مقایسه خواص خاک جنگلکاری های صنوبر اورامریکن *Populus eurmaericana* (Dode)Guinier **خالص و آمیخته با توسکای ییلاقی** *Alnus subcordata* C.A.Mey.

[1]احسان صیاد* ، [2]سید محسن حسینی ، [2]مسلم اکبری نیا ، [3]شایسته غلامی

۱ – کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

۲– استادیار گروه جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

۳– دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری دانشگاه تربیت مدرس

تاریخ دریافت:۱۳۸۳/۰۸/۱۲ تاریخ تصویب:۱۳۸٤/۰۹/۱۲

چکیده

کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید جنگلکاری خالص گونه‌های تند رشد در بلند مدت سبب بهره‌گیری از گونه‌های گیاهی تثبیت کننده نیتروژن در جنگلکاری‌های آمیخته گردیده است. هدف از این تحقیق، بررسی تاثیر جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص و آمیخته با توسکای ییلاقی بر خصوصیات خاک می باشد. به منظور بررسی ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک، از عمق‌های ۱۵–۰، ۳۰–۱۵ و ۶۰–۳۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های واقع در کنار ایستگاه تحقیقات چمستان و نیز قطعات شاهد(سه نمونه در خارج از جنگلکاری‌ها) نمونه برداری 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(Mgو Ca، K،P) اندازگیری شد. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار نیتروژن، نسبت C/N، ماده آلی و هدایت الکتریکی در عمق‌های۱۵–۰ و ۳۰–۱۵ سانتیمتری خاک جنگلکاری صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکای ییلاقی بوده است. به طور کلی می توان چنین نتیجه گیری کرد که حضور توسکای ییلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن در افزایش حاصلخیزی خاک موثر بوده و عامل مهمی در استمرار تولید این جنگلکاری‌ها به شمار می آید.

کلید واژه :

توسکای ییلاقی، جنگلکاری آمیخته، صنوبر اورامریکن، گونه تثبیت کننده نیتروژن

سر آغاز

کاهش سطح جنگل‌های شمال ایران و سیاست‌های اخیر کشور مبنی بر حداقل بهره‌برداری از جنگل‌ها که ره‌آورد آن عدم تولید چوب کافی جهت تامین 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 گیاهی و درنتیجه 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 برخوردارمی باشد(اسدی، ۱۳۸۰، کیادلیری، ۱۳۸۱). در راستای گسترش صنوبرکاری‌ها به عنوان یک راهکار علمی در تولید و تامین 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 اجتناب ناپذیر است.

اکثر جنگلکاری‌ها، از جمله صنوبرها، به صورت خالص کاشته می-شوند که این موضوع پایداری رشد آنها را با مشکل مواجه می‌کند به طوری که با 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 تغیر این مواد در اثر فعالیت‌های مدیریتی و نوع گونه‌های گیاهی موجود(Binkley et al., 2000) ضرورت استفاده از یک سیستم جدید مدیریت جنگلکاری محسوس می باشد(Khanna, 1997). کاهش حاصلخیزی خاک و عدم استمرار تولید جنگلکاری‌ها در بلند مدت به ویژه در گونه‌های تند رشد سبب بهره‌گیری از درختان تثبیت کننده نیتروژن در جنگلکاری‌های آمیخته شده است(Rhoades and Binkley, 1996) زیرا گونه‌های تثبیت کننده 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.

بـر 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 شـاهد افزایش تولید در جنگلکاری‌های آمیخته در مناطق معتدله و گرمسـیری هستیم، اما در مجموع نمی‌توان به درسـتی 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 توسـکای ییلاقی یکی از گونه‌هـای تثبیت‌کننده نیتروژن بوده (حبیبی کاسـب، ۱۳۷۱) که از رشد سریعی نیز برخوردار است و می‌توان از کاشت آمیخته آن با گونه‌های مختلف صنوبر در جهت افزایش تولید و جبران کاهش نیتروژن خاک بهره برد.

این تحقیق با هدف بررسـی تأثیر دو گونه توسـکای ییلاقی صنوبر اورامریکـن و بر خصوصیات خاک جنگلکاری‌هـای خالص و آمیخته و نیز ارزیابی تأثیر آمیختگی توسـکای ییلاقـی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن انجام شده است.

وضعیت رویشگاه

جنگلکاری‌های *Populus eurmaericana* (Dode) Guinier که بـه صورت خالص و آمیخته با *Alnus subcordata* C.A.Mey می‌باشـند در کنار ایسـتگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان در پارسل ۱۰۴ طرح جنگل‌داری سوردار – واتاشان در ۳۶–۲۹ درجه عرض شمالی و ۵۵–۵۱ درجه طول شـرقی واقع شـده‌اند. ارتفاع از سـطح دریای آزاد منطقه ۱۰۰ متر، شـیب عرصه ۳–۰ درصد و دارای سطحی هموار است. متوسـط بارندگی سـالانه این منطقه ۸۰۳/۴ میلیمتر است که حداکثر و حداقـل بارندگی ماهانه بـه ترتیب در ماه‌های اکتبر (حـدود آبان ماه) و جولای (حدود تیر ماه) صورت می‌گیرد. طبق منحنی آمبروترمیک فصل خشـک 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 قهـوه‌ای تیره و خیلی تیره تا قهوه‌ای متمایل به خاکسـتری خیلی تیره، بافت متوسط لومی و سـاختمان فشرده است که بر روی افق خاکستری – زیتونی رنگ دارای بافت متوسـط[1] و ساختمان فشرده تا مکعبی خیلی ضعیف و دارای مقداری لکه‌های رنگی واقع شده است.

طرح کاشت جنگل‌کاری‌ها

جنگل‌کاری *Populus eurmaericana* (Dode) Guinier به صورت خالص و آمیخته با *Alnus subcordata* C.A.Mey (۵۰:۵۰ درصد) در سـال ۱۳۶۶ با نهال‌های یک ساله و با فاصله کاشت ۲×۲ متر در کنار ایسـتگاه تحقیقات چمسـتان در پارسـل ۱۰۴ طرح جنگل‌داری سوردار – واتاشان ایجاد شد و به ترتیب دارای مساحت‌های ۱۸ و ۸ هکتار اسـت. 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 شـدن تغییرات خاک منطقه، یـک قطعه دو هکتاری (۱۰۰×۲۰۰ متـر) از هر کدام از دو تیپ مذکور، به طوری که در کنار هم قرار گیرند، جهت مقایسـه 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 سـه عمـق جداگانـه ۱۵–۰، ۳۰–۱۵ و ۶۰–۳۰ سـانتیمتری خاک جنگل‌کاری‌ها و قطعات شـاهد (سه قطعه نمونه در خارج از جنگل‌کاری و در محیط باز) نمونه‌برداری انجام شـد. به منظور کاهش خطا و افزایش دقت سـه پیش نمونه، هر کدام از سـه عمق جداگانه مذکور و به شکل مثلثـی از سـه نقطه نزدیک یکدیگر (در مسـاحتی حـدود ۱۷×۱۷ متر) برداشت شد که درنهایت؛ از ترکیب پیش نمونه‌های حاصل از یک قطعه نمونـه، نمونه‌های ترکیبی[2] در عمق‌های مجزا به دسـت آمد (Carter, 1993). نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشـگاه، در هوای آزاد خشـک و از الک ۲ میلیمتری عبور داده شـدند و از نمونه‌هـای ترکیبی جهت تعیین خواص فیزیکی و شیمیایی خاک استفاده شد.

بافت خاک با استفاده از روش دانسیمتری بایکاس که بر مبنای تئوری تغییـرات وزن مخصوص (وزن در واحد حجـم) مخلوط خاک و آب طی رسوب‌گذاری پایه‌گذاری شده؛ تعیین شد. pH (اسیدیته) خاک با دستگاه pH متـر الکترونیکی در محلـول ۱:۲/۵، خاک بـه 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 کجلدال و دسـتگاه کجلدال تعیین شد. فسفر قابل جذب با استفاده از روش OL-SEN (غازان شاهی، 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

تجزیـه و تحلیل آماری داده‌های مربوط بـه خصوصیات فیزیکی و شـیمیایی خاک با استفاده از نرم‌افزار SPSS 10 انجام شد، لازم به ذکر اسـت که قبل از تجزیه و تحلیل نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov–Smironov مورد ارزیابی قرار گرفت. مقایسـه کلی داده‌ها با اسـتفاده از آنالیـز واریانس یک‌طرفه و مقایسـه چندگانه با به کارگیری آزمون‌های Tukey-HSD و Duncan صورت پذیرفت.

نتایج

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

مقایسه نتایج حاصل از هدایت الکتریکی خاک نشان داد که بین مقدار شاخص یاد شده در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری جنگل‌کاری آمیخته با جنگل‌کاری 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 شمارهٔ ۱).

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

تفاوت میزان نیتروژن کل در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های آمیخته با جنگل‌کاری 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 صنوبر و توسکا بیشتر از جنگل‌کاری خالص صنوبر و نمونه شاهد است (در سطح ۹۵ درصد) (جدول شمارهٔ ۱). همچنین تفاوت معنی‌داری (در سطح ۹۹ درصد) بین مقدار نیتروژن کل در عمق ۳۰-۱۵ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های آمیخته با جنگل‌کاری خالص و نمونه شاهد تفاوت مشاهده می شود در صورتی که این اختلاف، در عمق ۶۰-۳۰ سانتیمتری خاک معنی‌دارنیست (در سطح ۹۵ درصد) (جدول شمارهٔ ۱).

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

بررسی مقدار فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم قابل جذب در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن خالص، آمیخته با توسکای ییلاقی 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 شمارهٔ ۱).

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

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

ادامهٔ جدول شمارهٔ ۱– مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای ییلاقی

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

ادامهٔ جدول شمارهٔ ۱– مقایسه میانگین ویژگی‌های خاک در جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای ییلاقی

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

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

عدم وجود تفاوت معنی‌دار بین اسیدیته خاک جنگلکاری‌های خالص صنوبر اورامریکن و آمیخته با توسکای ییلاقی 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 نیتریفیکاسیون 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 نیتریفیکاسیون 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 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 جنگل‌کاری 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 (1990) به وجود تفاوت معنی‌دار در اسیدیته خاک عمق ۱۵–۰ سانتیمتری جنگل‌کارهای 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 rubra و Pesudotsuga menziesii تفاوت معنی‌داری را در pH خاک (عمق ۱۵–۰ 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 ۱۵–۰ سانتیمتری خاک جنگل‌کاری آمیخته صنوبر اورامریکن با

توسکای ییلاقی در مقایسه با توده خالص و نمونه شاهد را می‌توان به حضور توسکا، نسبت دا د و به این دلیل ماده آلی در خاک زیر کشت گونه‌های تثبیت‌کننده نیتروژن افزایش می‌یابد (Fisher and Binkley, 1999). همچنین عدم وجود تفاوت بین درصد کربن و ماده آلی در عمق‌های پایین‌تر این جنگل‌کاری‌ها 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 تثبیت‌کنندگی نیتروژن توسط گره‌های ریشه‌ای توسکا، می‌توان به تجزیه برگ نیز نسبت داد. Binkley (1997) دریافت که شب خسب (گونه تثبیت‌کننده نیتروژن) سبب افزایش نیتروژن خاک تا عمق ۲۰ سانتیمتری شد. Garcia-Montiel (1998) و Binkley دریافتند که 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 تثبیت‌کننده نیتروژن در مقایسه با جنگل‌کاری خالص اکالیپتوس پی برد اما تفاوتی بین مقدار نیتروژن کل جنگلکاری‌های خالص و آمیخته با نمونه شاهد مشاهده نکرد. Hansan (1982)، Dawson، Daw-son (1983)، gartner، Hansan و Dzialowy افزایش نیتروژن در خاک جنگل‌کاری آمیخته صنوبر با توسکای قشلاقی را گزارش نمودند (FAO, 1992). همچنین Giodano 1984 تأثیر توسکا و اقاقیا در افزایش نیتروژن خاک جنگلکاری‌های صنوبر را مثبت ارزیابی کرد و Binkley Husted (1983) نیز به تأثیر گونه تثبیت‌کننده نیتروژن Ceanthus sangunas در افزایش نیتروژن خاک جنگل‌کاری Pesu-dotsuga menziesii اشاره کردند.

تفاوت نسبت کربن به نیتروژن در عمق ۱۵-۰ سانتیمتری خاک جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن آمیخته با توسکای ییلاقی 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 تثبیت‌کننده نیتروژن در مقایسه با نمونه شاهد پی برد.

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 جنگل‌کاری قرار می‌گیرد. Parrotta (1999) در مقدار فسفر قابل جذب خاک جنگلکاری‌های خالص و آمیخته اکالیپتوس با دو گونه تثبیت‌کننده 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 جنگل‌کاری‌ها نسبت داد. البته در مواردی گزارش شده که حضور گونه تثبیت‌کننده نیتروژن باعث افزایش فسفر قابل جذب می‌گردد (Binkley,1992). Montagnini (2000) نیز با مقایسه عناصر غذایی مذکور در خاک جنگل‌کاری خالص یک گونه تثبیت‌کننده نیتروژن با خاک جنگل‌کاری آمیخته آن با سه گونه غیر تثبیت‌کننده 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 جنگل‌کاری‌ها 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 ییلاقی 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 جنگل‌کاری‌ها در عمق ۳۰ -۱۵ سانتیمتر بوده است. به طور کلی می‌توان چنین نتیجه‌گیری کرد که حضور توسکای ییلاقی در جنگلکاری‌های صنوبر اورامریکن (ایجاد آمیختگی این دو گونه) در افزایش حاصلخیزی خاک مؤثر بوده و عامل مهمی در استمرار تولید این جنگل‌کاری‌ها به شمار می‌آید.

سپاسگزاری

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

می‌نمایم.

یادداشت‌ها

1- Silty Loam

2- Composite sample

منابع مورد استفاده

. – اسـدی، ف. ۱۳۸۰. تنـوع ژنتیکی و سـاختار آن در درون و بین جوامع گیاهی از گونه‌های مختلف صنوبر. رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۵۸ ص.

. – حبیبی کاسـب، ح. ۱۳۷۱. مبانی خاک‌شناسـی جنگل. انتشارات دانشگاه تهران، چاپ اول، ۴۲۴ ص.

. – غازان شـاهی، ج. ۱۳۷۶. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ ص.

. – کیادلیـری، ش. ۱۳۸۱. بررسـی جنگلکاری‌هـای صنوبـر در خاک‌های متفاوت مناطق غربی مازندران. پایان‌نامه کارشناسـی ارشـد، دانشگاه تربیت مدرس، ۹۴ ص.

. – مختـاری، ج. ۱۳۷۹. زراعت چـوب صنوبر یک راهکار عملی در تولید چـوب. چکیده مقالات اولین گردهمایی جنـگل‌کاری 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.

. 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 Management 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-

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 ln aboveground 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. Prodactivity, 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.