مقایسه میزان ترسیب کربن خاک گونه‌های مختلف جنگل‌کاری شده در پارک جنگلی مخمل‌کوه خرم‌آباد- لرستان

بابک پیله‌ور[1*]، حمزه جعفری سرابی[2] و زهرا میرآزادی[1]

[1] خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌داری

[2] خرم آباد، دانشگاه لرستان، دانشکده منابع طبیعی، گروه جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل

تاریخ دریافت: ۹۳/۱۰/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۶

چکیده

هدف از این پژوهش بررسی و مقایسه میزان ترسیب کربن در خاک توده‌های جنگل‌کاری شده با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در پارک جنگلی مخمل‌کوه خرم‌آباد بود. بدین‌منظور در هر تیپ جنگل‌کاری، نمونه‌های خاک از دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری برداشت شد و میزان ترسیب کربن خاک در هر تیپ محاسبه و مورد مقایسه قرار گرفت. نتایج نشان داد که گونه‌های پهن‌برگ زبان‌گنجشک، ارغوان، زیتون و بلوط در مقایسه با سوزنی‌برگان کاج بروسیا و سرو نقره‌ای منجر به ترسیب کربن بیشتری در خاک می‌شوند. همچنین میزان ترسیب کربن در عمق ۵-۰ سانتی‌متری در منطقه شاهد بیشتر از سایر مناطق بود ولی در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری خاک دو توده بلوط و کاج بروسیا به‌ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند، باوجودی که انتظار می‌رود سوزنی‌برگان به دلیل تندرشد بودن و داشتن سطح برگ بیشتر نقش مهمتری در ترسیب کربن خاک داشته باشند، ولی در کوتاه‌مدت به دلیل سرعت پایین‌تر تجزیه سوزن‌های سوزنی‌برگان، میزان ترسیب کربن خاک در پهن‌برگان بیشتر است. همچنین در توجیه بیشتر بودن میزان کربن ترسیب شده در خاک توده شاهد، می‌توان بیان کرد زمانی که سن جنگل‌کاری کمتر از ۲۰ سال باشد الگوی کاهش کربن آلی موجود در خاک آن مشهود است و با افزایش سن جنگل‌کاری میزان ترسیب کربن در خاک افزایش خواهد یافت. از این‌رو به طور کلی می‌توان بیان کرد که گونه‌های پهن‌برگ در افزایش میزان مواد آلی خاک موفق‌تر از سوزنی‌برگان عمل نموده‌اند ولی تأثیرات بیشتر نوع گونه درختی جنگل‌کاری شده بر میزان ترسیب کربن خاک با افزایش سن جنگل‌کاری نمایان‌تر خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: عمق خاک، ترسیب کربن، سوزنی‌برگان، پهن‌برگان، پارک جنگلی مخمل‌کوه لرستان

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۲۵۲۲۸۵۱۲، پست الکترونیکی: pilehvar.b@lu.ac.ir

مقدمه

پس از انقلاب صنعتی مقادیر دی اکسید کربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر به‌شدت افزایش‌یافته است (۲۱)، افزایش نگرانی‌ها درباره گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی موجب توجه بیشتر به اهمیت خاک و نقش آن در ترسیب کربن شده است (۲۶). زیرا در بوم‌سازگان‌های خشکی ترسیب کربن توسط خاک یکی از روش‌های کاهش دی اکسید کربن تجمع یافته در اتمسفر است (۳۸). با توجه به اینکه در سطح جهانی ۷۳-۷۰ درصد از کربن آلی خاک در خاک‌های جنگلی ذخیره شده است، بنابراین خاک‌های جنگلی یکی از اجزاء مهم در چرخه جهانی کربن هستند (۲۵،۲۶). ترسیب کربن خاک به معنی انتقال دی اکسید کربن اتمسفری توسط گیاهان و ذخیره‌سازی کربن به‌عنوان ماده آلی در خاک است (۳۳). میزان تجمع کربن در لایه‌های سطحی خاک با افزایش مواد جامد در آن

Archive of SID
www.SID.ir

بیشتر می شود، هرچند که به‌طور دقیق‌تر این امر به رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک، مواد غذایی در دسترس (سدیم، فسفر، پتاسیم و گوگرد)، بافت خاک و اقلیم بستگی دارد (۲۶). با توجه به اینکه چرخه کربن و نیتروژن به‌طور معنی‌داری در توده‌های جنگل‌کاری شده نسبت به بوم سازگان‌های طبیعی تغییر می‌کند، افزایش سطح جنگل از راه جنگل‌کاری در بسیاری از کشورهای جهان، به‌عنوان یکی از راهکارهای کاهش آثار گرم شدن زمین، در مجامع مختلف زیست‌محیطی، مورد توجه و تأکید قرارگرفته است، (۲۱). مطالعه تأثیر نوع پوشش گیاهی بر ویژگی‌های مختلف خاک نشان داده است که مقدار کربن آلی خاک به‌طور آشکاری بیشتر از سایر مشخصه‌ها تحت تأثیر نوع گونه گیاهی قرار می‌گیرد (۳۲،۳۵)، از این‌رو انتخاب نوع گونه یکی از گزینه‌های مدیریتی برای افزایش میزان انباشت کربن است، زیرا از یک طرف گونه‌های تند رشد می‌توانند با سرعت زیادتر و در زمان کوتاه‌تری نسبت به گونه‌های کند رشد مقدار بیشتری کربن در بافت‌های خود ترسیب کنند و از طرف دیگر در درازمدت درختان کند رشد به علت اینکه می توانند برای مدت‌زمان بیشتری کربن را در خود نگهداری نمایند در اولویت هستند (۱۷،۲۰). بر این اساس اندازه‌گیری کربن ذخیره‌شده در خاک، در تیپ‌های مختلف پوشش گیاهی یکی از موضوعات مهم در نقاط مختلف دنیاست (۱۶،۱۸). به همین دلیل تاکنون تحقیقات زیادی در داخل و خارج از کشور در این زمینه انجام شده است و محققان زیادی بر نقش جنگل کاری در ترسیب کربن خاک تأکید کرده‌اند (۵،۳۶). بردبار و همکاران (۱۳۸۵) در تحقیقی پتانسیل ذخیره کربن توسط دو گونه اکالیپتوس(*Ecualyptus camaldulensis*) و آکاسیا (*Acacia salicina*) را در مناطق غربی استان فارس بررسی کردند، نتایج آن تحقیق نشان داد در رویشگاه نسبتاً حاصلخیز اکالیپتوس سالانه ۷/۸ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف ۱/۱ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف آکاسیا سالانه ۱/۵ تن در هکتار کربن ذخیره شده است (۱). ورامش و همکاران (۱۳۸۹) در بررسی اثر جنگل‌کاری بر ترسیب کربن خاک در پارک جنگلی چیتگر به این نتیجه رسیدند که اقاقیا (*Robinia pseudoacacia*) نسبت به کاج تهران(*Pinus eldarica*) موجب ترسیب کربن بیشتری در خاک شده است (۷). در پژوهش روستا و همکاران (۱۳۹۲) نیز مشخص گردید در خاک توده جنگلی بنه (*Pistacia atlantica*) در فیروزآباد فارس ۱۲/۷۸ تن در هکتار کربن جذب شده است (۶). درحالی‌که بسیاری از محققان افزایش چشمگیر ترسیب کربن خاک تحت پوشش جنگل‌کاری‌ها را گزارش کرده‌اند، در پژوهشی (Zhao *et al.*,2007) نشان دادند که جنگل‌کاری با گونه *Pinus sylvestris* در چین، ترسیب کربن خاک را کاهش داده است (۴۹). Berger *et al.*, 2002 در بررسی اثر تیپ‌های مختلف جنگل‌کاری و آمیختگی بر میزان ترسیب کربن گونه پیسهآ بیان کردند که میانگین کل ازت و کربن ذخیره‌شده در توده‌های مخلوط بیشتر از توده‌های خالص است (۱۶). Kulakova (2012) نیز در تحقیق خود بیان کرد که نوع گونه درختی بر مقدار کربن و نیتروژن خاک تأثیرگذار است و مقادیر کربن در مناطق جنگلی۱/۱ تا ۶/۱ برابر بیشتر از استپ برآورد می‌شود (۲۵). در کل می توان ابراز داشت با گسترش کشت گونه‌هایی که توانایی بیشتری برای ترسیب کربن دارند و همچنین شناسایی عوامل مدیریتی تأثیرگذار بر فرایند ترسیب کربن در هر منطقه، می‌توان اصلاح و احیای اراضی را از منظر ترسیب کربن تا رسیدن به پایداری مطلوب در اکوسیستم دنبال کرد (۹).

از سوی دیگر تحقیقات نشان داده‌اند که بیشترین تأثیر جنگل‌کاری در خاک رویی (۱۰-۰) سانتی‌متری خاک انجام می‌شود (۱۹). بعلاوه در اغلب رویشگاه ها، ۵ سانتی‌متر اول خاک‌نشان دهنده بیشترین تغییرات در محتوای کربن است (۲۲).

با توجه به اهمیت ترسیب کربن در سطح جهانی، هدف از این تحقیق پاسخگویی به این سئوالات است که آیا جنگل

Archive of SID

www.SID.ir

کاری با گونه های مختلف پهن برگ و سوزنی برگ می تواند بر میزان ترسیب کربن خاک تأثیر معنی داری داشته باشد؟ آیا پس از گذشت ۱۸ سال از عمر جنگل کاری در این پارک، تفاوت معنی داری بین ویژگی های مختلف خاک در دو عمق ۰ تا ۵ و ۵ تا ۱۵ سانتی متری حاصل شده است؟ و در نهایت اینکه در مناطق مشابه کدامیک از گونه های پهن برگ یا سوزنی برگ مورد بررسی را می توان برای اصلاح ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک و افزایش کربن آلی مناسب تر دانست؟

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: برای انجام این پژوهش پارک جنگلی مخمل کوه خرم‌آباد در استان لرستان انتخاب گردید. این پارک جنگلی بین طول جغرافیایی" ۳۲ ´ ۱۵ °۴۸ و" ۴۸ ´ ۱۵ °۴۸ شرقی و عرض جغرافیایی" ۴۱ ´۳۰ °۳۳ و" ۱۱ ´ ۳۵ °۳۳ شمالی در ۸ کیلومتری شمال شهر خرم‌آباد و در کنار جاده آسفالته خرم‌آباد به الشتر و در فاصله تقریباً ۳۵ کیلومتری شهرستان الشتر واقع‌شده است. مساحت کل این پارک، ۴۶۵ هکتار و حداقل ارتفاع تقریباً ۱۲۸۰ متر از سطح دریاست. سیمای عمومی پارک، گونه غالب بلوط ایرانی *(Quercus branti)* و پوشش علفی اغلب با گونه‌های یکساله است. مساحت جنگل‌کاری‌های موجود در پارک بالغ بر ۵۰ هکتار است که در بخش غربی پارک از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۷۵ با استفاده از گونه‌های سرو نقره‌ای، کاج بروسیا، سرو شیراز، اقاقیا، ارغوان، زبان‌گنجشک و زیتون و در ارتفاعات بالاتر بذرکاری با استفاده از گونه بادامک و با فواصل کاشت ۴×۳ متر انجام شده است. منطقه پارک جنگلی مخمل کوه از نظر زمین‌شناسی جزء زاگرس شرقی و مربوط به دوران سنوزوئیک است که به همین دلیل جوان بوده و این حالت جوان بودن را می‌توان در نمایان بودن صخره‌های بزرگ و یکدست ملاحظه کرد. این منطقه بر اساس فرمول و جدول آمبرژه، جزء مناطق نیمه خشک محسوب می‌گردد. حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۷ درجه سانتیگراد در تیر و مرداد ماه و حداقل مطلق درجه حرارت ۱۴/۶- درجه سانتیگراد در دی ماه بوده است. متوسط بارندگی سالیانه ۵۰۹ میلیمتر در سال است. متوسط حداکثر بارندگی در اسفندماه به مقدار ۸۷ میلیمتر و متوسط حداقل بارندگی در تیر و مرداد ماه به مقدار ۰/۳ میلی‌متر می‌باشد. متوسط روزهای یخبندان به میزان ۴۷/۴ روز در سال می باشد (۲).

روش کار: در این پژوهش پس از تعیین مرز توده‌های مختلف جنگل‌کاری شده، در اردیبهشت ماه ۱۳۹۳ نمونه‌برداری از خاک منطقه انجام شد. برای این منظور، در هر توده به‌صورت تصادفی ۴ قطعه‌نمونه به مساحت ۴۰۰ مترمربع مستقر گردید و در داخل هر قطعه‌نمونه نیز از ۵ نقطه (۴ گوشه و مرکز) نمونه خاک از دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری برداشت شد (۳۱). برای به دست آوردن نمونه ترکیبی از خاک، نمونه‌های هر قطعه نمونه با هم مخلوط گردید (۳۷)، تا درنهایت در هر قطعه نمونه دو نمونه از عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری تهیه شود، نمونه‌های برداشت‌شده درون پاکت قرار داده شد تا دیگر مراحل و اندازه‌گیری‌ها انجام شود. در ابتدا نمونه‌ها در هوای آزاد به مدت یک هفته خشک شد. در ادامه ناخالصی‌ها و سنگ‌ریزه‌ها جدا شده، خاک کوبیده و از الک ۲ میلی‌متری عبور داده شد (۲۲). سپس با استفاده از روش هیدرومتری درصد شن، رس و لای خاک هر تیپ و بر اساس آن بافت خاک تعیین گردید، همچنین pH خاک به‌وسیله دستگاه pH متر، فسفر به روش فلیم فتومتر (۴۸) و کربن آلی به روش والکی بلک محاسبه گردیدند (۲۹). وزن مخصوص ظاهری نیز به روش استوانه فلزی به دست آمد (۲۷). پس از محاسبه میزان کربن آلی خاک با استفاده از رابطه ۱ میزان ترسیب کربن خاک در هر تیپ محاسبه گردید. همچنین به منظور مقایسه بهتر نمونه های برداشت شده از مناطق جنگل کاری شده، در مجاورت پارک منطقه ای به‌عنوان منطقه شاهد انتخاب و نمونه برداری طبق روش مذکور انجام شد. لازم به ذکر است منطقه شاهد

Archive of SID

www.SID.ir

دارای شرایط فیزیوگرافی مشابهی با منطقه مورد مطالعه بود.

رابطه ۱- $C_s=10000\times oc(\%)\times Bd\times e$

در این رابطه :

C_s : مقدار ترسیب کربن آلی خاک (کیلوگرم در هکتار)

Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب)

e: عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) می‌باشد (۲۲).

تجزیه و تحلیل آماری: به منظور انجام محاسبات آماری، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov Smirnoffو همگنی آنها با آزمون Levene بررسی گردید، سپس به‌منظور مقایسه میانگین ترسیب کربن در تیپ‌های مختلف جنگل‌کاری، از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (ANOVA)، برای مقایسه میانگین ترسیب کربن در دو عمق از آزمون تی مستقل و برای تعیین تفاوت بین تیپ‌ها در سطح احتمال ۹۵ درصد از آزمون دانکن استفاده گردید. تمامی محاسبات با استفاده از نرم‌افزار spss. 16 و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

همانگونه که ذکر گردید نمونه‌های خاک برداشت‌شده از دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری در توده‌های موردبررسی مورد آزمایش قرار گرفتند و برخی از مهمترین ویژگی‌های آنها تعیین شد. در جدول ۱ مقادیر میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های اندازه‌گیری شده در تیپ‌های مختلف نشان داده شده است.

جدول۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار مشخصه‌های خاک در تیپ‌های مختلف

گونه درختی	عمق خاک cm	اسیدیته	شن %	رس %	لای %	فسفر ppm	کربن آلی ٪
زبان‌گنجشک	۰-۵	۷/۷۲±۰/۱۹	۶۹/۳۴±۴/۳۵	۹/۸±۳/۰۵	۱۸/۳۶±۱/۰۵	۸/۳۶±۲/۰۸	۱/۵۷±۰/۳۴
	۵-۱۵	۶/۷۱±۰/۳	۶۸/۷±۳/۶۳	۱۴/۰۳±۳/۳۷	۱۹±۳/۴۶	۱/۶۶±۱/۳۹	۰/۷۹±۰/۱۱
سرو نقره‌ای	۰-۵	۷/۷۲±۰/۴۲	۵۳/۱۶±۵/۱۸	۲۰/۴۸±۳/۵۷	۲۶/۳۸±۴/۷۱	۴/۴۶±۲/۳۴	۱/۴۲±۰/۳۹
	۵-۱۵	۷/۲±۰/۴۱	۴۸/۸۹±۵/۸۴	۲۳/۸۴±۲/۶	۲۴/۷±۴/۵۸	۳/۵۷±۲/۲۹	۱/۲۷±۰/۴۴
کاج بروسیا	۰-۵	۷/۲۶±۰/۳۶	۴۹/۸۶±۸/۸۶	۲۴/۱۸±۵/۴۲	۲۵/۹۶±۴/۰۶	۱/۸۴±۰/۶۱	۱/۲۷±۰/۴۲
	۵-۱۵	۷/۰۳±۰/۲۴	۴۸/۹۴±۸/۲۲	۲۸/۱۶±۷/۶	۲۲/۹±۲/۱	۲/۳۹±۱/۵۸	۰/۷۳±۰/۱۶
ارغوان	۰-۵	۷/۲۹±۰/۱۹	۴۵/۲±۲/۴۸	۲۳/۹۸±۱/۸۸	۳۰/۸۲±۲/۱۴	۴/۷۲±۰/۶۱	۱/۳۴±۰/۲۴
	۵-۱۵	۷/۳±۰/۴۲	۴۴/۳۸±۵/۰۸	۲۸/۹۲±۳/۵	۲۷/۲±۲/۸۲	۱/۶۱±۰/۷۹	۰/۸۲±۰/۰۸
زیتون	۰-۵	۷/۳۷±۰/۲۴	۷۰±۳/۴۳	۱۰/۷±۳/۰۱	۲۰/۳۰±۲/۲۷	۷/۳۹±۴/۹۶	۱/۳۷±۰/۶۱
	۵-۱۵	۶/۶±۰/۶۲	۶۴/۹۲±۲/۷۴	۱۵/۲۶±۱/۸۶	۱۶/۶۴±۱/۹۴	۴/۲۷±۳/۵۸	۰/۷۸±۰/۰۹
بلوط	۰-۵	۷/۴۷±۰/۱۹	۳۲/۳۷±۱/۸۹	۲۴/۳۸±۵/۲۵	۴۳±۳/۴۶	۳/۶۵±۰/۸۴	۱/۴۶±۰/۳۱
	۵-۱۵	۷/۴±۰/۳۸	۲۷/۱۲±۱/۶۳	۳۱/۳۸±۴/۱	۴۱/۵±۴/۴۳	۲/۷±۱/۲۵	۱±۰/۳۵
شاهد	۰-۵	۷/۵±۰/۲۳	۶۴/۲۶±۹/۱۵	۱۲/۵۶±۶/۶۸	۲۳/۱۸±۹/۹۷	۵/۹۹±۳/۳۸	۱/۸۳±۰/۳۷
	۵-۱۵	۶/۷۴±۰/۶	۶۳/۰۲±۷/۳۲	۱۶/۱۲±۵/۵۸	۲۰/۸۶±۲/۲۹	۱/۹±۰/۴۶	۰/۹۴±۰/۲۲

بر این اساس بیشترین و کمترین مقادیر کربن آلی و فسفر به ترتیب در تیپ های زبان گنجشک و کاج بروسیا مشاهده شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس یک‌طرفه مشخصه های اندازه‌گیری شده در تیپ‌های مختلف جنگل‌کاری در دو عمق در جدولهای ۲ و ۳ مشاهده می‌گردد. نتایج نشان دادند که بین تیپ های مورد بررسی

Archive of SID
www.SID.ir

از نظر کربن آلی و اسیدیته تفاوت معنی داری در هر دو عمق مشاهده نشد.

جدول ۲- نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخصه‌های خاک مورد بررسی در عمق ۵-۰ سانتی‌متری خاک

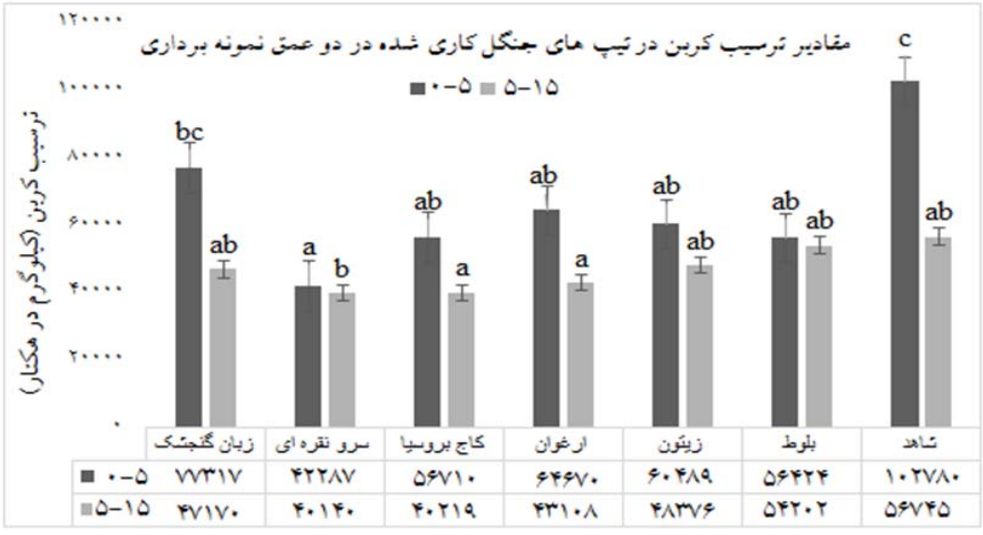
مشخصه‌های خاک	میانگین تغییرات	مجموع تغییرات	Df	F	sig
اسیدیته	۰/۰۶	۰/۳۷	۶	۰/۷۷	۰/۵۹^{ns}
شن ٪	۷۶۹/۵	۴۶۱۷	۶	۲۳/۴۳	۰/۰۰۰**
رس ٪	۱۸۰/۶۲	۱۰۸۳/۷۲	۶	۹/۲۵	۰/۰۰۰**
لای ٪	۲۷۰/۶۹	۱۶۲۴/۱۷	۶	۱۱/۵۲	۰/۰۰۰**
کربن آلی ٪	۰/۱۳	۰/۸۲	۶	۰/۸۴	۰/۵۴^{ns}
فسفر ppm	۱۹/۹	۱۱۹/۴	۶	۲/۹۳	۰/۰۳*
وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	۰/۱۱	۰/۶۷	۶	۱/۴۳	۰/۰۰۰**

جدول ۳- نتایج حاصل از تجزیه واریانس مشخصه‌های خاک مورد بررسی در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری خاک

مشخصه‌های خاک	میانگین تغییرات	مجموع تغییرات	Df	F	sig
اسیدیته	۰/۴۳	۲/۵۸	۶	۱/۵۸	۰/۲^{ns}
شن ٪	۸۴۲/۶۱	۵۰۵۵/۷۱	۶	۲۸/۸۱	۰/۰۰۰**
رس ٪	۲۱۲/۶۱	۱۲۷۵/۷۱	۶	۱۰/۶۱	۰/۰۰۰**
لای ٪	۲۴۲/۲	۱۴۵۳/۲۵	۶	۲۲/۸۴	۰/۰۰۰**
کربن آلی ٪	۰/۱۴	۰/۸۵	۶	۲/۳۱	۰/۰۷^{ns}
فسفر ppm	۴/۱	۲۴/۶۲	۶	۱/۱۵	۰/۳۶^{ns}
وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	۰/۰۷	۰/۴۳	۶	۴/۸۵	۰/۰۰۰**

*: معنی‌داری در سطح ۵ درصد **: معنی‌داری در سطح ۱ درصد ns: عدم وجود اختلاف معنی‌دار

پس از اندازه‌گیری مشخصه‌های درصد کربن و وزن مخصوص ظاهری، مقادیر ترسیب کربن خاک در عمق‌های موردنظر محاسبه شد. در شکل ۱ مقادیر میانگین و انحراف معیار ترسیب کربن دو عمق در تیپ‌های مختلف ارائه شده است.



شکل ۱- مقادیر میانگین و انحراف معیار ترسیب کربن در تیپ‌های جنگل‌کاری شده در دو عمق ۵-۰ و ۱۵-۵ سانتی‌متری خاک

www.SID.ir

حروف مشترک نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف معنی‌دار می‌باشند.

سپس میانگین کل کربن ترسیب شده در دو عمق نمونه‌برداری با استفاده از آزمون تی مستقل مقایسه شد که نتایج در جدول ۴ مشاهده می‌گردد. بر اساس نتایج در عمق ۵-۰ سانتی متری مقدار ترسیب کربن بطور معنی داری بیشتر از عمق ۱۵-۵ سانتی متری است. همچنین میزان ترسیب کربن هر یک از تیپ‌ها در دو عمق نیز موردبررسی و مقایسه قرار گرفت. در توده‌های زبان گنجشک، ارغوان و شاهد اختلاف معنی‌داری بین دو عمق نمونه‌برداری از نظر میزان ترسیب کربن وجود دارد (sig<0/05). نتایج در جدول ۵ قابل مشاهده است.

جدول ۴- نتایج حاصل از مقایسه میانگین ترسیب کربن خاک در دو عمق مورد بررسی

تیپ درختی	عمق خاک	میانگین	انحراف معیار	F	df	sig
میزان ترسیب کربن	۵-۰	۶۵۸۱۰	۲۴۱۳۹/۴۳	۸/۱۲	۱	۰/۰۰۶**
(کیلوگرم در هکتار)	۱۵-۵	۵۰۷۰۹	۱۴۲۷۱/۲۱			

**اختلاف معنی‌دار سطح یک درصد

جدول ۵- مقایسه سطح معنی‌داری میانگین ترسیب کربن تیپ‌های مختلف در دو عمق نمونه‌برداری

شاهد	بلوط	زیتون	ارغوان	کاج بروسیا	سرو نقره‌ای	زبان‌گنجشک	معنی‌داری
۰/۰۱**	۰/۸۲۵	۰/۴۱۶	۰/۰۱۳**	۰/۱۶۷	0/121	۰/۰۱۷**	sig

**: اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد

بحث

تفاوتی که در میزان کربن موجود در خاک توده‌های موردبررسی مشاهده می‌گردد، بارزترین نتیجه از تأثیر نوع جنگل‌کاری انجام‌شده در منطقه است، زیرا گونه‌های مختلف توانایی‌های متفاوتی در بازسازی خاک اکوسیستم از طریق تأثیر بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در تعامل با دیگر اجزای اکوسیستم دارند (۱۰، ۱۵). نتایج این تحقیق نشان داد که کاشت گونه‌های پهن‌برگ در کوتاه‌مدت موجب ترسیب کربن بیشتری نسبت به گونه‌های سوزنی‌برگ می‌شود، گونه های زبان‌گنجشک و سرو نقره ای به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر ترسیب کربن خاک را نشان دادند. مطالعات نشان داده است گونه‌های درختی پهن‌برگ تولید لاشبرگ و بازگشت عناصر غذایی را افزایش می‌دهند و در ترمیم حاصلخیزی خاک‌های جنگل‌های تخریب یافته مؤثرترند. بعد از جنگل‌کاری درنتیجه رشد گیاهان ورود مواد آلی به خاک به دلیل تجزیه ریشه و لاشبرگ افزایش می‌یابد، اهمیت نسبی این فرایندها کاملاً متغیر و سرعت تجزیه در رویشگاه‌ها و تیپ‌های مختلف متفاوت است (۳۸). بنابراین در توجیح می توان گفت باوجودی که گونه‌های سوزنی‌برگ تند رشدتر بوده و سطح برگ بیشتری دارند، برگ گونه‌های پهن‌برگ به دلیل داشتن نیتروژن بالا و نسبت C/N کمتر با سرعت بیشتری تجزیه می‌شود و بعکس وجود مواد رزینی و فنلی در برگ‌های گونه‌های سوزنی‌برگ تأثیر منفی در تجزیه لاشبرگ آنها دارد (۴۰). ذخیرهٔ کربن از ویژگیهای مهم درختان به شمار می‌آیند که نقش مهمی در فرایندهای بیولوژیک و فیزیولوژیک گیاهان دارند (۳).

از دلایل مهم افزایش عناصر غذایی و کربن آلی خاک، می‌توان به تجزیه لاشبرگ ورودی به کف توده، افزایش فعالیت‌های بیولوژیکی در خاک، تغییر در خرد اقلیم، افزایش فعالیت‌های ریشه در گردش عناصر و همچنین تأثیر مثبت تاج پوشش درختان در کاهش آبشویی عناصر و فرسایش اشاره کرد (۲۱،۴۶). سرعت تجزیه لاشبرگها نیز به کیفیت لاشبرگها و شرایط محیطی بستگی دارد (۴۷)، از طرف دیگر تغییر در رژیم‌های رطوبتی و حرارتی خاک که بر روند تجزیه مواد آلی تأثیرگذار است، تخریب‌هایی که به‌واسطه شخم خاک ایجاد می‌شود، کاهش در مقدار

Archive of SID

www.SID.ir

خاکدانه‌ها و در نتیجه کاهش حفاظت فیزیکی مواد آلی خاک و افزایش در فرسایش خاک همگی می‌توانند در میزان انباشت کربن خاک تأثیر منفی داشته باشند (۲۶). ترکیب شیمیایی لاشبرگ و اقلیم از جمله فاکتورهای غالب تنظیم کننده بر روند تجزیه لاشبرگ به شمار می روند، ولی فاکتورهای دیگری از جمله خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و قابلیت در دسترس بودن عناصر غذایی نیز تأثیرگذارند. تجزیه لاشبرگ به عنوان یک فرایند مهم در اکوسیستم ها محسوب می‌گردد که نقش اساسی در چرخه کربن و نیتروژن بازی می‌کند. خصوصیات ساختاری و ترکیب شیمیایی لاشبرگ قابلیت تجزیه لاشبرگها، که ساختار مواد آلی خاک به آن بستگی دارد، را تعیین می‌کند (۷). نتایج مقایسه میانگین ترسیب کربن با استفاده از آزمون تی مستقل در دو عمق موردبررسی، اختلاف معنی‌داری را بین دو عمق نمونه‌برداری ازنظر میزان کل کربن ترسیب شده نشان داد (sig<0/05). درمجموع در تمام تیپ‌های جنگلی موردبررسی، میزان کربن آلی و ترسیب کربن خاک در عمق اول (۵-۰) بیشتر از عمق دوم (۱۵-۵ سانتی‌متری) خاک بود. نتایج حاصل از مقایسه هر تیپ به‌صورت جداگانه در دو عمق نیز نشان داد که در توده‌های زبان‌گنجشک و ارغوان و همچنین منطقه شاهد اختلاف معنی‌داری بین دو عمق ازنظر میزان ترسیب کربن وجود دارد (sig<0/05). در بین توده‌های جنگل‌کاری شده، بیشترین میزان ترسیب کربن در عمق ۵-۰ سانتی‌متری توده زبان‌گنجشک و کمترین میزان آن در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری توده کاج بروسیا مشاهده گردید. این نتایج در راستای نتایج ورامش و همکاران ۱۳۹۰ است، در آن تحقیق نیز میزان ترسیب کربن با افزایش عمق کاهش نشان داد، درواقع مدت‌زمان طولانی‌تری لازم است تا افزایش قابل‌ملاحظه‌ای در میزان مواد آلی خاک با افزایش عمق ایجاد گردد (۳۳).

در این پژوهش در تمام تیپ‌های مورد بررسی درصد شن، فسفر و کربن آلی در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری کمتر از عمق ۵-۰ سانتی‌متری است، ولی درصد رس در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری نسبت به عمق ۵-۰ سانتی‌متری افزایش نشان داد، یعنی می توان گفت با افزایش درصد رس میزان مواد آلی و بالتبع ترسیب کربن کاهش یافته است. در این راستا Bauer *et al.*, 1987 و Powers, J.S & Schlesinger., 2002 بیان کردند که کربن آلی خاک با محتوای رس خاک ارتباط دارد (۱۲،۳۴). در پژوهش Jimenez *et al*, 2008 نیز نتیجه مشابهی مشاهده گردید و میزان انباشتگی کربن در ۴ نوع جنگل موردبررسی در عمق ۵۰-۴۰ سانتی‌متری خاک کاهش یافت که این کاهش میزان کربن خاک توأم با افزایش میزان رس موجود در خاک بود (۲۴). بر اساس نتایج Yang *et al*., 2012 نیز میزان کربن و ازت موجود در خاک ارتباط زیادی به بافت خاک و همچنین میزان پایداری ماده آلی خاک دارد (۴۸). Oades, 1998 نیز علاوه بر تفاوت گونه‌های مختلف، توزیع سیستم ریشه‌ای گیاهان در خاک و ارتباط متقابل ریشه با سطح ذرات رس را از عوامل تأثیرگذار بر بازگشت مواد آلی به خاک می‌داند (۳۰)، زیرا سیستم‌های ریشه‌ای نه‌تنها می‌توانند اثر مستقیمی بر میزان انباشت کربن خاک داشته باشند، بلکه حرکت ریشه‌ها درنتیجه فعالیت باد بر تاج پوشش درختان می‌تواند موجب افزایش تخلخل ذرات خاک و درنتیجه افزایش انباشتگی مواد آلی در ذرات خاک شود (۱۳).

نکته دیگر اینکه سن جنگل‌کاری‌های انجام‌شده در منطقه موردمطالعه تنها ۱۸ سال است، هرچند که هنوز روشی برای تعیین سرعت ورود و خروج کربن آلی در مناطق با گونه‌های مختلف جنگل‌کاری شده وجود ندارد، ولی نتایج مطالعات زیادی مشخص کردند، زمانی که جنگل‌کاری کمتر از ۲۰ سال سن داشته باشد الگوی کاهش کربن آلی موجود در خاک آن مشهود است (۴۱). در گزارشی که توسط Tiessen *et al*.1994 ارائه شد در سطوح و سال‌های آغازین جنگل‌کاری میزان کربن آلی از ۶۰٪ به ۴۰٪ کاهش‌یافته است (۳۹). همچنین در پژوهش دیگری میزان

www.SID.ir

کربن آلی خاک سه سال بعد از جنگل‌کاری در یک توده اکالیپتوس در غرب استرالیا کاهش پیدا کرد (۴۳).

در مقایسه منطقه شاهد با تیپ‌های جنگل‌کاری شده ازنظر ترسیب کربن مشاهده گردید که میزان ترسیب کربن در منطقه شاهد در عمق ۵-۰ سانتی‌متری بیشتر از سایر مناطق بود، درحالی‌که در عمق ۱۵-۵ سانتی‌متری خاک، توده‌های بلوط و کاج بروسیا به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار را داشتند، در توضیح این مطلب می‌توان بیان کرد که میزان کربن آلی موجود در خاک نتیجه توازنی است که بین ورودی کربن حاصل از تجزیه لاشبرگ و ریشه و خروجی میزان کربن از خاک است (۴۳،۳۳)، در مراحل اولیه توسعه جنگل‌کاری میزان خروجی کربن از خاک به دلیل فرایند تنفس بیشتر بوده و به دلیل کمتر بودن نسبت ورودی کربن به خروجی آن، تعادل دیرتر حاصل می‌گردد (۱۱). سپس با افزایش سن جنگل‌کاری‌ها، کربن آلی خاک افزایش‌یافته و این افزایش تا رسیدن به یک تعادل پایدار ادامه دارد که در گونه‌های مختلف مقادیر این ورودی‌ها و خروجی‌های کربن متفاوت است و به‌تبع آن سرعت رسیدن به تعادل پایدار کربن آلی در خاک نیز متفاوت خواهد بود (۴۵،۲۸). نتایج Berger *et al*., 2002 در مقایسه ترسیب کربن دو توده راش و پیسهآ نیز مؤید این مطلب است (۱۶). Schlesinger (1990) بیان کرد که سرعت تجمع کربن آلی در خاک متفاوت است و مدت‌زمان خیلی طولانی برای افزایش کربن آلی به خاک موردنیاز است، درصورتی‌که در شرایط محیطی تغییراتی ایجاد گردد، در زمان‌های کوتاه‌تری می‌توان سرعت تجمع کربن آلی در خاک را تسریع کرد و از بین عوامل محیطی دو عامل حرارت و رطوبت را تأثیرگذارتر دانست (۳۹).

میزان انباشتگی خالص کربن آلی در خاک به میزان تجزیه مواد آلی بدون در نظر گرفتن میزان ورودی از لاشبرگ و ریشه‌ها بستگی دارد. زمانی پوشش کف جنگل می‌تواند تأثیر معنی‌داری بر محتوای کربن خاک داشته باشد که به تعادل نزدیک شود (۴۴). در مطالعه Turner, 1986 بیان شد که در توده زبان‌گنجشک این تعادل در سال‌های اولیه ایجاد می‌گردد. در این پژوهش نیز از بین توده‌های جنگل‌کاری شده میزان ترسیب کربن در توده زبان‌گنجشک بیشتر از سایر تیپ‌ها بود (۴۲). به‌طورکلی مدت زمانی که میزان کربن خالص در خاک توده‌های جنگل‌کاری ایجاد می‌گردد به عواملی مانند نوع خاک، گونه جنگل‌کاری شده، حاصلخیزی و مدیریت سیستم وابسته است. بنابراین به‌منظور تسریع میزان انباشتگی کربن کل در خاک، می‌توان میزان آشفتگی خاک را کاهش داده، تغییراتی در جنگل‌کاری با استفاده از سیستم‌های جنگل‌شناسی ایجاد کرد و مواد مغذی خاک را با کمک کودهای مختلف افزایش داد (۴۳). درعین‌حال با افزایش سن جنگل‌کاری میزان ترسیب کربن در خاک افزایش خواهد یافت.

منابع

۱- بردبار، س. ک.، مرتضوی جهرمی س. م. ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل کاری های اکالیپتوس. (*Eucalyptus camaldulensis* Dehnh) و آکاسیا (*Acacia salicina Lindl*) در مناطق غربی استان فارس. پژوهش و سازندگی در منابع طبیعی، ۷۰: ۱۰۳-۹۵.

۲- بی نام، ۱۳۷۶. طرح چند منظوره پارک جنگلی مخمل کوه

۳- پناهی، پ.، پور هاشمی، م.، حسنی نژاد، م. ۱۳۹۳. آلومتری زیتوده و ذخیرهٔ کربن برگ بلوطهای باغ گیاهشناسی ملی ایران. مجله پژوهش های گیاهی(مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷: ۱۲-۲۲

۴- جعفری حقیقی، م،۱۳۸۲. روشهای تجزیه خاک (نمونه برداری و تجزیه های مهم فیزیکی و شیمیایی)، انتشارات ندای ضحی، ۲۳۶ ص.

۵- حق دوست، ن.، اکبری نیا، م.، حسینی، س. م.، ورامش، س. ۱۳۹۱. تأثیر جایگزینی جنگل های تخریب یافته شمال با جنگلکاری بر حاصلخیزی و ترسیب کربن خاک، محیط شناسی، ۳۸(۳): ۱۴۶-۱۳۵.

۶- روستا، ط.، فلاح، الف.، امیرنژاد، ح. ۱۳۹۲. برآورد موجودی ذخیرهٔ کربن گونهٔ بنه (Pistacia atlantica Desf) مطالعهٔ موردی:

Archive

www.SID.ir

جنگل تحقیقاتی بنه و بادام فیروزآباد فارس). مجلهٔ جنگل ایران، ۵(۲): ۱۳۹-۱۳۱

۷- قاسمی آقباش، ف.، جلالی، غ.، حسینی،و.، حسینی، س. م.، برگ، ژ. ۱۳۹۳. بررسی ارتباط بین پویایی عناصر غذایی و ترکیب شیمیایی لاشبرگ با نرخ تجزیه لاشبرگ در مراحل آخر فرایند تجزیه. مجله پژوهشهای گیاهی(مجله زیست شناسی ایران)، ۲۷: ۷۱۷-۷۲۵

۸- غازان شاهی، جواد. ۱۳۹۳. آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ ص.

۹- ورامش، س.، حسینی، س .م.، عبدی، ن .۱۳۸۹ . اثرهای جنگلکاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی ویژگی های خاک، مجلهٔ جنگل ایران، ۲(۱): ۳۵-۲۵.

10- Augusto, L., Ranger, J., Binkley, D., Rothe, A .2002. Impact of several common tree species of European temperate forests on soil fertility, Annals of Forest Science, 59, 233253.

11- Arevalo, C.B.M., Bhatti, J.S., Chang, S.X., Sidders, D. 2009. Ecosystem carbon stocks and distribution under different land uses in north central Alberta, Canada, Forest Ecology and Management, 257(8), 17761785.

12- Bauer, A., Cole, C.V., Black, A.L. 1987. Soil property comparisons in virgin grasslands between grazed and nongrazed management systems. Soil Science Society of America Journal 51, 176–182.

13- Berger, T.W., Hager, H.2000. Physical top soil properties in pure stands of Norway pruce (picea abies) and mixed species stands in Austria. Forest ecology and management 136, 159-172.

14- Berger, T.W., Neubauer, CH., Glatzwl, G. 2002. Factors controlling soil carbon and nitrogen stores in pure stands of Norway spruce (picea abies) and mixed species stands in Austria. Forest ecology and management 159, 3-14.

15- Binkley, D.1995. The influence of tree species on forest soils: processes and patterns, In: Mead, D.J. and Cornforth, I.S., 1994. Proceedings of the Trees and Soil Workshop, Lincoln University Press, Canterbury, 133 pp

16- Brown,S., Lugo, A.E . 1990. Effects of forest clearing and succession on the carbon and nitrogen tof soils in Puerto Rico and US Virgin Islands, Plant and Soil, 124, 5364.

17- Cannell, M..1996. Forests as carbon sinks mitigating the greenhouse effect. Commonwealth Forestry Review 75, 92–99.

18- Chave, J., Condit, R., Aguilar, S., Hernandez, A., Lao, S., Perez R.. 2004. Error propagation and tropical forest biomass estimates. Phil Trans Royal Society, 359:409–420.

19- Farley, K.A., Kelly, E.F. 2004. Effects of afforestation of a Paramo grassland on soil nutrient status. Forest Ecology and Management 195, 281-290.

20- Gartzia-Bengoetxea, N., Gonza´lez-Arias, A., Merino, A., Marti´nez deArano, I. 2009. Soil organic matter in soil physical fractions in adjacent semi-natural and cultivated stands in temperateAtlantic forests. Soil Biology & biochemistry, 41:1674–1683

21- HagenThorn, A., Callesn, L., Armolaitis, K., Nihlgard, B. 2004. The impact of six European tree species on the chemistry of mineral topsoil in forest plantations on former agricultural land, Forest ecology and management 195, 373-384.

22- Hernandez. R., Koohafkan, P., Antoine, J. 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win Scenarios of carbon sequestration through land-use change.166 pp

23- IPCC .2007. Climate change 2007: mitigation of climate change. In: Metz B, Davidson OR, Bosch PR, Dave R, Meyer LA (eds) Contribution of working group III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge University Press, Cambridge, p 851

24- Jimenez, J., Lal, R., Russo, R. O., Leblanc, H. A. 2008. The soil organic carbon in particle-size separates under different regrowth forest stands of north eastern Costa Rica. Ecological engineering 34, 300–310.

25- Kulakova, N. 2012. Impact of plant species on the formation of carbon and nitrogen stock in soils under semi-desert conditions. European Journal Forest Research 131, 1717–1726.

26- Lal, R.. 2005. Soil carbon sequestration in natural and managed tropical forest ecosystems. Sustainable Forestry 21, 1–30.

27- MacDicken, K .1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects. Forest carbon monitoring program. Winrock International Institute for Agricultural Development (WRI).

Archive of SID

www.SID.ir

28- Murty, D., Kirschbaum, M.U.F., McMurtrie, R.E., McGilvray, H. 2002. Does conversion of forest to agricultural land change soil carbon and nitrogen? A review of the literature. Global Change Biology 8,105–123.

29- Nosetoo, M.D., Jobbagy, E.G., Paruelo, J.M.. 2006. Carbon sequestration in semi-arid rangelands, Arid Environments 67, 142-156pp.

30- Oades, J.M.. 1988. The retention of organic matter in soils. Biogeochemistry 5, 35-70.

31- Paul, K., Polglase, I., Nyakuengama, J.G., Khanna, P.K. 2002. Change in soil carbon following afforestation. Forest Ecology and Management 168, 241-257.

32- Perez Bejarano, A., Mataix-Solera, J., Zornoza, R., Guerrero, C., Arcenegui, V., Mataix-Beneyto, J., Cano-Amat, S. 2010. Influence of plant species on physical, chemical and biological soil properties in a Mediterranean forest soil Cano-Amat. European Journal Forest Research 129, 15–24.

33-Post, W.M., Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential. Global change biology 6, 317-327.

34- Powers, J.S., Schlesinger, W.H. 2002. Relationships among soil carbon distributions and biophysical factors at nested spatial scales in rainforests of northeastern Costa Rica. Geoderma 109: 165–190.

35- Quideau, SA ., Chadwick, O.A., Bensi, A., Graham, R.C., Anderson, M.A. 2001. A direct link between forest vegetation type and soil organic matter composition. Geoderma 104, 41–60.

36- Richards, A.E., Dalal, R.C., Schmidt, S. 2007. Soil carbon turnover and sequestration in native subtropical tree plantations, Soil Biology & Biochemistry 39, 2078-2090.

37- Ritter, E., L. Vesterdal & P. Gundersen. 2003. Change in soil properties after afforestation of former intensively managed soils with oak and Norway spruce, Plant and Soil, 249: 319-330

38- Schlesinger, W.M.1990. Evidence from chronosequence studies for a low carbon-storage potential of soils. Nature 348:232–234.

39- Sundarapandian, S.M. and Swamy, P.S. 1999. Litter production and leaf litter decomposition of selected species in tropical forests. For. Ecol. Manage., 123(1): 231-244.

40- Tiessen, H., Cuevas, E., Chacon, P. 1994. The role of soil organic matter in sustaining soil fertility. Nature 371, 783–785.

41- Turner, J., Lambert, M.J. 1986. Nutrition and nutritional relationships of Pinus radiata. Ann. Rev. Ecol. Syst. 17, 325±350.

42- Turner, J., Lambert, M.. 2000. Change in organic carbon in forest plantation soils in eastern Australia. Forest Ecology and Management 133, 231– 247.

43- Turner, J., Lambert, M.J., 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, 259269.

44-Vallet, P., Meredieu, S., Seynave, L., Belouard, T., Dhote, J.F., 2009. Species substitution for carbon storage: Sessile oak versus Corsican pine in France as a case study, Forest Ecology and Management 257, 1314-1323.

45- Wang, Q.K., Wang, S.L., Huang, Y. 2008. Comparisons of litterfall, litter decomposition and nutrient return in a monoculture Cunninghamia lanceolata and a mixed stand in southern China, Forest Ecology and Management 255, 1210-1218.

46- Xuluc-Tolosa, F.J., Vester, H.F.M., Ramirez-Marcial, N., Castellanos-Albores, J. and Lawrence, D. 2003. Leaf litter decomposition of tree species in three successional phases of tropical dry secondary Forest in Campeche, Mexico. For. Ecol. Manage., l74 (3): 401-412

47- Yang, X.M., Xie, H.T., Drury, C.F., Reynolds, W.D., Yang, J.Y., Zhang, X.D. 2012. Determination of organic carbon and nitrogen in particulate organic matter and particle size fractions of Brookston clay loam soil using infrared spectroscopy. Eur. J. Soil Sci. 63, 177–188

48- Zhao, Q., Zeng, D.H., Lee, D.K., He, X.Y., Fan, Z.P., Jin, Y.H. 2007. Effects of Pinus sylvestries Var.Mongolica on Soil Phosphorous status of the Kerrqin sandy lands in China. Arid Environments 69, 568-582.

Archive of SID

www.SID.ir

Soil carbon sequestration compression in plantations with different species in Makhmalkooh forest park

Pilehvar B., Jafari Sarabi H. and Mirazadi Z.

Forestry Dept., Faculty of Agriculture and Natural Resources, Lorestan University, Khorramabad, I.R. of Iran

Abstract

The aim of this study is to investigate and to compare soil carbon sequestration in broad leaves and needle leaves afforestation stands in Makhmalkooh forest park in Khoramabad. Soil samples were taken from depth 0-5 and 5-15 cm in each type and some soil properties such as pH, organic carbon, and texture were analyzed. In each depth, soil organic carbon was measured and the amount of carbon sequestration were computed and compared for each types. The results showed that broad leaves species, ash, redbuds, olive, Persian oak resulted to more soil carbon sequestration compared to needle leaves, Turkish red pine, Mediterranean cypress. Also in unplanted area close to plantation the amount of soil carbon sequestration was significantly higher than other plantation types in the 0-5 cm depth and in the 5-15 cm depth, Persian oak and Turkish red pine had the highest and lowest amount of carbon sequestration respectively. While it is expected that needle leaves with higher growth rate and leaf area, result to more soil carbon sequestration, in short time the slow rate of coniferous litter decomposition result to less soil carbon sequestration in needle leaves stands compared to broad leaves stands. The pattern of organic carbon sequestration in afforested stands less than 20 years is decreasing, while after 20 years it follows an increasing trend. It is concluded that broad leaves trees show more effects on soil organic carbon than needle leaves trees but more effects on soil organic carbon can be seen at older stands.

Key words: soil depth, carbon sequestration, needle leaves, broad leaves Makhmalkooh Forest Park

Archive of SID

www.SID.ir