فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۳ شماره ۳، صفحه ۴۱۲ـ ۴۰۲، (۱۳۹۴)

اثر جنگل‌کاری خالص و آمیخته توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) و صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Marsh.) بر ترسیب کربن و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک

پری کرمی کرد علیوند[۱]، سیدمحسن حسینی[۲]، احمد رحمانی[۳*] و جمشید مختاری[۴]

۱- کارشناسی ارشد جنگل‌داری، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۲- استاد، گروه جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، نور، ایران

۳*- نویسنده مسئول، دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

پست الکترونیک: arahmani39@gmail.com

۴- کارشناس ارشد، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، نور، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۴/۰۱/۳۰

چکیده

در پژوهش پیش‌رو به بررسی اثر جنگل‌کاری‌های خالص و آمیخته توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) و صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Marsh.) بر ترسیب کربن و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک پرداخته شده است. این توده‌ها در سال ۱۳۷۵ در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تیمار مختلف درجات آمیختگی، خالص توسکای ییلاقی و خالص صنوبر دلتوئیدس و چهار تکرار کاشته شدند. نمونه‌برداری خاک در دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر انجام شد. نتایج نشان داد که بین میزان کربن ترسیب شده در هر دو عمق خاک در تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌داری وجود ندارد. سایر ویژگی‌های خاک به‌جز اسیدیته در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر در تیمارهای مختلف دارای اختلاف معنی‌داری نبودند. همچنین بین درصد کربن آلی خاک با درصد نیتروژن همبستگی مثبت و با وزن مخصوص ظاهری خاک و نسبت C/N همبستگی منفی مشاهده شد. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که تیمار توسکای خالص و تیمارهایی که حضور توسکا در آنها بیشتر است با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، تأثیر مثبتی بر ویژگی‌های خاک داشته‌اند، هر چند دستیابی به نتایج بهتر مستلزم گذشت زمان بیشتری است.

واژه‌های کلیدی: اسیدیته، تغییر اقلیم، کربن آلی، نسبت کربن به نیتروژن، نیتروژن، وزن مخصوص ظاهری خاک.

مقدمه

افزایش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات آب و هوایی از مهمترین چالش‌های محیط زیستی جهان امروز به‌شمار می‌روند (Babran, 2007). این گازها شامل CO_2، CH_4، NO_2، O_3 و غیره می‌باشند که در لایه تروپوسفر تجمع می‌یابند و اثر گلخانه‌ای را ایجاد می‌کنند. این گازها منجر به افزایش گرمای جهانی می‌شوند و انتظار می‌رود در آینده بر میزان آنها افزوده شود (Hulm & Jenkins, 1998; Abdi *et al.*, 2008). گرم شدن هوا اثرات مخربی بر حیات کره زمین دارد و سبب تخریب بوم‌سازگان‌های طبیعی ازجمله جنگل‌ها و مراتع و همچنین مهاجرت گونه‌ها، وقوع سیل و خشکسالی می‌شود

(Nabi- Bidhendi *et al*., 2007). در این میان دی‌اکسیدکربن مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای در فرآیند گرم شدن زمین به‌شمار می‌رود و این موضوع به‌طور گسترده‌ای مورد توجه قرار گرفته است (Hester & Harrison, 2010). تغییر کاربری زمین و افزایش بی‌رویه مصرف سوخت‌های فسیلی از مهمترین عامل‌های افزایش‌دهنده دی‌اکسیدکربن اتمسفر است. مقدار متوسط افزایش این گاز در فضا ۱/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم در سال گزارش شده است (Cao *et al*., 2008). نگرانی از افزایش سطح دی‌اکسیدکربن در جو، باعث توجه مجامع محیط زیستی مختلف جهان به این موضوع شده است و در پی این نگرانی‌ها کشورهای مختلف جهان ازجمله ایران توافق‌نامه‌ای برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و ذخیره کربن در بوم‌سازگان‌های زمینی امضاء کرده‌اند (Mahmoudi-Taleghani *et al*., 2007).

از راهبردهای اساسی در مواجه با پدیده گرم شدن زمین، استفاده از پتانسیل بوم‌سازگان‌های جنگلی به‌منظور کاهش میزان دی‌اکسیدکربن موجود در جو است (Taravati & Ayaft, 1998). بوم‌سازگان‌های جنگلی با داشتن سطحی معادل ۱/۴ میلیارد هکتار، یکی از بزرگترین منابع ذخیره کربن هستند (Lal, 2005). جنگل‌ها کربن را از طریق فتوسنتز در بافت زنده (ریشه، شاخه و برگ) و تجزیه لاشبرگ‌ها در خاک ذخیره می‌کنند. خاک بزرگترین منبع ذخیره کربن در بیوسفر است، بنابراین ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و اقتصادی‌ترین راهکار برای کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفر است (William, 2002; Abdi *et al*., 2008; Saadatpoor *et al*., 2010). تغییر کاربری به‌ویژه تبدیل جنگل به زمین‌های کشاورزی باعث تخریب بوم‌سازگان‌های جنگلی و کاهش سطح آنها در جهان شده است (Lal; 2005)، به‌طوری‌که در ایران طی ۳۰ سال گذشته سطح جنگل‌ها به هفت درصد سطح کشور کاهش یافته است (Resaneh *et al*., 2001).

با افزایش سطح جنگل‌ها به‌وسیله جنگل‌کاری در زمین‌های تخریب شده و رها شده و احیاء جنگل می‌توان از ساده‌ترین راهکار اقتصادی کاهش دی‌اکسیدکربن بهره جست (Lemma *et al*., 2006). فرآیندهای تخریب خاک ازقبیل فرسایش، فشرده شدن و شورشدن از عامل‌های هدررفت کربن به‌شمار می‌روند، از این‌رو جنگل‌کاری ضمن اصلاح و حفاظت خاک باعث کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفر می‌شود (Amini-Nasab, 2003; Rahimi, 2004). مقدار ترسیب کربن در خاک بستگی به تعامل میان هوا، خاک، نوع گونه‌های درختی، ترکیب شیمیایی لاشبرگ و مدیریت محیط زیست دارد (Lal, 2005). گونه‌های درختی به‌دلیل تفاوت در کیفیت لاشبرگ وارده به خاک، فعالیت ریشه‌ها و رویش علاوه بر کربن سایر ویژگی‌های خاک را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهند (Hagen-Thorn *et al*., 2004). آنچه حائز اهمیت است، انتخاب گونه مناسب در راستای ترسیب کربن خاک و اصلاح سایر ویژگی‌های خاک می‌باشد (Boley *et al*., 2009).

در پژوهش پیش‌رو به بررسی تأثیر گونه‌های جنگل‌کاری شده توسکای ییلاقی (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) و صنوبر دلتوئیدس (*Populus deltoides* Marsh.) به‌صورت خالص و آمیخته بر ترسیب کربن و برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک زیر کشت آنها پرداخته شد.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در استان مازندران و در محدوده بخش چمستان شهرستان نور قرار دارد. توده‌های جنگل‌کاری شده در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان در کیلومتر ۱۲ جاده نور- چمستان قرار دارند. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۱۰۰ متر و دارای سطحی کاملاً هموار است. متوسط بارندگی سالانه منطقه ۸۶۴/۳ میلی‌متر است. با توجه به کاهش بارندگی و افزایش حرارت، فصل خشک منطقه از اواخر اردیبهشت آغاز می‌شود و تا اواخر مرداد ادامه می‌یابد. خاک منطقه مورد مطالعه فاقد شوری (قابلیت هدایت الکتریکی آن کمتر از ۲ میلی‌موس بر سانتی‌متر) و اسیدیته آن بین ۷/۱ تا ۸/۱ است. عمق خاک از عمیق تا خیلی عمیق، رنگ آن قهوه‌ای خاکستری تا قهوه‌ای خیلی تیره و بافت آن نیز از متوسط تا سنگین متغیر است

(Ebrahimi & Mokhtari, 1994).

طرح کاشت گونه‌های جنگل‌کاری شده

گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش، توسکای ییلاقی و صنوبر دلتوئیدس بودند. گونه‌های مذکور در سال ۱۳۷۵ به‌صورت نهال‌های یک‌ساله از نهالستان کلوده تهیه شده و در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در پنج تیمار و چهار تکرار در ایستگاه تحقیقات جنگل و مرتع چمستان کاشته شده بودند. پژوهش پیش‌رو در سال ۱۳۸۷ انجام شد. جنگل‌کاری‌های یادشده در قطعه‌های ۴۰×۴۰ متر طراحی شده بودند و فاصله کاشت درختان ۴×۴ متر بود. تیمارها شامل تیمار خالص *P. deltoides*، تیمار خالص *A. subcordata*، تیمار آمیخته *P. deltoides* و *A. subcordata* (به‌طور مساوی ۵۰ درصد)، تیمار آمیخته *P. deltoids* (۶۷ درصد) و *A. subcordata* (۳۳ درصد) و تیمار آمیخته *A. subcordata* (۶۷ درصد) و *P. deltoids* (۳۳ درصد) بودند. لازم به یادآوری است که در این پژوهش یک عرصه بدون پوشش درختی (منطقه باز) در ایستگاه به‌عنوان شاهد درنظر گرفته شد.

نمونه‌برداری و تجزیه‌وتحلیل خاک

به‌منظور از بین بردن اثر حاشیه‌ای، نمونه‌های ترکیبی در سطوح ۲۰×۲۰ متر مربعی در چهار گوشه و مرکز کل تیمارها در دو عمق صفر تا ۱۵و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر برداشت شدند. نمونه‌ها پس از خشک شدن در هوای آزاد و خرد کردن کلوخه‌ها، از الک دو میلی‌متری عبور داده شدند. درصد کربن خاک به روش والکی- بلاک، درصد نیتروژن به روش کجلدال، وزن مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری بایکاس، اسیدیته به روش پتانسیومتری از طریق دستگاه pH متر الکتریکی، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه مخصوص هدایت‌گر الکتریکی، درصد رطوبت خاک با استفاده از روش ثقل‌سنجی (Gravimetric)، رطوبت اشباع به روش توزین و کلسیم قابل جذب به روش جذب اتمی در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. نسبت C/N نیز از تقسیم درصد کربن به درصد نیتروژن محاسبه شد (Carter & Gregorich, 2008). میزان ترسیب کربن خاک نیز با استفاده از رابطه ۱ به‌دست آمد.

$$OC = 10000 \times \%OC \times BD \times E \quad \text{رابطه (۱)}$$

در رابطه ۱: OC میزان ترسیب کربن بر حسب گرم بر متر مربع، OC% درصد کربن آلی، BD وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E عمق نمونه‌برداری خاک بر حسب سانتی‌متر می‌باشد (Shi & Cui, 2010).

تجزیه‌وتحلیل آماری

تجزیه‌وتحلیل آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 17 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف ـ سمیرونوف و همگنی واریانس آنها با استفاده از آزمون لیون مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نرمال بودن داده‌ها و همگنی واریانس آنها، برای مقایسه کلی از تجزیه واریانس یکطرفه (ANOVA) و برای مقایسه چندگانه میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. تجزیه‌وتحلیل هر عمق به‌صورت مجزا انجام شد. برای بررسی همبستگی بین پارامترهای مورد مطالعه نیز از آزمون همبستگی پیرسون استفاده شد.

نتایج

نتایج نشان داد که بین تیمارهای مختلف ازنظر ترسیب کربن خاک و ویژگی‌های مورد بررسی فیزیکی و شیمیایی خاک (به‌جز اسیدیته) اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. میزان اسیدیته در عمق صفر تا ۱۵ سانتی‌متر بین تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری داشت ($P<۰/۰۵$)، به‌طوری‌که بیشترین اسیدیته به تیمار صنوبر خالص و توده آمیخته توسکا و صنوبر به نسبت مساوی آمیختگی و کمترین اسیدیته به تیمار توسکای خالص و تیمار شاهد تعلق داشت. اسیدیته توده‌های آمیخته با نسبت متفاوت آمیختگی دارای اسیدیته متوسط و بدون اختلاف معنی‌دار بودند. لازم به ذکر است که بافت خاک در همه تیمارها یکسان و لومی- رسی بود (جدول‌های ۱ و ۲).

جدول ۱- مقایسه میانگین (± اشتباه معیار) میزان ترسیب کربن خاک در تیمارهای مختلف

ویژگی‌های خاک	عمق (سانتی‌متر)	توسکای خالص	صنوبر خالص	صنوبر ٪۵۰ توسکا ٪۵۰	صنوبر ٪۳۳ توسکا ٪۶۷	توسکا ٪۳۳ صنوبر ٪۶۷	شاهد	معنی‌داری
ترسیب کربن	۰-۱۵	۲۷/۶۶۸±۰/۱۴	۲۷/۱۳۳±۰/۲۹	۲۷/۲۳۵±۰/۱	۲۷/۵۶۸±۰/۴۳	۲۷/۱۵۹±۰/۲۸	۲۷/۰۹۷±۰/۴۵	ns
(تن در هکتار)	۱۵-۳۰	۲۶/۷۵۱±۰/۳۶	۲۶/۱۴۲±۰/۰۴	۲۶/۲۳۵±۰/۱۸	۲۶/۶۶۹±۰/۳۷	۲۶/۳۶۹±۰/۲۶	۲۶/۰۰۳±۰/۱۸	ns

ns بیانگر معنی‌دار نبودن اثر تیمارها در سطح اطمینان ۹۵ درصد است.

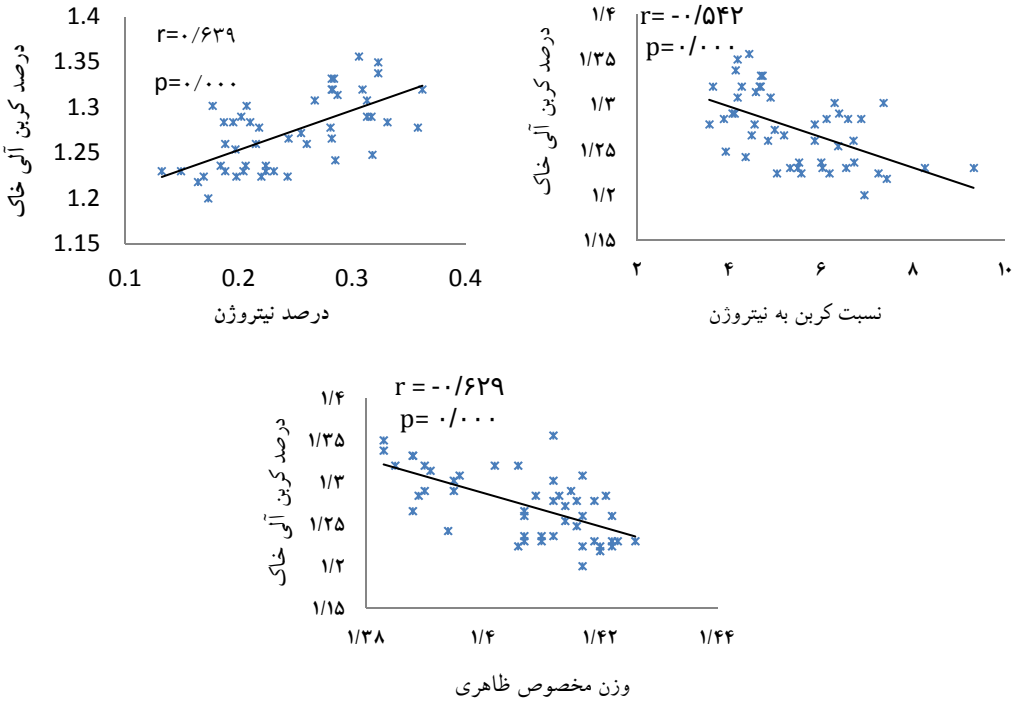
جدول ۲- مقایسه میانگین (± اشتباه معیار) برخی ویژگی‌های مهم خاک در جنگلکاری‌های خالص و آمیخته توسکا و صنوبر و تیمار شاهد

ویژگی	عمق (سانتی‌متر)	توسکای خالص	صنوبر خالص	صنوبر ٪۵۰ توسکا ٪۵۰	صنوبر ٪۳۳ توسکا ٪۶۷	توسکا ٪۳۳ صنوبر ٪۶۷	شاهد	معنی‌داری
درصد کربن	۰-۱۵	۱/۳۲۹±۰/۰۰۹	۱/۲۸۷±۰/۰۱	۱/۲۹۴±۰/۰۰۸	۱/۳۱۲±۰/۰۱۹	۱/۲۹۱±۰/۰۱۹	۱/۲۸۲±۰/۰۱۸	ns
	۱۵-۳۰	۱/۲۷±۰/۰۱۸	۱/۲۳۱±۰/۰۰۳	۱/۲۵۱±۰/۰۰۷	۱/۲۶±۰/۰۱۹	۱/۲۴۲±۰/۰۱۴	۱/۲۲۱±۰/۰۰۷	ns
درصد ماده آلی	۰-۱۵	۲/۲۹۱±۰/۰۱۶	۲/۲۱۹±۰/۰۲	۲/۲۳۱±۰/۰۱۵	۲/۲۶۲±۰/۰۳۲	۲/۲۲۶±۰/۳۳	۲/۲۱۱±۰/۳۲	ns
	۱۵-۳۰	۲/۱۹±۰/۰۳	۲/۱۲۳±۰/۰۰۵	۲/۱۵۶±۰/۰۱۲	۲/۱۷۲±۰/۰۳۳	۲/۱۴۱±۰/۰۲۵	۲/۱±۰/۰۱۲	ns
درصد نیتروژن	۰-۱۵	۰/۳۲±۰/۰۱	۰/۲۸±۰/۰۳	۰/۲۹±۰/۲	۰/۳±۰/۱	۰/۲۹±۰/۱	۰/۲۷±۰/۰۰۶	ns
	۱۵-۳۰	۰/۲۲±۰/۰۳۲	۰/۱۸۴±۰/۰۲۵	۰/۲۰۱±۰/۰۱۱	۰/۲۰۹±۰/۰۱۷	۰/۱۹۳±۰/۰۲۵	۰/۱۷۶±۰/۰۴	ns
نسبت کربن به نیتروژن	۰-۱۵	۴/۰۴±۰/۱۳	۴/۷۱±۰/۵۳	۴/۵۸±۰/۴۳	۴/۳۹±۰/۱۸	۴/۵۴±۰/۲۲	۴/۶۹±۰/۱۲	ns
	۱۵-۳۰	۵/۹۹±۰/۵۴	۶/۷۹±۱/۵۱	۶/۲۴±۰/۱۸	۶/۰۵۱±۰/۳۲	۶/۵۲±۰/۳۹	۷/۲۰۵±۰/۸۲	ns
کلسیم قابل جذب (mg/kg)	۰-۱۵	۲۳/۴۶±۶/۶۱	۲۰/۸±۲/۸۱	۱۴/۰۹±۰/۸۷	۲۰/۹۹±۹/۸۶	۱۵/۴۱±۲	۱۱/۱۷±۰/۶	ns
	۱۵-۳۰	۲۰/۵۴±۱۲/۹	۲۰/۶۲±۹/۷۸	۷/۷۲±۲/۹۹	۶/۲۲±۱۵/۵۸	۹/۳±۵/۳	۸/۸۴±۱/۱	ns
اسیدیته	۰-۱۵	۶/۹±۰/۱۲b	۷/۴۶±۰/۶۴a	۷/۴±۰/۲۷a	۷/۲۳±۰/۲ab	۷/۳۹±۰/۱۷ab	۶/۷۸±۰/۲b	*
	۱۵-۳۰	۷/۴۱±۰/۱۹	۷/۶±۰/۱۳	۷/۳۹±۰/۰۳۷	۷/۲۱±۰/۴۳	۷/۴±۰/۲۸	۷/۳۶±۰/۲۸	ns
درصد رطوبت اولیه	۰-۱۵	۱۹/۱۸±۰/۵۷	۱۷/۷۲±۰/۶۴	۱۹/۷۵±۰/۸۹	۱۶/۱۹±۰/۹۳	۱۸/۸۴±۱/۴۳	۱۹/۳۵±۰/۹۵	ns
	۱۵-۳۰	۲۱/۱۹±۱/۱	۱۹/۴۱±۰/۵۰	۲۰/۶۵±۰/۷۳	۲۰/۱۷±۰/۹۸	۲۰/۷۳±۱/۲۴	۲۰/۰۶±۰/۹۷	ns
درصد رطوبت اشباع	۰-۱۵	۴۲/۴۱±۰/۸۵	۴۲/۳۳±۰/۴	۴۲/۹۱±۰/۹۵	۴۱/۸۳±۰/۹۹	۴۲/۷±۰/۶۸	۴۳/۳۸±۰/۷	ns
	۱۵-۳۰	۳۹/۹۹±۳/۲	۳۷/۷±۱/۴۶	۳۹/۱۶±۱/۵۴	۴۰/۰۷±۳/۴۷	۳۹/۰۳±۳/۲۷	۴۱/۰۷±۱/۸۲	ns
وزن مخصوص ظاهری (gr/cm^3)	۰-۱۵	۱/۳۹±۰/۰۰۲	۱/۴±۰/۰۰۷	۱/۴±۰/۰۰۸	۱/۴±۰/۰۰۷	۱/۴±۰/۰۰۷	۱/۴۱±۰/۰۰۴	ns
	۱۵-۳۰	۱/۴۰۳±۰/۰۱	۱/۴۱۵±۰/۰۰۷	۱/۴۱۳±۰/۰۰۶	۱/۴۱۱±۰/۰۱۲	۱/۴۱۶±۰/۰۰۷	۱/۴۲±۰/۰۰۴	ns

ns: معنی‌دار نبودن اثر تیمارها، * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد. در ردیف مربوط به متغیر اسیدیته، حروف مشابه بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دارند.

همبستگی بین درصد کربن آلی خاک با ویژگی‌های خاک

نتایج نشان داد که بین درصد کربن آلی خاک با درصد نیتروژن در سطح اطمینان ۹۹ درصد همبستگی مثبت و بین آن با نسبت کربن به نیتروژن و وزن مخصوص ظاهری خاک در سطح ۹۹ درصد همبستگی منفی وجود دارد. لازم به یادآوری است که بین درصد کربن آلی خاک با دیگر ویژگی‌های مورد بررسی خاک همبستگی معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۱).



شکل ۱- همبستگی بین درصد کربن آلی با سه ویژگی دیگر خاک

بحث

نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که درصد مواد آلی، کربن آلی و میزان ترسیب کربن خاک در تیمارهای خالص و آمیخته توسکا و صنوبر در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با منطقه شاهد در دو عمق مورد بررسی (صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متر) دارای تفاوت معنی‌داری نبود. این موضوع را می‌توان به جوان بودن توده‌های ۱۵ ساله، فاصله کاشت به نسبت زیاد گونه‌ها (۴×۴ متر) که این امر خود منجر به باز بودن تاج‌پوشش و تراکم کم درختان در هکتار شده است و همچنین ویژگی یکسان سریع‌الرشد بودن دو گونه صنوبر و توسکا مرتبط دانست. به‌طور معمول، میزان ذخیره کربن در گونه‌های جنگل‌کاری شده با افزایش سن رابطه مستقیم دارد (Hansen, 1993). به‌دلیل کم بودن میزان زی‌توده جنگل و لاشبرگ تولیدی آن در مراحل اولیه پس از جنگل‌کاری، کربن آلی خاک به میزان کمتری از طریق لاشبرگ و زی‌توده ریشه به خاک افزوده می‌شود (Paul *et al*., 2002; Turner *et al*., 2005). همچنین فاصله کاشت و میزان درصد تاج‌پوشش به دلیل تغییر در شرایط رطوبتی و حرارتی، تأثیر مهمی بر میزان کربن خاک دارد (Augusto *et al*., 2002). بافت خاک نیز از فاکتورهای مهم و اثرگذار بر میزان کربن آلی خاک است (Qing-Biao *et al*., 2009).

نتایج پژوهش پیش‌رو با نتایج Wang و همکاران (۲۰۰۹) که درمورد گونه خالص *Cunninghamia lanceolata* و جنگل‌کاری آمیخته این گونه با *Kalopanax*

septemlobus و *Alnus cremastogyne* انجام شده است، مطابقت دارد. همچنین نتایج پژوهش Mendham و همکاران (۲۰۰۳) و Coleman و همکاران (۲۰۰۴) نیز همسو با نتایج پژوهش پیش‌رو است. نتایج پژوهش پیش‌رو با نتایج Varamesh و همکاران (۲۰۱۰) که درمورد توده‌های ۴۰ ساله اقاقیا و کاج تهران در پارک جنگلی چیتگر تهران انجام شده است و این نتیجه گزارش شده است که توده اقاقیا باعث افزایش ترسیب کربن خاک نسبت به توده کاج شده است، همخوانی ندارد. پژوهشگران دیگری نیز به اثر متفاوت عامل‌هایی مانند گونه، سن توده، نوع خاک و فعالیت‌های مدیریتی اشاره داشته‌اند که سبب بروز نتایج متفاوتی از تأثیر جنگل‌کاری بر کربن خاک شده است (Thuille & Schulze, 2006).

از آنجایی‌که منطقه شاهد پژوهش پیش‌رو دارای پوششی کامل از گیاهان علفی بود و Gao و Gifford (۲۰۰۲) نیز به قابلیت زیاد گونه‌های علفی در ذخیره کربن سطح خاک به‌دلیل داشتن ریشه‌های انبوه اشاره کرده‌اند، بنابراین نتیجه به‌دست آمده و معنی‌دار نبودن میزان ترسیب کربن در منطقه شاهد و تیمارهای خالص و آمیخته صنوبر و توسکا منطقی به‌نظر می‌رسد. در بررسی Zhang و همکاران (۲۰۱۱) که به مقایسه جنگل‌کاری صنوبر با زمین زراعی پرداخته شده است، با وجود عدم تفاوت معنی‌دار، میزان کربن در عرصه جنگل‌کاری شده بیشتر از زمین کشاورزی به‌دست آمده است. نتایج به‌دست آمده از پژوهش پیش‌رو نیز نشان داد که اگر چه تفاوت‌ها معنی‌دار نبود، اما ترسیب کربن در عرصه جنگل‌کاری بیشتر از شاهد بود.

درصد نیتروژن دارای اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای خالص و آمیخته توسکا و صنوبر در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با منطقه شاهد نبود. عدم تغییر در میزان نیتروژن را می‌توان به جوان بودن توده‌ها نسبت داد، به‌طوری‌که Hagen – Thorn و همکاران (۲۰۰۴) عنوان کردند که تغییر در ویژگی‌های خاک و مواد غذایی آن در توده‌های مسن واضح‌تر دیده می‌شود. گزارش‌های متفاوتی در ارتباط با اثر جنگل‌کاری بر نیتروژن خاک وجود دارد، به‌طوری‌که Hu و همکاران (۲۰۰۶)، Sartori و همکاران (۲۰۰۷) و Wang و همکاران (۲۰۱۰a) تفاوتی در میزان نیتروژن خاک در گونه‌های مورد بررسی مشاهده نکردند، اما Garay و همکاران (۲۰۰۴) و Siddique و همکاران (۲۰۰۸) اثر گونه‌های جنگل‌کاری شده بر میزان نیتروژن خاک را متفاوت گزارش کردند و مقدار این عنصر را در گونه‌های تثبیت کننده ازت بیشتر به‌دست آوردند.

نسبت کربن به نیتروژن یکی از شاخص‌های مهم در کیفیت و حاصلخیزی بوم‌سازگان جنگل می‌باشد (Jiang *et al.*, 2010). این شاخص در پژوهش پیش‌رو در توده‌های خالص و آمیخته و منطقه شاهد در دو عمق مورد بررسی دارای تفاوت معنی‌داری بود. تراکم درختان و سن توده‌ها می‌توانند از عامل‌های مؤثر بر ویژگی‌های خاک باشند (Binkley, 1995). نسبت کربن به نیتروژن خاک علاوه‌بر تأثیرپذیری از درختان اشکوب زبرین، تحت تأثیر عامل‌های مهم دیگری مانند اقلیم، زمین‌شناسی و عملیات جنگل‌شناسی قرار می‌گیرد (Meentemeyer & Berg, 1989). در بررسی‌های Rouhi-Moghaddam و همکاران (۲۰۰۸) و Jiang و همکاران (۲۰۱۰) نیز تفاوتی در نسبت کربن به نیتروژن در دو عمق مشاهده نشد.

ازنظر غلظت کلسیم قابل جذب، نتایج پژوهش پیش‌رو نشان از عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای خالص و آمیخته توسکا و صنوبر و منطقه شاهد در دو عمق مورد بررسی داشت. در بررسی Rouhi-Moghaddam و همکاران (۲۰۰۸) که درمورد توده‌های خالص و آمیخته بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) و آزاد (*Zelkova carpinifolia*) انجام شد نیز تفاوت معنی‌داری ازنظر غلظت کلسیم قابل جذب در سه عمق مورد بررسی مشاهده نشد. نتایج پژوهش پیش‌رو با نتایج Parrotta (۱۹۹۹) و Montagnini (۲۰۰۰) نیز همخوانی دارد.

ازنظر میزان اسیدیته خاک، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای مورد بررسی در عمق صفرتا ۱۵ سانتی‌متری خاک مشاهده شد، به‌طوری که تیمار توسکای خالص نسبت به سایر تیمارها باعث کاهش اسیدیته خاک شده بود.

در این خصوص Farley و Kelly (۲۰۰۴) تغییر اسیدیته خاک را در یک برهه زمانی کمتر از یک دهه پس از جنگل‌کاری قابل انتظار دانستند و عنوان کردند که بیشترین میزان اسیدی شدن در لایه سطحی خاک رخ می‌دهد که این امر تأیید کننده نتایج فوق است. توسکا از گونه‌های تثبیت کننده نیتروژن است و این گونه‌ها خاک را بیشتر از سایر درختان اسیدی می‌کنند. این موضوع را می‌توان به فرآیند نیتریفیکاسیون و تثبیت نیتروژن نسبت داد که این امر منجر به کاهش اسیدیته خاک می‌شود (Rhoades & Binkley, 1996). در پژوهش Yamashita و همکاران (۲۰۰۸) اسیدیته خاک در عرصه جنگل‌کاری شده با گونه *Acacia mangium* یک واحد کمتر از گونه‌هایی که تثبیت کننده ازت نبودند، گزارش شد. علاوه‌بر فرآیند فوق، عامل‌های دیگری نیز باعث اسیدی شدن خاک می‌شوند که از آن جمله می‌توان به شرایط اولیه خاک، تجمع یون‌ها، فرآیند آبشویی و تجزیه لاشبرگ اشاره کرد (Yamashita *et al.*,2008).

عدم تفاوت معنی‌دار بین درصد رطوبت اولیه خاک در تیمارهای خالص و آمیخته توسکا و صنوبر در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با منطقه شاهد را می‌توان به تاج‌پوشش باز و فاصله کاشت به نسبت زیاد مرتبط دانست. در پژوهش Jeddi و Chaieb (۲۰۱۰) تأثیر جنگل‌کاری با گونه *Pinus halepensis* بر رطوبت خاک نسبت به منطقه باز مثبت ارزیابی شد. Ayres و همکاران (۲۰۰۹) نیز رطوبت خاک در گونه صنوبر را بیشتر از نراد و کاج اعلام کردند که با نتایج پژوهش پیش‌رو مغایرت دارد. گونه‌های درختی تأثیر مثبتی بر رطوبت خاک دارند که این موضوع را می‌توان با سایه‌ای که تاج‌پوشش درختان ایجاد می‌کند، مرتبط دانست (Whitford, 2002).

وزن مخصوص ظاهری شاخصی از شرایط فیزیکی خاک است که با بافت، نفوذپذیری و مواد آلی خاک ارتباط دارد. با فشرده شدن خاک و افزایش وزن مخصوص ظاهری از میزان نفوذپذیری کاسته می‌شود و این امر موجب کاهش هوادهی و اختلال در رشد ریشه گیاهان می‌شود (Nieder & Benbi, 2008). نتایج این بررسی نشان داد که ازنظر مقدار وزن مخصوص ظاهری خاک، تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای خالص و آمیخته توسکا و صنوبر در مقایسه با یکدیگر و در مقایسه با منطقه شاهد در هر دو عمق مورد بررسی وجود نداشت. با توجه به عدم تغییر در میزان مواد آلی در تیمارهای مورد بررسی و تاج‌پوشش باز این امر قابل انتظار بود. در واقع فعالیت‌های بیولوژیکی و همچنین اضافه شدن لاشبرگ و مواد آلی به خاک باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شوند (Russel *et al.*, 2007). علاوه‌براین بسته بودن تاج‌پوشش نیز عامل مهمی در کاهش وزن مخصوص در جنگل‌کاری‌ها نسبت به مناطق باز است (Boley *et al.*, 2009).

همبستگی بین درصد کربن آلی با فاکتورهای خاکی نشان داد که کربن آلی خاک با نیتروژن خاک همبستگی مثبت و با نسبت کربن به نیتروژن و وزن مخصوص ظاهری خاک همبستگی منفی داشت. همبستگی مثبت بین نیتروژن و کربن آلی خاک در پژوهش‌های زیادی گزارش داده شده است (Huang *et al.*, 2004; Richards *et al.*, 2007; El Tahir *et al.*, 2009; Haghdoust *et al.*, 2011). مدیریت روند افزایش میزان نیتروژن پیش‌شرطی بسیار مهم برای حفظ سطوح کربن آلی خاک در بوم‌سازگان‌های جنگلی است (Richards *et al.*, 2007) و همبستگی بین این دو شاخص نشان‌دهنده پویایی عناصر غذایی است (Huang *et al.*,2004). در بررسی Wang و همکاران (۲۰۱۰b) و Haghdoust و همکاران (۲۰۱۱) بین نسبت کربن به نیتروژن و کربن آلی خاک همبستگی منفی مشاهده شد که با نتایج پژوهش پیش‌رو همخوانی دارد. در واقع کم بودن نسبت کربن به نیتروژن، افزایش پایداری کربن در خاک را به‌همراه دارد (Berg, 2000). مطابق با نتایج پژوهش پیش‌رو، همبستگی منفی بین کربن و وزن مخصوص ظاهری خاک توسط Huang و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. افزایش مواد آلی و کربن آلی خاک باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌شود (Huang *et al.*, 2004).

در پایان می‌توان نتیجه گرفت که حضور گونه توسکا به‌عنوان گونه تثبیت‌کننده ازت با وجود عدم تفاوت معنی‌دار،

تأثیر بهتری بر میزان کربن و سایر ویژگی‌های خاک داشته است، هرچند نمی‌توان این موضوع را به قطعیت تأیید کرد و نیاز به پژوهش‌های درازمدت است. همچنین اولین ویژگی خاک که تحت تأثیر جنگل‌کاری قرار گرفته بود، اسیدیته خاک می‌باشد.

References

- Abdi, N., Maddah Arefi, H. and Zahedi Amiri, Gh., 2008. Estimation of carbon sequestration in Astragalus rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region). Iranian Journal of Range and Desert Research, 15(2): 269-282 (In Persian).
- Amini-Nasab, M., 2003. Optimal management of soil to reduce global warming. Abstracts of 3rd Regional Conference on Climate Change, Iran, 21-23Oct. 2003: 439-442 (In Persian).
- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D. and Rothe, A., 2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility. Annals of Forest Science, 59: 233-253.
- Ayres, E., Steltzer, H., Berg, S., Wallenstein, M.D., Simmons, B.L. and Wall, D.H., 2009. Tree species traits influence soil physical, chemical, and biological properties in high elevation forests. Plos One, 4(6): 59-64.
- Babran, S., 2007. Climate change, environmental challenges of the twenty-first century. Center for Strategic Research, Expediency Council, Department of International Studies, Strategic Studies Institute, 172p (In Persian).
- Berg, B., 2000. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. Forest Ecology and Management, 133: 13-22.
- Binkley, D., 1995. The influence of tree species on forest soils: processes and patterns. In: Mead, D.J., Conforth, I.S. (Eds), Proceedings of the Trees and Soil Workshop, Lin Coln University Press, Canterbury, NZ: 1-33.
- Boley, J.D., Drewb, A.P. and Andrus, R.E., 2009. Effects of active pasture, teak (*Tectona grandis*) and mixed native plantations on soil chemistry in Costa Rica. Forest Ecology and Management, 257: 2254–2261.
- Cao, C., Jiang, D., Teng, X., Jiang, Y., Liang, W. and Cui, Z., 2008. Soil chemical and microbiological properties a long a chronosequence of *Caragana microphylla* Lam. Plantations in the Horqin sandy land of North east China. Applied Soil Ecology, 40: 78-85.
- Carter, M.R. and Gregorich, E.G., 2008. Soil sampling and methods of analysis. 2nd edition, Canadian Society of Soil Science, CRC Press and Taylor & Francis Group. Oxford, UK., 1263p.
- Coleman, M.D., Isebrands, J.G., Tolosted, D.N. and Tolibert, V.R., 2004. Comparing soil carbon of short rotation poplar plantations with agricultural crops and woodlots in North Central United States. Environmental Management, 33: 299-308.
- Ebrahimi, A. and Mokhtari, J., 1994. Chamestan Forest and Rangeland Station from the Beginning until Now. Chamestan Forest and Rangeland Station, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center Scientific Reports, 50p (In Persian).
- El Tahir, B.A., Ahmed, D.M., Ardo, J., Gaafar, A.M. and Salih, A.A., 2009. Changes in soil properties following conversion of *Acacia senegal* plantation to other land management systems in North Kordofan State, Sudan. Journal of Arid Environments, 73: 499-505.
- Farley, K.A. and Kelly, E.F., 2004. Effects of afforestation of a pa´ramo grassland on soil nutrient status. Forest Ecology and Management, 195: 281-290.
- Garay, I., Pellens, R., Kindel, A., Barros, E. and Franco, A.A., 2004. Evaluation of soil conditions in fast-growing plantations of *Eucalyptus grandis* and *Acacia mangium* in Brazil: A contribution to the study of sustainable land use. Applied Soil Ecology, 27: 177-187.
- Guo, L.B. and Gifford, R.M., 2002. Soil carbon stocks and land use change: A meta analysis. Global Change Biology, 8: 345-360.
- Hagen-Thorn, A., Callesen, I., Armolaitis, K. and Nihlgard, B., 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral top soil in forest plantations on former agricultural land. Forest Ecology and Management, 195: 373-384.
- Haghdoust, N., Akbarinia, M., Hosseini, S.M. and Kooch, Y., 2011. Conversion of Hyrcanian degraded forests to plantations effects on soil C and N stocks. Annals of Biological Research, 2 (5):385-399.
- Hansen, E.A., 1993. Soil carbon sequestration beneath hybrid poplar plantations in the North Central United States. Biomass and Bioenergy, 5:431-436.
- Hester, R.E. and Harrison, R.M., 2010. Carbon Capture Sequestration and Storage. The Royal Society of Chemistry, 325p.
- Hu, Y.L., Wang, S.L. and Zeng, D.H., 2006. Effects of single Chinese fir and mixed leaf litters on soil chemical microbial properties and soil enzyme activities. Plant and Soil, 282: 379-386.

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.
- Paul, K.I., Polglase, P.J., Nyakuengama, J.G. and Khanna, P.K., 2002. Change in soil carbon following afforestation. Forest Ecology and Management, 168: 241-257.
- Qing-Biao, W., Xiao-Ke, W. and Zhi-Yun, O., 2009. Soil organic carbon and its fractions across vegetation types: Effects of soil mineral surface area and microaggregates. Pedosphere, 19(2): 258-264.
- Rahimi, N., 2004. Climate change and environmental impacts. Akhavan Press, 262p (In Persian).
- Resaneh, Y., Kahnamoei, M. and Salehi, P., 2001. Investigation on quantitative and qualitative aspect of northern forests of Iran. Symposium of Northern Forests Management of Iran and sustainable development, Iran, 2001: 56-82 (In Persian).
- Rhoades, C. and Binkley, D., 1996. Factors influencing decline in soil pH in Hawaiian Eucalyptus and Albizia plantations. Forest Ecology and Management, 80: 47-56.
- Richards, A.E., Dalal, R.C. and Schmidt, S., 2007. Soil carbon turnover and sequestration in native subtropical tree plantations. Soil Biology and Biochemistry, 39: 2078-2090.
- Rouhi-Moghaddam, E., Hosseini, S.M., Ebrahimi, E., Tabari, M. and Rahmani, A., 2008. Comparison of growth, nutrition and soil properties of pure stands of *Quercus castaneifolia* and mixed with *Zelkova carpinifolia* in the Hyrcanian forests of Iran. Forest Ecology and Management, 255:1149-1160.
- Russell, A.E., Raich, G.W., Valverde-Barrantes, O.G. and Fisher, R.F., 2007. Tree species effects on soil properties in experimental plantations in tropical moist forest. Forest, Range and Wildland Soils, 71(4): 1389-1397.
- Saadatpoor, E., Bryanat, S.L. and Sepehrnoori, K., 2010. New trapping mechanism in carbon sequestration. Transport in Porous Media, 82: 3-17.
- Sartori, F., Lal, R., Ebinger, M.H. and Eaton, G.A., 2007. Changes in soil carbon and nutrient pools along a chronosequence of poplar plantations in the Columbia Plateau, Oregon, USA. Agriculture, Ecosystems and Environment, 122: 325-339.
- Shi, J. and Cui, L., 2010. Soil carbon change and its affecting factors following afforestation in China, Landscape and Urban Planning, 98: 75-85.
- Siddique, I., Engel, V.E., Parrotta, J.A., Lamb, D., Nardoto, G.B., Ometto, G.p., Martinelli, L.A. and Schmidt, S., 2008. Dominance of legume trees alters nutrient relations in mixed species forest restoration
- Huang, Y., Wang, S.L., Feng, Z.W., Ouyang, Z.Y., Wang, X.K. and Feng, Z.Z., 2004. Changes in soil quality due to introduction of broad-leaf trees into clear-felled Chinese fir forest in the mid-subtropics of China. Soil Use and Management, 20: 418-425.
- Hulme, M. and Jenkins, G.J., 1998. Climate change scenarios for the United Kingdom scientific report. UKCIP Technical Report No.1, Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich, 80p.
- Jeddi, K. and Chaieb, M., 2010. Soil properties and plant community in different aged *pinus halepensis* Mill. Plantation in arid Mediterranean areas: The case of southern Tunisia. Land Degradation and Development, 21: 32-39.
- Jiang, Y.M., Chen, C.R., Liu, Y.Q. and Xu, Z.H., 2010. Soil soluble organic carbon and nitrogen pool sunder mono- and mixed species forest ecosystems in subtropical China. Journal of Soils Sediments, 10: 1071-1081.
- Lal, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 220: 242-258.
- Lemma, B., Kleja, D.B., Nilsson, I. and Olsson, M., 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the South Western highlands of Ethiopia. Geoderma, 136: 886-898.
- Mahmoudi Taleghani, E., Zahedi Amiri, Gh., Adeli, E. and Sagheb- Talebi, Kh., 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 15(3): 241-252 (In Persian).
- Meentemeyer, V. and Berg, B., 1986. Regional variation in rate of mass loss of *Pinus sylvestris* needle litter in Swedish pine forests as influenced by climate and litter quality. Scandinavian Journal of Forest Research, 1: 167-180.
- Mendham, D.S., O'Connel, A.M. and Grove, T.S., 2003. Change in soil carbon after land clearing or afforestation in highly weathered lateritic and sandy soil of South-Western Australia. Agriculture, Ecosystems and Environment, 95: 143-156.
- Montagnini, F., 2000. Accumulation in above-ground biomass and soil storage of mineral nutrients in pure and mixed plantations in a humid tropical lowland. Forest Ecology and Management, 134: 257-270.
- Nabi Bidhendi, Gh., Mohamad Nezhad, V. and Ebadati, F., 2007. Implications and consequences of climate change considerations with a review of the Tokyo Protocol. University of Tehran Press, 185p (In Persian).
- Nieder, R. and Benbi, D.K., 2008. Carbon and Nitrogen in the Terrestrial Environment. Springer Science & Business Media B.V, 415p.
- Parrotta, J.A., 1999. Productivity, nutrient cycling and

plantings within seven years. Biogeochemistry, 88: 89-101.
- Taravati, H. and Eiafati, S.A, 1998. Agenda 21 (United Nations Conference on Environment & Development) (translation). Environmental Protection Agency and United Nations Development Programme, 478p (In Persian).
- Thuille, A. and Schulze, E.D., 2006. Carbon dynamics in successional and afforested spruce stands in Thuringia and the Alps. Global Change Biology, 12: 325-342.
- Turner, J., Lambert, M.J. and Johnson, D.W., 2005. Experience with patterns of change in soil carbon resulting from forest plantation establishment in eastern Australia. Forest Ecology and Management, 220: 259-269.
- Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N. and Abariniya, M., 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest, 2(1): 25-35 (In Persian).
- Wang, F., Li, Z., Xia, H., Zou, B., Li, N., Liu, J. and Zhu, W., 2010a. Effects of nitrogen-fixing and non-nitrogen-fixing tree species on soil properties and nitrogen transformation during forest restoration in southern China. Soil Science and Plant Nutrition, 56: 297-306.
- Wang, H., Liu, S.R., Mo, J.M., Wang, J.X., Makeschin, F. and Wolff, M., 2010b. Soil organic carbon stock and chemical composition in four plantations of indigenous tree species in subtropical China. Ecology Research, 25: 1071-1079.
- Wang, Q., Wang, S. and Huang, Y.U., 2009. Leaf litter decomposition in the pure and mixed plantations of *Cunninghamia lanceolata* and *Michelia macclurei* in subtropical China. Biology and Fertility of Soils, 45: 371-377.
- Whitford, W.G., 2002. Ecology of Desert Systems. Academic Press, London, 343p.
- William, E., 2002. Carbon dioxid fluxes in a semi arid environment with high carbonate soils. Agricultural and Forest Meteorology, 116: 91-102.
- Yamashita, N., Ohta, S. and Hardjono, A., 2008. Soil changes induced by *Acacia mangium* plantation establishment: Comparison with secondary forest and *Imperata cylindrica* grassland soils in South Sumatra, Indonesia. Forest Ecology and Management, 254: 362-370.
- Zhang, J.B., Shangguan, T.L. and Meng, Z.Q., 2011. Changes in soil carbon flux and carbon stock; Over a rotation of poplar plantations in northwest China. Ecological Research, 26(1): 153-161.

Effects of pure and mixed Caucasian alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* Marsh.) plantations on carbon sequestration and some physical and chemical soil properties

P. Karami-Kordalivand[1], S.M. Hosseini[2], A. Rahmani[3*] and J. Mokhtari[4]

1- M.Sc. Forestry, Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
2- Prof., Department of Forest Science, Faculty of Natural Resources and Marine Science, Tarbiat Modares University, Noor, Iran
3*- Corresponding author, Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran. E-mail: arahmani39@gmail.com
4- Senior Research Expert, Research Division of Natural Resources, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research Center, AREEO, Noor, Iran

Received: 03.08.2014 Accepted: 04.19.2015

Abstract

This study investigated effects of pure and mixed plantations of Caucasian alder (*Alnus subcordata* C. A. Mey.) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* Marsh.) on carbon sequestration and some physical and chemical soil properties. The stands across the test site were planted in 1996 under randomized complete blocks design at four replications and five treatments at Chamestan Forest Station. The treatment consisted of five pure and mixed eastern cottonwood and Caucasian alder stands (pure eastern cottonwood, pure Caucasian alder, mixed Caucasian alder and eastern cottonwood stands at three different levels: 50+50 %, 33+67 % and 67+33 %, respectively). Combined soil samples were taken at two depths including 0-15 and 15-30 cm. The results showed no significant difference in carbon sequestration rates amongst the treatments at both soil depths , except for pH which was significantly different at soil surface layer (P<0.05). There was a significant (P< 0.01) positive correlation between organic carbon and nitrogen, whereas negative correlations were observed between soil organic carbon and soil bulk density and carbon to nitrogen ratio. Furthermore, presence of Caucasian alder species showed positive effect on the amount of carbon and other soil properties. However, longer term investigations are required to achieve better results.

Keywords: Acidity, climate change, organic carbon, carbon to nitrogen ratio, nitrogen, soil bulk density.