

جنگل و فرآورده‌های چوب، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۹، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۰۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۰۷/۲۰

ص ۷۶۷-۷۷۶

مقایسه خصوصیات توده و خاک جنگلکاری خالص و آمیخته صنوبر و توسکا (مطالعه موردی: چمستان، استان مازندران)

- ❖ مسعود قربانی؛ دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران
- ❖ جمشید مختاری؛ مربی، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران
- ❖ سید احسان ساداتی؛ استادیار، عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، ساری، ایران
- ❖ هرمز سهرابی*؛ استادیار گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

چکیده

پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر آمیختگی در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با گونه‌های صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoids*) و توسکای بیلافی (*Alnus subcordata*) بر مشخصه‌های کمی توده و خواص خاک منطقه چمستان انجام گرفت. آزمایش در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار آمیختگی شامل ۱. صنوبر خالص (۱۰۰ درصد)، ۲. صنوبر ۶۷ درصد: توسکا ۳۳ درصد، ۳. صنوبر ۵۰ درصد: توسکا ۵۰ درصد، ۴. صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد، و ۵. توسکای خالص (۱۰۰ درصد) در چهار تکرار در سال ۱۳۷۴ در ایستگاه تحقیقات چمستان مازندران اجرا شد. در سال ۱۳۹۳ ویژگی‌های رویشی آماربرداری شد و نمونه‌های خاک به صورت مرکب از عمق ۰ تا ۲۰ سانتی‌متر برداشت شد. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد پس از گذشت ۲۰ سال از جنگلکاری، اختلاف درختان از نظر قطر برابر سینه، ارتفاع، عرض تاج و شاخص سطح برگ و توده‌ها از نظر سطح مقطع، حجم و سطح برگ در هکتار در تیمارهای مختلف معنی‌دار است. بیشترین رویش قطری صنوبر در تیمار صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد با میانگین ۳۵/۰ سانتی‌متر مشاهده شد. توسکا نیز بیشترین رویش قطری را در تیمار خالص با میانگین ۲۵/۰ سانتی‌متر نشان داد. بین خصوصیات اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در تیمارهای مختلف آمیختگی صنوبر و توسکا اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. بر اساس نتایج، تیمار صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد مناسب‌ترین گزینه برای جنگلکاری است.

واژگان کلیدی: توسکا، جنگلکاری، چمستان، خاک، رویش، کاشت آمیخته.

مقدمه

تفرجگاهی نسبت به جنگلکاری‌های آمیخته، از ارزش کمتری برخوردارند [۱].

کاهش حاصلخیزی خاک و غیرمستمر بودن تولید گونه‌های جنگلکاری شده در بلندمدت، به‌ویژه در گونه‌های زودرشد، سبب شده است که از درختان تثبیت‌کننده نیتروژن برای جبران کاهش نیتروژن خاک در اثر برداشت‌های مکرر [۴] و همچنین سرعت زیاد تجزیه لاشبرگ [۵] استفاده شود [۶]. گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به دلیل افزایش نیتروژن خاک در جنگلکاری‌ها، کاربرد زیادی دارند [۵]. یکی از گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن توسکا است [۷] که رشد سریعی نیز دارد. این موضوع سبب شده تا از این گونه به‌عنوان گونه همراه برای گونه صنوبر به‌منظور افزایش تولید و جبران کاهش نیتروژن خاک در شمال کشور استفاده شود [۸].

جنگلکاری آمیخته با گونه‌های بومی، به دلیل ارائه دامنه وسیعی از خدمات تولیدی، حمایتی، حفظ تنوع زیستی و همچنین اصلاح و احیای اراضی مخروبه، مناسب‌ترین گزینه است [۹-۱۳]. در جنگلکاری آمیخته به دلیل نیازهای نوری متفاوت درختان، تاج درختان به‌خوبی پراکنش می‌یابد [۱۳]، آمیختگی گونه‌ها موجب اصلاح خاک و بهبود رویشگاه [۱۴] می‌شود و خطر از بین رفتن درختان به دلیل آفات و بیماری‌ها کاهش می‌یابد [۱۵]. بنابراین، مزایای جنگلکاری آمیخته نسبت به خالص واضح است، اما این موضوع که آمیختگی گونه‌ها به چه صورتی باشد و با چه نسبتی باید این آمیختگی صورت گیرد تا به بهترین شکل ممکن از سایر مزایای جنگلکاری آمیخته استفاده شود، نیازمند بررسی است. مطالعات مختلفی در زمینه جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با نسبت‌های مختلف در جهان انجام گرفته

امروزه جنگلکاری با گونه‌های تندرشد اهمیت زیادی در کاهش فشار به عرصه‌های جنگلی [۱] و تولید چوب مورد نیاز کشورها دارد. علاوه بر این، جنگلکاری‌ها موجب جلوگیری از تخریب یا فرسایش خاک، افزایش ماده آلی خاک، بهبود ساختمان خاک، ترسیب کربن، کمک به چرخه عناصر، فراهم کردن بوم‌سازگان مناسب برای حیات وحش [۱] و بهبود سیمای سرزمین و آب‌وهوا می‌شوند. صنوبر و توسکا دو گونه زودرشدند که در شمال کشور جنگلکاری‌های خالص و آمیخته زیادی با آنها صورت گرفته است.

گونه‌های صنوبر قابلیت زیادی در تولید چوب‌های تجاری و صنعتی داشته و از ارزش اقتصادی زیادی برخوردارند [۲]. تولید سالانه ۵۶ متر مکعب در هکتار از گونه‌های صنوبر اورامریکن (*Populus x euramericana*) در ترکیه گزارش شده است [۲]. چوب صنوبر برای مصارف نجاری، ساختمان‌سازی، کبریت‌سازی، جعبه‌سازی، صنایع کاغذ و تخته‌خرد چوب کاربرد دارد [۳]؛ بنابراین می‌توان از جنگلکاری این گونه برای تولید و تأمین چوب انبوه مورد نیاز بخش‌های مختلف استفاده کرد.

در ایران بیشتر جنگلکاری‌ها به صورت خالص است. در این جنگلکاری‌ها، برداشت‌های مکرر در کوتاه‌مدت سبب کاهش مواد غذایی رویشگاه به دلیل استفاده نکردن از لایه‌های مختلف خاک می‌شود که ممکن است پایداری رشد آنها را با مشکل مواجه کند [۴]. به‌طور کلی جنگلکاری‌های خالص با توجه به حساسیت بیشتر در مواجهه با عوامل جوی و غیرجوی و همچنین اهمیت کم زیست‌محیطی و

۳۶ درجه و ۲۵ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۹ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۵۹ دقیقه شرقی است. ارتفاع منطقه از سطح دریای آزاد ۱۰۰ متر و شیب منطقه بین صفر تا ۳ درصد متغیر بوده و دارای سطحی کاملاً هموار است. اقلیم منطقه معتدل و مرطوب بوده و براساس اطلاعات ایستگاه هواشناسی، میانگین درجه حرارت سالانه ۱۶/۳ درجه سانتی گراد، میانگین بارندگی سالانه ۸۶۵ میلی متر و حداکثر بارندگی ماهانه در مهر و حداقل بارندگی ماهانه در تیر است. فصل خشک طبق منحنی آمبروترمیک از اواخر خرداد تا اواخر مرداد است. خاک منطقه عمیق به رنگ قهوه‌ای تیره و خیلی تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکستری با بافت متوسط لومی و ساختمان فشرده است. از نظر زمین‌شناسی، منطقه به دوران سوم و دوره میوسن فوقانی تعلق دارد [۸].

توصیف رویشگاه

رویشگاه مورد نظر در سال ۱۳۷۴ با نهال‌های یکساله با هدف بررسی اثر آمیختگی مشخصه‌های کمی و کیفی گونه‌ها و خواص خاک در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان جنگلکاری شد. کل مساحت جنگلکاری شده در این طرح ۳/۲ هکتار، شامل جنگلکاری‌های آمیخته و خالص گونه‌های صنوبر دلتوئیدس^۱ و توسکای بیلاقی^۲ است. این پژوهش در قالب طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با پنج تیمار و چهار تکرار اجرا شد. فاصله کاشت نهال‌ها ۴×۴ متر بود. تیمارهای آمیختگی عبارت‌اند از: ۱. صنوبر خالص (۱۰۰ درصد)، ۲. صنوبر ۶۷ درصد: توسکا ۳۳ درصد، ۳. صنوبر ۵۰ درصد: توسکا ۵۰ درصد، ۴. صنوبر ۳۳

است. پی‌تو و همکاران (۲۰۰۴) تولید و رشد ۱۳ گونه بومی کاستاریکا را مقایسه کردند [۱۲]. یافته‌های آنها نشان داد که جنگلکاری‌های آمیخته با گونه‌های بومی ضمن فراهم کردن کالا، خدمات متنوع دارد و دارای گستره وسیعی از مزایا نسبت به جنگلکاری خالص است. مونتگینی و همکاران (۲۰۰۵) به مطالعه خدمات زیست‌محیطی جنگلکاری‌ها در آمریکای مرکزی پرداختند [۱۱]. نتایج آنها نشان داد استفاده از گونه‌های بومی برای بیشه‌زراعی سبب خدمات زیست‌محیطی، اقتصادی و همچنین افزایش زیتوده و تنوع زیستی در این منطقه شده است. همچنین پتی و مونتگینی (۲۰۰۶) به مطالعه رشد جنگلکاری خالص و آمیخته گونه بومی در کارائیب پرداختند [۱۴]. نتایج آنها نشان داد بهره‌وری جنگلکاری آمیخته نسبت به خالص بیشتر و رشد آن سریع‌تر بود. نیونس و همکاران (۲۰۱۴) در شمال پرتغال، تولید و پویایی رشد جنگلکاری‌های خالص و آمیخته دو گونه *Pseudotsuga* و *Castanea sativ* را بررسی کردند. نتایج آنها نشان داد جنگلکاری آمیخته، پویایی رشد و تولید بیشتری نسبت به خالص داشته است [۱]. تحقیق پیش‌رو نیز در نظر دارد تأثیر نسبت‌های مختلف آمیختگی صنوبر و توسکا در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته را بر برخی خصوصیات کمی درختان و خاک منطقه چمستان ارزیابی کند.

مواد و روش‌ها

وضعیت رویشگاه

منطقه تحقیق، در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان واقع در کیلومتر ۱۲ جاده نور- چمستان در استان مازندران واقع است. عرض جغرافیایی منطقه

1. *Populus deltoides* Bartr. Ex Marsh

2. *Alnus subcordata* C.A. May

تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای بررسی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. از تحلیل واریانس یکطرفه در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی برای مقایسه کلی تیمارهای آمیختگی و از آزمون دانکن برای مقایسه‌های چندگانه استفاده شد. محاسبات در نرم‌افزار SPSS (نسخه ۲۱) انجام گرفت.

نتایج و بحث

بررسی ویژگی‌های کمی درخت

نتایج تحلیل واریانس یکطرفه نشان داد که ویژگی‌های مختلف درختان شامل قطر برابرسینه، ارتفاع کل و عرض تاج درختان صنوبر در تیمارهای مختلف آمیختگی با ۹۹ درصد اطمینان تفاوت معنی‌داری داشت، اما شاخص سطح برگ تفاوت معنی‌داری در سطح ۹۵ درصد نداشت. همچنین با ۹۹ درصد اطمینان ویژگی‌های قطر برابرسینه، ارتفاع کل و شاخص سطح برگ، و با ۹۵ درصد اطمینان عرض تاج درختان توسکا در تیمارهای مختلف آمیختگی تفاوت معنی‌داری داشت (جدول ۱).

براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، قطر برابرسینه درختان صنوبر در تیمار صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد (۳۵/۰ سانتی‌متر) و قطر برابرسینه توسکا در تیمار خالص توسکا (۲۵/۰ سانتی‌متر) بیشترین بود (شکل ۱الف). ارتفاع کل صنوبر بیشترین مقدار را در تیمارهای صنوبر ۵۰ درصد: توسکا ۵۰ درصد، و صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد (۲۸-۲۹ متر) نشان داد. همچنین توسکا نیز بیشترین ارتفاع کل (۲۱ متر) را در تیمار خالص توسکا نشان داد (شکل ۱ب). بیشترین مقدار عرض تاج برای صنوبر در تیمار

درصد: توسکا ۶۷ درصد، و ۵۰: توسکای خالص (۱۰۰ درصد).

برداشت داده‌ها

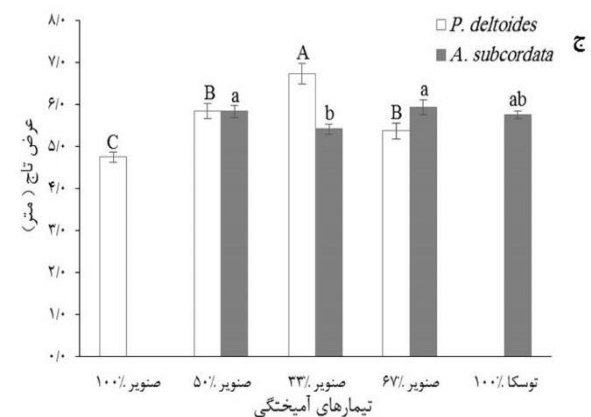
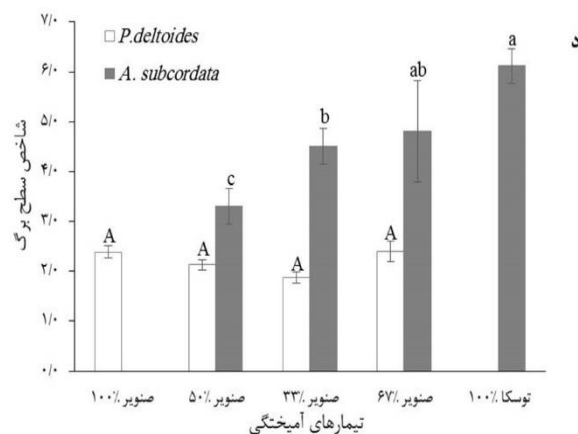
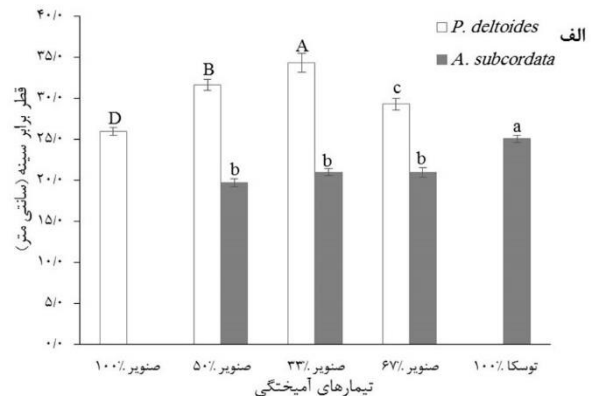
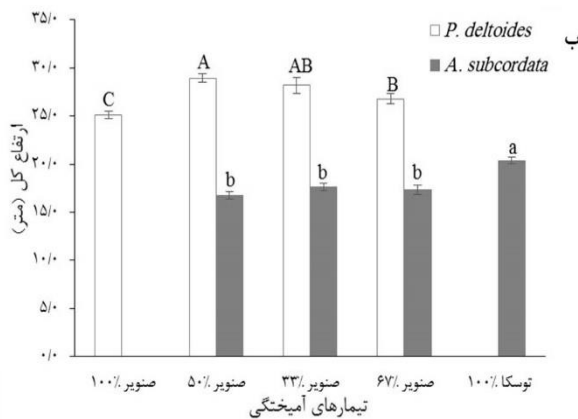
آماربرداری صددرصد در خرداد ۱۳۹۳ انجام گرفت و ویژگی‌های قطر برابرسینه با نوار قطرسنج، ارتفاع کل با شیب‌سنج سونتو و عرض تاج با متر لیزری اندازه‌گیری و ثبت شد. سپس ویژگی شاخص سطح برگ از تقسیم سطح برگ کل هر درخت بر مساحت زیر تاج آن درخت محاسبه شد. برای برآورد سطح برگ از معادلات آلومتری برآورد سطح برگ [۱۶] استفاده شد. همچنین سطح مقطع در هکتار و حجم در هکتار نیز محاسبه شد. برای اندازه‌گیری خصوصیات خاک در آمیختگی‌های مختلف جنگلکاری، ابتدا در هر یک از تکرارهای هر تیمار، سه نمونه خاک از عمق ۲۰-۰ سانتی‌متر به وسیله اوگر استوانه‌ای به قطر ۷/۶ سانتی‌متر برداشت شد. نمونه‌های خاک از عمق مشابه در همان قطعه نمونه به نسبت مساوی مخلوط و یک نمونه همگن برداشت شد. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد. سپس اسیدیته خاک به روش گل اشباع و نسبت ۱:۱ با pH متر الکتریکی، قابلیت هدایت الکتریکی به روش عصاره گل اشباع با دستگاه EC سنج، کربن آلی به روش واکلی و بلک^۱، فسفر قابل جذب به روش السن^۲، پتاسیم قابل جذب به روش استات آمونیم نرمال با دستگاه فلیم فوتومتر مدل Dr Lange MD 70 و نیتروژن کل با استفاده از کج‌لدال اندازه‌گیری شد [۱۷].

ج). بیشترین شاخص سطح برگ توسکا در تیمار خالص توسکا مشاهده شد؛ اما بین تیمارهای مختلف از نظر شاخص سطح برگ صنوبر تفاوت معنی داری وجود نداشت ($F=2/0$, $Sig.=0/111$) (شکل ۱ د).

صنوبر ۳۳ درصد: توسکا ۶۷ درصد (۶/۷۴ متر) مشاهده شد و برای توسکا در تیمار صنوبر ۵۰ درصد: توسکا ۵۰ درصد (۵/۸۴ متر) و توسکا ۳۳ درصد: صنوبر ۶۷ درصد (۵/۹۳ متر) بیشترین بود (شکل ۱

جدول ۱. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه ویژگی‌های کمی درختان صنوبر در تیمارهای مختلف آمیختگی

گونه	ویژگی	F	Sig.	ویژگی	F	Sig.
صنوبر	قطر برابر سینه	۲۶/۷۰	۰/۰۰۰	عرض تاج	۲۰/۹۳	۰/۰۰۰
	ارتفاع کل	۱۳/۳۱	۰/۰۰۰	شاخص سطح برگ	۲/۰۱	۰/۱۱۱
توسکا	قطر برابر سینه	۲۹/۵۷	۰/۰۰۰	عرض تاج	۲/۷۴	۰/۰۴۳
	ارتفاع کل	۲۲/۲۲	۰/۰۰۰	شاخص سطح برگ	۱۴/۰۹	۰/۰۰۰



شکل ۱. مقایسه میانگین قطر برابر سینه (الف)، ارتفاع کل (ب)، عرض تاج (ج) و شاخص سطح برگ (د) (\pm اشتباه معیار) صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلابقی در تیمارهای مختلف آمیختگی (حروف متفاوت نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی دار در سطح ۹۵ درصد است، حروف کوچک مقایسه‌های مربوط به توسکا و حروف بزرگ مقایسه‌های مربوط به صنوبر را نشان می‌دهد)

توسکا تحت فشار پایه‌های صنوبر قرار گرفت و نتوانست به اندازه تیمار خالص موفق عمل کند. مطالعات متعددی نشان داده که ارتفاع کل در صنوبر از توسکا بیشتر است [۸، ۱۶، ۱۷، ۱۸]. بنابراین، صنوبر با دستیابی به ارتفاع بیشتر و قرار گرفتن در آشکوب فوقانی، در نورگیری موفق‌تر بوده و در نتیجه رشد بیشتری داشته است [۱۳].

بررسی ویژگی‌های کمی توده

نتایج تحلیل واریانس یکطرفه ویژگی‌های کمی توده در تیمارهای مختلف آمیختگی درختان صنوبر و توسکا نشان داد از نظر زنده‌مانی تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آمیختگی وجود ندارد، اما از نظر سطح مقطع، حجم و سطح برگ در هکتار تفاوت معنی‌دار است (جدول ۲).

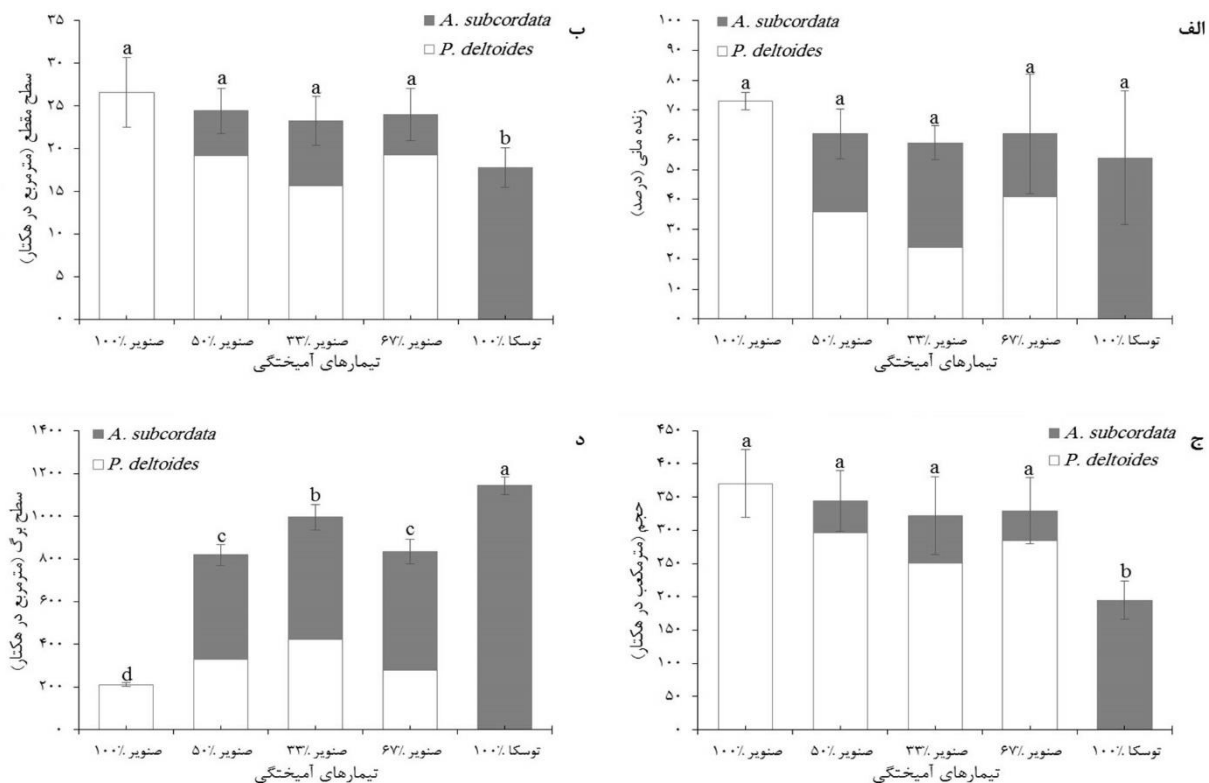
نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان می‌دهد که در همه تیمارها، سطح مقطع و حجم در هکتار برابر است به جز تیمار توسکای خالص که مقدار کمتری نسبت به سایر تیمارها دارد (شکل ۲ ب و ج). از نظر سطح برگ، بیشترین مقدار مربوط به توسکای خالص با ۹۲۳/۲ متر مربع در هکتار بود که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها است. همچنین کمترین مقدار سطح برگ در صنوبر خالص با ۲۰۹/۷ متر مربع در هکتار مشاهده شد (شکل ۲ د).

به‌طور کل براساس نتایج، درختان صنوبر در آمیختگی کامل رشد بهتری از نظر قطر، ارتفاع و عرض تاج داشتند. کاهش رقابت بین‌گونه‌ای در این تیمار در مقایسه با سایر نسبت‌های آمیختگی صنوبر می‌تواند دلیل این موضوع باشد [۱۳]. صیاد و همکاران (۲۰۰۶) با بررسی قطر برابرسینه صنوبر در آمیختگی‌های مختلف صنوبر و توسکا دریافتند که صنوبر در تیمارهای مختلف آمیختگی قطر برابرسینه بیشتری نسبت به توسکا دارد و همچنین از قطر برابرسینه درختان در توده خالص صنوبر نیز بیشتر بوده است که با توجه به رشد ارتفاعی بیشتر صنوبر در توده‌های آمیخته، این گونه در آشکوب فوقانی قرار می‌گیرد و رویش قطری بیشتری نسبت به توده‌های خالص دارد [۱۷]. روحی مقدم و همکاران (۱۳۸۸) به بررسی ویژگی‌های رویشی بلندمازو در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با ممرز پرداختند. یافته‌های آنها بیشتر بودن قطر برابرسینه در درختان بلندمازو را نشان داد که علت این موضوع را استفاده بهتر از نور و همچنین کاهش رقابت نوری (رقابت نوری مهم‌ترین رقابت بین گونه‌هاست) بین این دو گونه ذکر کردند [۱۳].

برخلاف صنوبر، توسکا حداکثر رشد ارتفاعی و قطری را در تیمار خالص نشان داد؛ بنابراین می‌توان ادعان داشت که در فرایند رقابت، در تیمارهای آمیخته

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس یکطرفه ویژگی‌های کمی کل در تیمارهای مختلف آمیختگی درختان صنوبر و توسکا

Sig.	F	ویژگی
۰/۲۶۸	۱/۴۴۴	زنده‌مانی (%)
۰/۰۱۲	۳/۲۱	سطح مقطع (متر مربع در هکتار)
۰/۰۰۰	۷/۱۴	حجم (متر مکعب در هکتار)
۰/۰۰۰	۳۱۳۷/۴۳	سطح برگ (مترمربع در هکتار)



شکل ۲. مقایسه میانگین زنده‌مانی (الف)، سطح مقطع (ب)، حجم (ج) و سطح برگ (د) (\pm اشتباه معیار) کل در تیمارهای مختلف آمیختگی (حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در سطح ۹۵ درصد است)

نسبت به صنوبر است. این موضوع همچنین سبب شده است در تیمار توسکای خالص، شاخص سطح برگ به‌طور معنی‌داری بیشتر از شاخص سطح برگ توسکا و صنوبر در دیگر تیمارها باشد.

بررسی ویژگی‌های خاک

جدول ۳ مقایسه بین میانگین خصوصیات اسیدیته، قابلیت هدایت الکتریکی، جرم مخصوص ظاهری، ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن، فسفر و پتاسیم خاک در تیمارهای مختلف آمیختگی صنوبر دلتوئیدس و توسکای بیلاقی را نشان می‌دهد. براساس نتایج بین هیچ یک از خصوصیات ذکر شده تفاوت معنی‌داری در سطح ۰/۰۵ وجود نداشت.

از نظر ویژگی‌های مختلف توده (سطح مقطع و حجم در هکتار)، عملکرد تیمارهای آمیخته و صنوبر خالص بهتر از تیمار توسکای خالص بود. مختاری و همکاران (۱۳۸۷) با بررسی آمیختگی‌های مختلف توسکا و صنوبر نیز به نتایج مشابهی دست یافتند. آنها دلیل بیشتر بودن تولید در هکتار تیمار صنوبر خالص و دیگر تیمارهایی را که درصد صنوبر بیشتری دارند، سرعت رشد بیشتر این گونه نسبت به توسکا بیان کردند [۸]. به‌نظر می‌رسد تولید در هکتار تیمارهای آمیخته با توجه به تولید چوب متنوع و همچنین ایجاد بوم‌سازگان پویا بیشتر پذیرفتنی باشد [۱۹].

سطح برگ در تیمار خالص توسکا از سایر تیمارها بیشتر بود. توسکا دارای تاجی گسترده‌تر

جدول ۳. مقایسه میانگین (\pm اشتباه معیار) خصوصیات خاک در تیمارهای مختلف آمیختگی صنوبر دلتونیدس و توسکای بیلاقی

Sig.	F	توسکا		صنوبر ۶۷٪		صنوبر ۵۰٪		
		۱۰۰٪	۷/۱۰±۰/۵	توسکا ۳۳٪	۶/۸۸±۰/۱	توسکا ۳۳٪	۷/۰۱±۰/۴	
۰/۹۶۹	۰/۱۳۰	۷/۱۰±۰/۵	۶/۸۸±۰/۱	۷/۰۱±۰/۴	۷/۰۳±۰/۲	۷/۱۷±۰/۵	اسیدیته (pH)	
۰/۹۱۵	۰/۲۳۴	۱۴۸/۷۸±۲۳/۹	۱۳۹/۳۰±۶/۹	۱۴۳/۹۳±۳۰/۸	۱۶۲/۲۰±۱۵/۸	۱۵۷/۶۳±۱۰/۲	قابلیت هدایت الکتریکی (μs/Cm)	
۰/۸۱۸	۰/۳۸۲	۱/۰۸±۰/۲	۱/۲۵±۰/۴	۱/۱۳±۰/۱	۱/۰۸±۰/۲	۱/۳۰±۰/۲	جرم مخصوص ظاهری (g/Cm ³)	
۰/۳۸۳	۱/۱۲۱	۴/۳۱±۰/۶	۵/۰۸±۰/۳	۴/۴۰±۰/۷	۴/۷۰±۰/۳	۵/۴۹±۰/۲	ماده آلی (%)	
۰/۳۸۰	۱/۱۲۳	۲/۵۱±۰/۳	۲/۹۵±۰/۷	۲/۵۶±۰/۴	۲/۷۳±۰/۲	۳/۱۹±۰/۱	کربن آلی (%)	
۰/۳۸۱	۱/۱۲۰	۰/۲۱±۰/۰۳	۰/۲۵±۰/۰۱	۰/۲۱±۰/۰۴	۰/۲۳±۰/۰۱	۰/۲۷±۰/۰۱	نیترژن (%)	
۰/۵۲۱	۰/۸۴۰	۵/۳۲±۰/۳	۶/۶۱±۱/۴	۵/۳۲±۰/۴	۶/۳۱±۰/۳	۸/۳۵±۲/۶	فسفر (ml/kg)	
۰/۰۹۱	۲/۴۵۱	۱۳۳/۵±۱۱/۵	۱۷۴/۱±۱۲/۱	۱۵۲/۸±۱۴/۶	۲۰۶/۵±۲۱/۹	۱۹۸/۰۱±۳۰/۴	پتاسیم (ml/kg)	

پیش‌بینی می‌شود که در مراحل آبی توسعه این جنگلکاری‌ها نتایج متفاوتی حاصل شود.

نتیجه‌گیری

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان گفت آمیختگی، تأثیر مثبت بر رویش در سطح توده داشت و بهترین تیمار، آمیخته ۳۳ درصد صنوبر: ۶۷ درصد توسکا است. براساس نتایج می‌توان ملاحظه کرد که رشد توسکا در کاشت آمیخته با صنوبر تحت فشار رقابت قرار می‌گیرد و صنوبر از فضای ایجادشده برای توسعه تاج و رشد بیشتر بهره می‌برد؛ اما از نظر زنده‌مانی، آمیختگی شرایط را برای توسکا بهبود می‌دهد. همچنین به‌نظر می‌رسد برای ارزیابی اثر جنگلکاری‌های مختلف بر خصوصیات مختلف خاک لازم است بیش از دو دهه از زمان جنگلکاری بگذرد.

سپاسگزاری

از همکاری‌های ارزشمند اعضای هیأت علمی ایستگاه تحقیقاتی جنگل و مرتع چمستان و همچنین از آقایان مهندس یونس شاهرخ‌زاده و مهندس اردلان دریایی برای همکاری‌های متعدد در آماربرداری و فعالیت‌های میدانی صمیمانه سپاسگزاریم.

در تحقیق حاضر تفاوت معنی‌داری در خصوصیات خاک به‌واسطه جنگلکاری ایجاد نشد. مطالعات مختلفی در بررسی تأثیر جنگلکاری آمیخته بر خاک، نبود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای مختلف را بیان کرده‌اند [۵، ۶، ۸، ۲۰]. کایا و رینال (۲۰۰۱) در بررسی ماده آلی جنگلکاری‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس تفاوتی مشاهده نکردند که علت آن را افزایش فعالیت بیولوژیکی خاک ذکر کردند [۱۰]. نبود تفاوت در نیترژن خاک را می‌توان به خاصیت تثبیت‌کنندگی نیترژن در خاک برای توسکا و گسترش زیاد ریشه در صنوبر نسبت داد [۱۷]. در مطالعه‌ای درباره مقدار فسفر و پتاسیم خاک بیان شد که حضور گونه تثبیت‌کننده نیترژن سبب افزایش فسفر قابل جذب می‌شود [۲۱]، اما در بررسی حاضر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

اگرچه انتظار می‌رود با توجه به اثر متفاوت این دو گونه بر ویژگی‌های خاک و نیز تفاوت مقدار تولید برگ ویژگی‌های مختلف خاک تفاوت داشته باشند، به‌نظر می‌رسد مدت زمان سپری‌شده از استقرار جنگلکاری برای ایجاد تمایز معنی‌دار بین تیمارها کافی نیست.

References

- [1]. Nunes, L., Gower, S.T., Monteiro, M.L., Lopes, D., and Rego, F.C. (2014). Growth dynamics and productivity of pure and mixed *Castanea sativa* Mill. and *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco plantations in northern Portugal. *iForest Biogeosciences and Forestry*, 7(2): 92-102.
- [2]. Birler, A. S. (1990). *A Study of Yield form I-214 Poplar Plantation*, Izmit, Turkey.
- [3]. Alizadeh, A.K., Lashgarara, F., and Kiadaliri, H. (2012). Effect of Socio-economic factors on development of poplar plantation in Guilan province (Case Study: Somesara). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 20(2): 346-356.
- [4]. Khanna, P.K. (1997). Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. *Forest Ecology and Management*, 94(1): 105-113.
- [5]. 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. *Forest Ecology and Management*, 124(1): 45-77.
- [6]. Rhodes, C., and Binkley, D. (1996). Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian *Eucalyptus* and *Albizia* plantations. *Forest Ecology and Management*, 80(1): 47-56.
- [7]. Habibi kaseb, H. (1991). *Forest Soils*, University of Tehran Press, Tehran.
- [8]. Mokhtari, J., Ebrahimi, E., Zabihi, K., and Sayyad, E. (2008). Comparative study of soil properties, quantitative and qualitative characteristics of mixed and pure afforestation of Poplar and Alder in Chamestan (Mazandaran). *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 16(2): 197-210.
- [9]. Stanturf, J. A., and Madsen, P. (2010). *Restoration of Boreal and Temperate Forests*, CRC Press. Boca Raton, USA.
- [10]. Kaya, Z., and Raynal, D.J. (2001). Biodiversity and conservation of Turkish forests. *Biological Conservation*, 97(1): 131-141.
- [11]. Montagnini, F., Cusack, D., Petit, B., and Kanninen, M. (2005). Environmental services of native tree plantations and agroforestry systems in Central America. *Journal of Sustainable Forest*, 21(1): 51-67.
- [12]. Piotta, D., Viques, E., Montagnini, F., and Khanna, M. (2004). Pure and mixed forest plantations with native species of the dry tropics of Costa Rica: a comparison of growth and productivity. *Forest Ecology and Management*, 190(1): 359-372.
- [13]. Rouhi Moghaddam, A., Ebrahimi, E., Hosseini, S.M., Rahmani, A., and Tabari, M. (2009). Comparison of growth characteristics of oak in pure and mixed plantations. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research*, 17(2): 210-224.
- [14]. Petit, B., and Montagnini, F. (2006). Growth in pure and mixed plantations of tree species used in reforesting rural areas of the humid region of Costa Rica, Central America. *Forest Ecology and Management*, 233(1): 338-343.
- [15]. Montagnini, F., Gonzalez, E., Porras, C., and Rheingans, R. (1995). Mixed and pure forest plantations in the humid neotropics: a comparison of early growth, pest damage and establishment costs. *The Commonwealth Forestry Review*, 74(4): 306-314.
- [16]. Eslamdoust, J. (2015). Allometric equations, biomass estimation and carbon sequestration of *P. deltoids*, *A. subcordata* and *T. distichum* trees in 20 years old-plantation, Northern Iran. MSc. Thesis Tarbiat Modares University. 80 pp.
- [17]. Sayyad, E., Hosseini, S.M., Mokhtari, J., Mahdavi, R., Jalali, S.G., Akbarinia, M., and Tabari, M. (2006). Comparison of growth, nutrition and soil properties of pure and mixed stands of *Populus deltoids* and *Alnus subcordata*. *Silva Fennica*, 40(1): 27-35.

- [18]. Eslamdoust, J., Sohrabi, H., Hosseini, S.M., and Naseri, B. (2014). Estimation of biomass factor and biomass expansion factor for *Populus deltoides*, *Alnus subcordata* and *Taxodium distichum* in koludeh plantation, Amol. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(3): 540-549.
- [19]. Badehian, Z., Mansouri, M., Foshat, M., Fakhari, M. A., Hosseini, S.M. (2016). Investigation on the soil carbon sequestration in natural forest and different plantation types (case study: Chamestan forest, Mazandaran). Journal of Forest and Wood Products, 69(3): 523-534.
- [20]. KiaDaliri, Sh., Tabari, M., Sarmadian, F., Zia-i-Ziabari, S.F. (2006). A comparison of *Populus X. euramericana* growth on different soils in western Mazandaran plain. Journal of Forest and Wood Products, 58(4): 823-830.
- [21]. Cannell, M. G., Malcolm, D. C., and Robertson, P. A. (1992). The Ecology of Mixed-Species Stands of Trees, Blackwell Scientific Publications, London.