهای بیشتر و تعیین تولید در این جنگل‌کاریها می‌باشد. البته با شرایط مشخص شده موجود می‌توان ترکیب ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا را به عنوان مناسبترین تیمار معرفی نمود. با توجه به اینکه حضور

تفاوت معنی‌دار قطر تاج درختان صنوبر دلتوئیدس در تیمار خالص با تیمارهای دیگر ممکن است به دلیل کاهش رقابت نوری در مراحل اولیه رویش در نتیجه افزایش درصد آمیختگی توسکا در جنگل‌کاریها باشد، زیرا رقابت نوری در آمیختگی‌ها باعث کاهش گسترش تاج می‌شود (Fisher & Binkley, 1999).

از آنجایی که گونه صنوبر دلتوئیدس از گونه توسکا از رشد سریع‌تری برخوردار می‌باشد، بنابراین تولید در هکتار صنوبر در تیمار خالص و تیمارهایی که تعداد صنوبرها بیشتر است، بیشتر از سایر تیمارها می‌باشد، در نتیجه اثر آمیختگی‌ها را نمی‌توان با مقایسه حجم در واحد سطح مشخص نمود. بنابراین میانگین حجم به ازای هر پایه در مورد هر دو گونه می‌تواند مبنای مناسبی برای مقایسه اثر آمیختگی بر روی رشد گونه‌های کاشته شده قرار گیرد. بر این اساس، بیشترین افزایش حجم درختان صنوبر در تیمار ۳۳ درصد صنوبر + ۶۷ درصد توسکا و پس از آن تیمار ۵۰ درصد صنوبر + ۵۰ درصد توسکا وجود داشته است. به‌عبارت دیگر افزایش تعداد توسکا در آمیختگی با صنوبر تأثیر مثبت بر روی افزایش حجم درختان صنوبر خواهد داشت. عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین تیمارها از نظر حجم شاید به این دلیل بوده است که بررسی حجم در سن هفت سالگی کمی زود بوده و در سالهای بعد با رسیدن درختان به سن بهره‌برداری و ابعاد بیشتر، بررسی حجم بایستی مجدداً انجام تا به نتایج قطعی دست یافت.

تفاوت در ارتفاع هرس صنوبر دلتوئیدس در تیمارهای آمیخته ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا و ۶۷ درصد توسکا + ۳۳ درصد صنوبر را شاید بتوان این‌گونه توجیه نمود که چون توسکا از نظر قطر تاج و ارتفاع کل تفاوت معنی‌داری را در میان تیمارها ندارد، عامل بوجود آورنده این تفاوت در اختلافاتی باشد که در خود صنوبرها ایجاد شده است. به این ترتیب افزایش رویش ارتفاعی صنوبرها در تیمار ۶۷ درصد صنوبر + ۳۳ درصد توسکا و افزایش

- حبیبی کاسب، ح.، ۱۳۷۱. مبانی خاکشناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۴۲۴ صفحه.
- قاسمی، ر.، ۱۳۷۸. بررسی فنولوژی ارقام مختلف صنوبر در منطقه آب و هوایی کرج و صفرابسته گیلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۴ صفحه.
- Binkley, D., 1997. Bioassays of the influence of *Eucalyptus saligna* and *Albizia falcataria* on soils nutrient supply and limitation. For. Ecol. and Manage. 91: 229-234.
- Binkley, D., Giiardian, CH. and Bashkin, M. A., 2000. Soil phosphorus pools and supply under the influence of *Eucalyptus saligna* and nitrogen – fixing *Albizia falcataria*. For. Ecol. and Manage. 128: 241-247.
- Fisher, R. and Binkley, D., 1999. Ecology and Management of forest soil. John Wiley & Sons, Inc., Third edition, 489p.
- FAO, 1992. Mixed and Pure forest plantation in the tropics and subtropics. FAO Forestry Paper 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome. 152p.
- Giordano, E., 1984. Poplar and Willows, Cultivation and Silviculture. International Poplar Commission, Canada, 12p.
- Goufang, S., Liming, J. and Mingpu, Z., 1998. The soil amelioration effect of poplar-black locust mixed plantation on sand soil and the interaction of mutual supplement of nutrients between the tree species. Scientia-Silvae-Sinicae, 34: 12-20.
- Khanna, P.K., 1997. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globules* and *Acacia mearnsii*. For. Ecol. and Manage. 94: 105 – 113.
- Montagnini, F., 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. For. Ecol. and Manage. 134: 257-270.
- Parrotta, J. A., 1999. Productivity, nutrient cycling, and succession in single-and mixed –species plantations of *Casuarina equisetifolia*, *Eucalyptus robusta*, and *Leucaena leucocephala* in Puerto Rico. For. Ecol. and Manage. 124: 45-77.
- Rhodes, C. and Binkley, D., 1996. Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian *Eucalyptus* and *Albizia* Plantations. For. Ecol. and Manage. 80: 47-56.

گونه توسکا باعث افزایش نیتروژن (به‌ویژه در عمق ۱۵ تا ۳۰ سانتیمتر) و ماده آلی در خاک می‌شود، می‌توان تأثیر این آمیختگی را در حاصلخیزی خاک مثبت ارزیابی نمود. البته باید توجه داشت که تراکم کاشت و سن درختان در میزان این تأثیر نقش دارند. قابل یادآوری است که طرح تحقیقاتی بررسی رشد و تولید چوب درختان در کشت آمیخته صنوبر و توسکا در چمستان ادامه‌دار بوده و با رسیدن درختان به سن بهره‌برداری، ضمن قطع و تبدیل آنها مقدار تولید چوب هر یک از آمیختگی‌ها (تیمارها) در واحد سطح تعیین و مقایسه نهایی تیمارها بر مبنای رویش و تولید چوب صورت گرفته و نتایج طرح در آینده ارائه خواهد شد.

منابع مورد استفاده

- ابراهیمی، ع. و مختاری، ج. ۱۳۷۳. ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان از آغاز تاکنون. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان مازندران. ۵۰ صفحه.
- بی‌نام، ۱۳۶۳. گزارش خاکشناسی ایستگاه تحقیقات چمستان. ۳۸ صفحه.
- ثابتی، ح.، ۱۳۵۵. جنگلها، درختان و درختچه‌های ایران. انتشارات سازمان تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی. ۸۱۰ صفحه.
- ثاقب‌طالبی، خ.، ۱۳۷۵. بررسی جنگل‌کاریهای خالص و آمیخته توسکای قشلاقی، زربین و صنوبر اورآمریکان بر روی رسوبات آبرفتی رودخانه ماشلک (نوشهر). پژوهش و سازندگی، شماره ۳۰: ۱۰۳-۱۰۰.

Comparative study of soil properties, quantitative and qualitative characteristics of mixed and pure afforestation of Poplar and Alder in Chamestan (Mazandaran)

J. Mokhtari^{1*}, E. Ebrahimi², K. Zabihi² and E. Sayyad³

1*- Corresponding author, Senior forest research expert, Agricultural and Natural Resources Research Center of Mazandaran Province (ANRRCMP), SARI, I. R. Iran. E-mail: mokhtari@Amol40.ir

2- Research Expert, Agricultural and Natural Resources Research center of Mazandaran Province (ANRRCMP), SARI, IR. Iran

3- Ph.D. Student, Department of Forestry, Tarbiat Modares University.

Abstract

Poplars are fast-growing species that were planted pure in the past. Mixed plantations of poplar with nitrogen fixing species have been recommended recently to increase the soil fertility. In this study, American poplar (*Populus deltoids* 77/51) has been planted with different mixture ratios with Caucasian Alder (*Alnus subcordata*) in randomized complete blocks with four replications in Chamestan research station, Mazandaran province, northern Iran. For further comparisons, pure stands of poplar and alder were also added to the treatment design. The plantation spacing was 4×4m. Results after 7 years showed that survival rate of poplar were greater than alder, in general. The highest rate of poplar survival was observed in the treatment of 50% poplar + 50% alder. The differences among treatments were statistically significant. The highest diameter increment was measured within poplars in the treatment of 33% poplar + 67% alder and the least in the pure poplar stand. The highest total height was measured within poplars in the treatment of 67% poplar + 33% alder. The highest volume of individuals trees were measured within poplars in the mixture of 33% poplar + 67% alder, while the highest tree volume of alder was obtained within the alder pure stand. The amount of soil nitrogen was significantly higher in the pure alder stand and mixture of 33% poplar + 67% alder, than in the soil of other treatments.

Key words: Alder, Poplar, mixed plantation, soil, Chamestan, Iran.