

مقایسه خواص خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن *Populus euramericana* (Dode) Guinier خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی *Alnus subcordata* C.A.Mey

مهندس احسان صیاد^{۱*}

دکتر سید محسن حسینی^۲، دکتر مسلم اکبری‌نیا^۳

مهندس شایسته غلامی^۴

۱- کارشناسی ارشد رشته جنگل‌داری دانشگاه تربیت

۲- استادیار گروه جنگل‌داری دانشگاه تربیت مدرس

۳- استادیار گروه جنگل‌داری دانشگاه تربیت مدرس

۴- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته جنگل‌داری دانشگاه تربیت مدرس

(تاریخ دریافت: ۱۳۸۳/۰۸/۱۲، تاریخ تصویب: ۱۳۸۴/۰۹/۱۲)

چکیده

کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید جنگلکاری خالص گونه‌های تند رشد در بلند مدت سبب بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی تثبیت‌کننده نیتروژن در جنگلکاری‌های آمیخته شده است. هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکای بیلاقی بر خصوصیات خاک می‌باشد. به منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک، از عمق‌های ۰-۱۵، ۱۵-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های واقع در کنار ایستگاه تحقیقات چمستان و نیز قطعات شاهد (سه نمونه در خارج از جنگلکاری‌ها) نمونه‌برداری انجام گرفت. پس از انتقال نمونه‌ها به آزمایشگاه خصوصیات متعددی از خاک نظیر بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، مقدار ماده آلی، کربن آلی، نیتروژن کل و چندین عنصر غذایی قابل جذب (Mg و K، P، Ca) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن، نسبت C/N، ماده آلی و هدایت الکتریکی در عمق‌های ۰-۱۵ و ۱۵-۳۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکای بیلاقی بوده است. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که حضور توسکای بیلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن در افزایش حاصلخیزی خاک مؤثر بوده و عامل مهمی در استمرار تولید این جنگلکاری‌ها به شمار می‌آید.

کلید واژه

توسکای بیلاقی، جنگلکاری آمیخته، صنوبر اورامریکن، گونه تثبیت‌کننده نیتروژن.

سر آغاز

اکثر جنگلکاری‌ها، از جمله صنوبرها، به صورت خالص کاشته می‌شوند که این موضوع پایداری رشد آنها را با مشکل مواجه می‌کند به طوری که برداشت‌های مکرر از این جنگلکاری‌ها در دوره‌های کوتاه مدت سبب کاهش مواد غذایی رویشگاه شده (Khanna, 1997) و با توجه به وابستگی تولید جنگلکاری به مواد غذایی خاک و به دلیل تغییر این مواد در اثر فعالیت‌های مدیریتی و نوع گونه‌های گیاهی موجود (Binkley et al., 2000) ضرورت استفاده از یک سیستم جدید مدیریت جنگل‌کاری محسوس است (Khanna, 1997).

کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید جنگلکاری‌ها در بلند مدت به ویژه در گونه‌های تند رشد سبب بهره‌گیری از درختان تثبیت‌کننده نیتروژن در جنگلکاری‌های آمیخته شده است (Rhoades and Bin-kley, 1996) زیرا گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن به دلیل تولید نیتروژن زیاد و نیز بالا بودن سرعت تجزیه لاشبرگ آنها (Parrotta, 1999) نقش مهمی در جبران کاهش نیتروژن خاک در اثر برداشت‌های مکرر این عنصر غذایی از خاک (Khanna, 1997) بر عهده دارند. علاوه

کاهش سطح جنگل‌های شمال ایران و سیاست‌های اخیر کشور مبنی بر حداقل بهره‌برداری از جنگل‌ها که ره‌آورد آن عدم تولید چوب کافی جهت تأمین نیاز گسترده صنایع وابسته به چوب در استان مازندران می‌باشد، ضرورت توسعه گونه‌های (درختی) سریع‌الرشد مانند صنوبر را ایجاب نموده است (کیادلیری، ۱۳۸۱). توان سازش و سرعت رشد بالای این گونه گیاه و در نتیجه گسترش زیاد و موفق آن (کیادلیری، ۱۳۸۱)، همچنین به دلیل کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی و نیز نقش آن در اشتغال‌زایی و توسعه اقتصادی - اجتماعی مناطق روستایی از اهمیت بسزایی برخوردار است (اسدی، ۱۳۸۰؛ کیادلیری، ۱۳۸۱). در راستای گسترش صنوبرکاری‌ها به عنوان یک راهکار علمی در تولید و تأمین چوب کافی برای نیل به خودکفایی کشور (مختاری، ۱۳۷۹) و با توجه به صنوبرکاری ۲۰۰۰۰ هکتار از جلگه‌های شمال کشور در سه دهه اخیر (هدایتی، ۱۳۷۹)، مطالعه و بررسی بیشتر در زمینه افزایش و استمرار تولید آنها امری اجتناب‌ناپذیر است.

است. لازم به ذکر است جنگلکاری آمیخته این دو گونه به صورت تک اشکوبه ردیفی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

جهت نمونه‌برداری از خاک جنگلکاری‌های مورد مطالعه و به منظور همگن شدن تغییرات خاک منطقه، یک قطعه دو هکتاری (۱۰۰×۲۰۰ متر) از هر کدام از دو تیپ مذکور، به طوری که در کنار هم قرار گیرند، جهت مقایسه در نظر گرفته شد و انتخاب نمونه‌ها با به کارگیری روش منظم تصادفی با شبکه‌ای به ابعاد ۲۰×۵۰ متر صورت گرفت.

بدین ترتیب خاک با استفاده از اوگر استوانه‌ای به قطر ۷/۶ سانتیمتر و از سه عمق جداگانه ۱۵-۰، ۳۰-۱۵ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک جنگل کاری‌ها و قطعات شاهد (سه قطعه نمونه در خارج از جنگل کاری و در محیط باز) نمونه‌برداری انجام شد. به منظور کاهش خطا و افزایش دقت سه پیش نمونه، هر کدام از سه عمق جداگانه مذکور و به شکل مثلثی از سه نقطه نزدیک یکدیگر (در مساحتی حدود ۱۷×۱۷ متر) برداشت شد که در نهایت؛ از ترکیب پیش نمونه‌های حاصل از یک قطعه نمونه، نمونه‌های ترکیبی^۲ در عمق‌های مجزا به دست آمد (Carter, 1993). نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه، در هوای آزاد خشک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شدند و از نمونه‌های ترکیبی جهت تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شد.

بافت خاک با استفاده از روش دانسیتمتری بایکاس که بر مبنای تئوری تغییرات وزن مخصوص (وزن در واحد حجم) مخلوط خاک و آب طی رسوب‌گذاری پایه‌گذاری شده؛ تعیین شد. pH (اسیدیته) خاک با دستگاه pH متر الکترونیکی در محلول ۱:۲/۵، خاک به آب مقطر و هدایت الکتریکی خاک (EC) در محلول ۱:۵ خاک به آب مقطر با دستگاه EC سنج الکترونیکی اندازه‌گیری شد. مقدار ماده آلی و کربن آلی با استفاده از روش سرد (روش والکی بلک) و نیتروژن کل با استفاده از روش کج‌دال و دستگاه کج‌دال تعیین شد. فسفر قابل جذب با استفاده از روش OL-SEN (غازان ساهی، ۱۳۷۶) و دستگاه اسپکتروفوتومتر اندازه‌گیری شد. پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب با استفاده از روش طیف‌سنجی اتمی و دستگاه طیف‌سنج جذب اتمی اندازه‌گیری شدند.

روش تجزیه و تحلیل

تجزیه و تحلیل آماری داده‌های مربوط به خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک با استفاده از نرم‌افزار SPSS 10 انجام شد، لازم به ذکر است که قبل از تجزیه و تحلیل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسه کلی داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و مقایسه چندگانه با به کارگیری آزمون‌های Tukey-HSD و Duncan صورت پذیرفت.

بر این، آمیختگی گونه‌های با نیاز غذایی و چرخه غذایی متفاوت ممکن است نسبت به توده خالص، نیاز کمتری را به مواد غذایی رویشگاه نشان دهد (Montagnini, 2000). هر چند در مواردی شاهد افزایش تولید در جنگلکاری‌های آمیخته در مناطق معتدله و گرمسیری هستیم، اما در مجموع نمی‌توان به درستی در مورد آنها قضاوت کرد و همچنان مسئله هماهنگی گونه و رویشگاه و انتخاب گونه مکمل در این جنگلکاری‌های آمیخته، دارای اهمیت بیشتری است (Parrotta, 1999).

گونه توسکای بیلاقی یکی از گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن بوده (حبیبی کاسب، ۱۳۷۱) که از رشد سریعی نیز برخوردار است و می‌تواند از کاشت آمیخته آن با گونه‌های مختلف صنوبر در جهت افزایش تولید و جبران کاهش نیتروژن خاک بهره برد.

این تحقیق با هدف بررسی تأثیر دو گونه توسکای بیلاقی صنوبر اورامریکن و بر خصوصیات خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته و نیز ارزیابی تأثیر آمیختگی توسکای بیلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن انجام شده است.

وضعیت رویشگاه

جنگلکاری‌های *Populus euramericana* (Dode) Guinier که به صورت خالص و آمیخته با *Alnus subcordata* C.A.Mey می‌باشند در کنار ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان در پارسل ۱۰۴ طرح جنگل‌داری سوردار - واتاشان در ۳۶-۲۹ درجه عرض شمالی و ۵۵-۵۱ درجه طول شرقی واقع شده‌اند. ارتفاع از سطح دریای آزاد منطقه ۱۰۰ متر، شیب عرصه ۳-۰ درصد و دارای سطحی هموار است. متوسط بارندگی سالانه این منطقه ۸۰۳/۴ میلی‌متر است که حداکثر و حداقل بارندگی ماهانه به ترتیب در ماه‌های اکتبر (حدود آبان ماه) و جولای (حدود تیر ماه) صورت می‌گیرد. طبق منحنی آمبروترمیک فصل خشک از اواخر خرداد تا اواسط مهر است. منطقه مورد مطالعه به دوران سوم و دوره میوسن فوقانی تعلق دارد. عرصه دارای خاک عمیق به رنگ قهوه‌ای تیره و خیلی تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکستری خیلی تیره، بافت متوسط لومی و ساختمان فشرده است که بر روی افق خاکستری - زیتونی رنگ دارای بافت متوسط^۱ و ساختمان فشرده تا مکعبی خیلی ضعیف و دارای مقداری لکه‌های رنگی واقع شده است.

طرح کاشت جنگل کاری‌ها

جنگل کاری *Populus euramericana* (Dode) Guinier به صورت خالص و آمیخته با *Alnus subcordata* C.A.Mey (۵۰:۵۰ درصد) در سال ۱۳۶۶ با نهال‌های یک ساله و با فاصله کاشت ۲×۲ متر در کنار ایستگاه تحقیقات چمستان در پارسل ۱۰۴ طرح جنگل‌داری سوردار - واتاشان ایجاد شد و به ترتیب دارای مساحت‌های ۱۸ و ۸ هکتار

نتایج

صنوبر و توسکا بیشتر از جنگل کاری خالص صنوبر و نمونه شاهد است (در سطح ۹۵ درصد) (جدول شماره ۱). همچنین تفاوت معنی‌داری (در سطح ۹۹ درصد) بین مقدار نیتروژن کل در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های آمیخته با جنگل کاری خالص و نمونه شاهد تفاوت مشاهده می‌شود در صورتی که این اختلاف، در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک معنی‌دار نیست (در سطح ۹۵ درصد) (جدول شماره ۱).

نسبت کربن به نیتروژن در دو عمق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگل کاری آمیخته صنوبر اورامریکن با توسکای بیلاقی با جنگلکاری‌های خالص و نمونه شاهد دارای تفاوت معنی‌داری می‌باشد، اما عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری تفاوتی بین تیمارهای مورد مطالعه مشاهده نمی‌گردد (جدول شماره ۱).

بررسی مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص، آمیخته با توسکای بیلاقی و نمونه شاهد نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری بین مقدار کلسیم قابل جذب در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک تیمار صنوبر خالص و نمونه شاهد وجود دارد همچنین این امر در مورد مقدار کلسیم تیمارهای مذکور در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری نیز صادق است ولی در مورد سایر عناصر تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی مشاهده نمی‌شود (جدول شماره ۱).

نتایج به دست آمده بیانگر آن است که اسیدیته (pH) خاک در جنگل کاری‌ها مورد مطالعه در هیچ یک از عمق‌های نمونه‌برداری شده تفاوت معنی‌داری در مقایسه با یکدیگر و با نمونه شاهد نشان نداد (جدول شماره ۱).

مقایسه نتایج حاصل از هدایت الکتریکی خاک نشان داد که بین مقدار شاخص یاد شده در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری جنگل کاری آمیخته با جنگل کاری خالص و نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری وجود داشت، این امر همچنین در مورد مقایسه میانگین هدایت الکتریکی عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های آمیخته با انواع خالص و نمونه شاهد مشاهده شد، ولی این تفاوت در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتر معنی‌دار نیست (جدول شماره ۱).

از نظر میزان درصد کربن آلی و ماده آلی، تفاوت معنی‌داری در عمق ۱۵-۰ سانتیمتر خاک جنگل کاری آمیخته با جنگل کاری خالص و نمونه شاهد مشاهده شد (جدول شماره ۱).

تفاوت میزان نیتروژن کل در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های آمیخته با جنگل کاری صنوبر خالص در سطح ۹۵ درصد معنی‌دار است، در صورتی که با نمونه شاهد تفاوت معنی‌داری را نشان نمی‌دهد، به گونه‌ای که میزان درصد نیتروژن در جنگلکاری‌های آمیخته

جدول شماره ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای بیلاقی

ویژگی‌های خاک	تیمارها عمق (سانتیمتر)	۱۰۰ درصد صنوبر	۵۰ درصد صنوبر، ۵۰ درصد توسکا	شاهد	آنالیز واریانس
اسیدیته (pH)	۰-۱۵	a ۶/۵۱ ۳/۳۹	a ۶/۸۴ ۰/۶۹	a ۶/۳۹ ۰/۷۰	n.S
	۱۵-۳۰	a ۶/۹۵ ۰/۸۹	a ۷/۱۲ ۰/۹۲	a ۶/۴۳ ۰/۸۶	n.S
	۳۰-۶۰	a ۶/۸۰ ۰/۸۸	a ۷/۵۸ ۰/۵۴	a ۶/۷۴ ۱/۲۱	n.S
هدایت الکتریکی (EC)	۰-۱۵	b ۰/۰۷ ۰/۰۱	a ۰/۱۵ ۰/۰۲	b ۰/۰۶ ۰/۰۱	**
	۱۵-۳۰	b ۰/۰۹ ۰/۰۱	a ۰/۱۰ ۰/۰۲	b ۰/۰۴ ۰/۰۱	**
	۳۰-۶۰	a ۰/۰۷ ۰/۰۳	a ۰/۱۰ ۰/۰۴	a ۰/۰۵ ۰/۰۲	n.S
کربن آلی (درصد)	۰-۱۵	b ۲/۷۰ ۰/۰۱	a ۲/۸۲ ۰/۰۲	b ۲/۷۳ ۰/۰۴	**
	۱۵-۳۰	a ۱/۲۸ ۰/۰۵	a ۱/۳۲ ۰/۰۳	a ۱/۱۸ ۰/۲۲	n.S
	۳۰-۶۰	a ۰/۹۷ ۰/۰۷	a ۰/۸۲ ۰/۰۵	a ۰/۹۵ ۰/۱۷	n.S

ادامه جدول شماره ۱ - مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای بیلاقی

*	ab ۰/۳۱ ۰/۰۶	a ۰/۴۰ ۰/۰۷	b ۰/۲۷ ۰/۰۲	۰-۱۵	نیتروژن کل (درصد)
**	b ۰/۱۲ ۰/۰۱	a ۰/۲۲ ۰/۰۴	b ۰/۱۵ ۰/۰۲	۱۵-۳۰	
n.s	a ۰/۰۷ ۰/۰۲	a ۰/۰۷ ۰/۰۱	a ۰/۰۷ ۰/۰۰۵	۳۰-۶۰	
*	ab ۸/۹۲ ۱/۸۲	b ۷/۱۸ ۱/۳۰	a ۹/۹۵ ۰/۵۵	۰-۱۵	نسبت کربن به نیتروژن
**	a ۱۰/۱۵ ۱/۷۳	b ۶/۰۱ ۰/۷۴	ab ۸/۷۶ ۰/۹۹	۱۵-۳۰	
n.s	a ۱۵/۶۰ ۵/۹۰	a ۱۱/۹۳ ۳/۱۰	a ۱۳/۹۱ ۱/۳۱	۳۰-۶۰	
**	ab ۴/۶۹ ۰/۰۷	a ۴/۸۵ ۰/۰۳	b ۴/۶۶ ۰/۰۲	۰-۱۵	ماده آلی (درصد)
n.s	a ۲/۰۴ ۰/۳۸	a ۲/۶۱ ۰/۰۶	a ۲/۱۹ ۰/۰۹	۱۵-۳۰	
n.s	a ۱/۶۳ /۳۰	a ۱/۴۱ ۰/۰۸	a ۱/۶۶ ۰/۱۲	۳۰-۶۰	
n.s	a ۱۵/۲۳ ۲/۸۸	a ۲۷/۴۵ ۱۱/۱۰	a ۱۹/۲۶ ۵/۳۹	۰-۱۵	فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
n.s	a ۲۵/۷۶ ۷/۲۳	a ۲۵/۳۰ ۶/۸۵	a ۲۲/۴۲ ۴/۹۷	۱۵-۳۰	
n.s	a ۱۴/۲۸ ۷/۲۳	a ۱۶/۶۷ ۳/۷۱	a ۱۵/۲۴ ۵/۲۵	۳۰-۶۰	
n.s	a ۴۶/۶۶ ۵/۷۸	a ۵۲/۵۰ ۶/۵۰	a ۴۷/۵۰ ۱۰/۰۰	۰-۱۵	پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
n.s	a ۳۸/۳۳ ۲۰/۲۱	a ۵۰/۰۰ ۱۳/۵۴	a ۳۷/۵۰ ۱۷/۰۸	۱۵-۳۰	
n.s	a ۲۸/۳۳ ۱۶/۰۷	a ۳۵/۰۰ ۱۴/۷۱	a ۱۷/۵۰ ۲/۸۹	۳۰-۶۰	
n.s.d	a ۳۰/۰۰ ۱۸/۲۰	ab ۲۶/۲۵ ۶/۲۹	b ۱۱/۲۵ ۲/۵۰	۰-۱۵	کلسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
n.s	a ۱۳/۳۳ ۵/۷۷	a ۳۶/۲۵ ۱۵/۴۸	a ۲۷/۵۰ ۱۵/۵۵	۱۵-۳۰	
**	b ۱۳/۳۳ ۷/۶۴	a ۶۵/۰۰ ۴/۰۸	b ۱۵/۰۰ ۱۰/۸۰	۳۰-۶۰	
n.s	a ۱۵/۰۰ ۵/۰۰	a ۱۲/۵۰ ۲/۸۹	a ۱۲/۵۰ ۲/۸۹	۰-۱۵	منیزیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
n.s	a ۱۰/۰۰ ۲/۰۰	a ۱۳/۷۵ ۲/۵۰	a ۱۲/۵۰ ۶/۴۶	۱۵-۳۰	
n.s	a ۱۰/۰۰ ۵/۰۰	a ۱۳/۷۵ ۲/۵۰	a ۱۰/۰۰ ۴/۰۸	۳۰-۶۰	

ادامه جدول شماره ۱- مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای بیلاقی

n.s	a ۳۲/۵۷ ۷/۱۱	a ۳۳/۴۴ ۱۱/۵۲	a ۳۳/۴۴ ۱۱/۵۲	۰-۱۵	درصد شن
n.s	a ۲۹/۶۸ ۱۱/۱۴	a ۲۷/۹۲ ۶/۷۲	a ۲۵/۱۴ ۱۱/۶۷	۱۵-۳۰	
n.s	a ۳۱/۶۸ ۱۰/۷۲	a ۲۷/۶۸ ۱۲/۷۶	a ۲۹/۲۵ ۱۱/۷۷	۳۰-۶۰	
n.s	a ۳۴/۶۷ ۷/۰۲	a ۳۲/۷۳ ۴/۴۱	a ۳۳/۸۱ ۵/۷۰	۰-۱۵	درصد سیلت
n.s	a ۳۹/۸۵ ۴/۲۳	a ۴۰/۹۱ ۴/۷۱	a ۴۳/۴۵ ۴/۱۱	۱۵-۳۰	
n.s	a ۴۰/۱۲ ۵/۳۶	a ۳۹/۵۷ ۳/۱۶	a ۳۷/۳۴ ۴/۳۶	۳۰-۶۰	
n.s	a ۳۲/۷۵ ۲/۱۳	a ۳۳/۸۳ ۵/۴۴	a ۳۲/۷۵ ۱/۰۱	۰-۱۵	درصد رس
n.s	a ۳۰/۴۷ ۹/۰۲	a ۳۱/۱۷ ۱۲/۴۴	a ۳۱/۴۱ ۴/۳۰	۱۵-۳۰	
n.s	a ۳۲/۲۰ ۱۶/۱۷	a ۳۲/۷۵ ۱۱/۵۲	a ۳۳/۴۱ ۱۶/۴۸	۳۰-۶۰	

اعدادی که با حروف مشترک نشان داده شده‌اند از نظر آماری در سطح درصد معنی‌دار نیست. در زیر اعداد میانگین انحراف از معیار آمده است. **، * و n.s: به ترتیب معنی‌دار در سطح ۵/۱ درصد و غیر معنی‌دار (آزمون توکی HSD). n.s.d: معنی‌دار در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن

بحث و نتیجه‌گیری

تفاوت در اسیدیته خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته گونه‌های گیاهی غیر تثبیت‌کننده نیتروژن و یک گونه دارای توان تثبیت نیتروژن با نمونه شاهد اشاره کرد (Parrotta, 1999). با مقایسه اسیدیته خاک جنگل کاری خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت‌کننده نیتروژن نتیجه گرفت که فقط آمیختگی یکی از دو گونه باعث کاهش اسیدیته خاک شده است Rhoades و Binkley (1995) به وجود تفاوت معنی‌دار در اسیدیته خاک عمق ۰-۱۵ سانتیمتری جنگل کارهای خالص و آمیخته اکالیپتوس و شب خسب در مقایسه با نمونه شاهد اشاره داشتند ولی بین اسیدیته خاک تیمارهای خالص و آمیخته تفاوتی مشاهده نکردند Giardin و همکاران (۱۹۹۵) با تحقیق بر جنگلکاری‌های *Alnus pseudotsuga menziesii* و *rubra* تفاوت معنی‌داری را در pH خاک (عمق ۰-۱۵ سانتیمتر) مشاهده نکردند.

هدایت الکتریکی خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکا بیشتر از جنگلکاری‌های خالص آن می‌باشد که دلیل این امر را شاید بتوان به تأثیر تاج پوشش انبوه‌تر جنگلکاری‌های آمیخته صنوبر اورامریکن نسبت داد.

افزایش مشاهده شده در درصد کربن و ماده آلی در عمق ۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگل کاری آمیخته صنوبر اورامریکن با توسکای

عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین اسیدیته خاک جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای بیلاقی و نیز با نمونه شاهد در عمق‌های مورد بررسی خاک، ناشی از عدم تغییر ماده آلی در تیمارهای آزمایشی است، به این دلیل که جایگزینی H^+ حاصل از نیتروفیکاسیون مواد آلی نیتروژن‌دار با کاتیون‌های بازی سبب افزایش اسیدیته خاک می‌شود. با توجه به اینکه حدود نیمی از مطالعات در زمینه گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن تفاوت معنی‌داری را در مورد کاهش اسیدیته گزارش داده‌اند و این در حالی است که نیمی دیگر چنین تفاوتی را نیافته‌اند (Fisher and Binkley, 1999)، ممکن است عدم تغییر اسیدیته خاک به علت عدم تغییر ماده آلی در تیمارها و در مقایسه با نمونه شاهد باشد، زیرا H^+ ایجاد شده در نیتروفیکاسیون مواد آلی جایگزین کاتیون‌های بازی و باعث افزایش اسیدیته خاک می‌شود. نتیجه حاصل با پژوهش‌های متعددی که کاهش اسیدیته خاک را در خاک‌های زیر کشت گونه‌های گیاهی تثبیت‌کننده نیتروژن گزارش داده‌اند متناقض است، اگرچه با مطالعه‌های دیگر در این زمینه که عدم تغییر اسیدیته خاک را با وجود دو برابر شدن ماده آلی نشان داده‌اند (Fisher and Binkley, 1999)، مطابقت دارد. همچنین Montagnini (2000) به عدم وجود

عدم تفاوت در عناصر غذایی قابل جذب نظیر فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکا در سایر بررسی‌های انجام شده توسط محققین دیگر نیز مشاهده شده است. شایان ذکر است که بین مقدار کلسیم قابل جذب در عمق‌های ۱۵-۰ و ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکا تفاوت وجود دارد زیرا بنا به نظر Fernan-dez et al و همکاران ۱۹۹۹ کلسیم جزء عناصری است که تحت تأثیر جنگل کاری قرار می‌گیرد. Parrotta (1999) در مقدار فسفر قابل جذب خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با هم و با نمونه شاهد تفاوتی مشاهده نکرد اما به وجود تفاوت کم بین میزان پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب پی برد و دلیل این امر را به شرایط قبلی جنگل کاری‌ها نسبت داد. البته در مواردی گزارش شده که حضور گونه تثبیت کننده نیتروژن باعث افزایش فسفر قابل جذب می‌گردد (Binkley, 1992). Montagnini (2000) نیز با مقایسه عناصر غذایی مذکور در خاک جنگل کاری خالص یک گونه تثبیت کننده نیتروژن با خاک جنگل کاری آمیخته آن با سه گونه غیر تثبیت کننده نیتروژن تنها در مقدار فسفر قابل جذب در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر تفاوتی را مشاهده کرد و در مورد سایر عناصر تفاوتی نیافت، او همچنین با بررسی در مورد این عناصر در سایر جنگل کاری‌ها نیز تنها تفاوت در فسفر قابل جذب در عمق ۱۵-۵ سانتیمتری خاک را گزارش کرد.

عدم مشاهده تفاوت در بافت خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکا بیانگر این مطلب است که تغییرات در بافت خاک نیاز به زمان بیشتری دارد.

به طور کلی با توجه به اینکه حضور گونه توسکای بیلاقی باعث افزایش نیتروژن (به ویژه در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری) و ماده آلی خاک شده است می‌توان تأثیر این آمیختگی را در حاصلخیزی خاک مثبت ارزیابی کرد، البته باید توجه داشت که تراکم کاشت و سن گونه گیاهی نیز در میزان این تأثیر مؤثر هستند اما آنچه مسلم است تأثیر بیشتر این جنگل کاری‌ها در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر بوده است. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که حضور توسکای بیلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن (ایجاد آمیختگی این دو گونه) در افزایش حاصلخیزی خاک مؤثر بوده و عامل مهمی در استمرار تولید این جنگل کاری‌ها به شمار می‌آید.

سپاسگزاری

از آقایان مهندس علیرضا علی‌عرب، مهندس صادق‌بور و مهندس کیومرث زارعی به دلیل کمک‌هایشان در انجام این تحقیق تشکر

بیلاقی در مقایسه با توده خالص و نمونه شاهد را می‌توان به حضور توسکا، نسبت داد و به این دلیل ماده آلی در خاک زیر کشت گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن افزایش می‌یابد (Fisher and Binkley, 1999). همچنین عدم وجود تفاوت بین درصد کربن و ماده آلی در عمق‌های پایین‌تر این جنگل کاری‌ها را می‌توان به افزایش فعالیت بیولوژیکی Parrotta (1999) در این عمق‌ها نسبت داد.

علت تفاوت در میزان نیتروژن موجود در عمق‌های ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن را علاوه بر فعالیت تثبیت کننده نیتروژن توسط گره‌های ریشه‌ای توسکا، می‌توان به تجزیه برگ نیز نسبت داد. Binkley (1997) دریافت که شب خسب (گونه تثبیت کننده نیتروژن) سبب افزایش نیتروژن خاک تا عمق ۲۰ سانتیمتری شد. Garcia-Montiel و Binkley (1998) در مقدار نیتروژن کل خاک (۲۰-۰ سانتیمتر) در جنگلکاری‌های شب خسب خالص بیشتر از جنگلکاری‌های اکالیپتوس خالص است. Parrotta (1999) به عدم وجود تفاوت در مقدار نیتروژن کل خاک (۲۰-۰ سانتیمتر) در جنگلکاری‌های اکالیپتوس آمیخته با دو گونه تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با جنگل کاری خالص اکالیپتوس پی برد اما تفاوتی بین مقدار نیتروژن کل جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با نمونه شاهد مشاهده نکرد. Dawson, Hansan (1982) و Dawson, Hansan, gartner, son (1983) افزایش نیتروژن در خاک جنگل کاری آمیخته صنوبر با توسکای قشلاقی را گزارش نمودند (FAO, 1992). همچنین Giodano 1984 تأثیر توسکا و افاقا در افزایش نیتروژن خاک جنگلکاری‌های صنوبر را مثبت ارزیابی کرد و Binkley Husted (1983) نیز به تأثیر گونه تثبیت کننده نیتروژن *Ceanthus sanguinas* در افزایش نیتروژن خاک جنگل کاری *Pesu-dotsuga menziesii* اشاره کردند.

تفاوت نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکای بیلاقی در مقایسه با جنگلکاری‌های خالص و نیز مقدار شاخص یاد شده در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتر در مقایسه با نمونه‌های شاهد را می‌توان ناشی از افزایش نیتروژن توسط توسکا در عمق‌های مذکور دانست. با توجه به وجود تفاوت معنی‌دارتر در میزان نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک، می‌توان چنین اظهار نمود که تأثیر توسکا بر نیتروژن خاک در این عمق بیشتر است. Parrotta (1999) به عدم وجود تفاوت معنی‌دار در نسبت کربن به نیتروژن خاک جنگلکاری‌های خالص اکالیپتوس و آمیخته با دو گونه تثبیت کننده نیتروژن در مقایسه با نمونه شاهد پی برد.

- Binkley, D., Giardian, Ch., Bashkin, M. A. 2000. Soil phosphorus pools and supply under the influence of Ecalyptus saligna and nitrogen-fixing Albizia falcataria .For. Ecol. and Manage. 128: 241-247pp.

- Binkley, D., Husted. 1983. Nitrogen accretion, soil fertility, and Douglas-fir nutrition in association with redstem ceanothus. Can.J. For. 13:122-125pp.

- Carter, M. R. 1993. Soil sampling and methods of analysis, LEWIS PUBLISHERS, pp.823.

- 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. pp. 152.

- Fernandez, R., Montagnini, F., Hamilton, H. 1999. The Influence of Five Native Tree Species on Soil Chemistry in Subtropical Humid Fores Region of Argentina, Journal of Tropical Forest-Science (Malaysia),10:2, 188- 196pp.

- Fisher, R., Binkley, D. 1999. Ecology and Managment of forest soil. JohnWiley&Sons,Inc., third edithion, pp. 489.

- Garsia-Montiel, D. C., Binkley, D. 1998. Effect of Eucalyptus saligna and Albizia falcataria on soil processes and nitrogen supply in Hawaii.Oecology, 113:547-556pp.

- Giardina, C. P.,et al. 1995. Alder increase soil phosphorus availability in a Douglas-fir plantation. Can.J. For. Res.25:1652-1657pp.

- Giodano, E. 1984. Poplar and Willows , Cultiva-

می‌نمایم.

یادداشت‌ها

1- Silty Loam

2- Composite sample

منابع مورد استفاده

- اسدی، ف. ۱۳۸۰. تنوع ژنتیکی و ساختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۸ ص.

- حبیبی کاسب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاک‌شناسی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۴۲۴ ص.

- غازان شاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ ص.

- کیادلیری، ش. ۱۳۸۱. بررسی جنگلکاری‌های صنوبر در خاک‌های متفاوت مناطق غربی مازندران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۴ ص.

- مختاری، ج. ۱۳۷۹. زراعت چوب صنوبر یک راهکار عملی در تولید چوب. چکیده مقالات اولین گردهمایی جنگل‌کاری با گونه‌های سریع‌الرشد در شمال کشور، ۷۲ ص.

- هدایتی، م. ۱۳۷۹. بررسی جنگل‌شناسی صنوبرکاری‌های شمال ایران. گونه‌های سریع‌الرشد، ۷۴ ص.

- Binkley, D. 1992. Mixture of nitrogen- fixing and non- nitrogen- fixing tree species. In: Cannel, M.G.R.,Malcom D.C.,Robertson P.A. (Eds), The Ecology of Mixed species stands of trees. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 99-123.

- Binkley, D. 1997. Bioassays of the influence of Ecalyptus saligna and Albizia falcataria on soil nutrient supply and limitation. For. Ecol. and Manage. 91:229-234pp.

tion and Silviculture, International Poplar Commission, Canada, 12pp.

- Khanna, P. K. 1997. Comparison of growth and nutrition of young monocultures and mixed stands of *Eucalyptus globulus* and *Acacia mearnsii*. For. Ecol. and Manage. 94:105-113pp.

- 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: 257-270pp.

- 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. 124:45-77pp.

- Rhoades, C., Binkley, D. 1996. Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian *Eucalyptus* and *Albizia* plantations. For. Ecol. and Manage. 80: 47-56pp.

Archive of SID