مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک در توده های جنگل کاری زاگرس میانی (مطالعه موردی: جنگل کاری ریمله-لرستان)

زهرا جمشیدنیا[۱]، کامبیز ابراری واجاری*[۲]، اکبر سهرابی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۲/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۸/۱۵

چکیده

ترسیب کربن به علت نقش آن در ذخیره بلند مدت ، هزینه کم و اهمیت اکولوژیک ابزار مفیدی برای مبارزه با تغییر اقلیم مورد توجه می‌باشد. جنگل کاری موثرترین راهکار برای جذب دی‌اکسیدکربن و افزایش ذخیره کربن در بوم‌سازگان خشکی و کاهش گرمایش زمین می‌باشد. این تحقیق با هدف مقایسه میزان ترسیب کربن خاک در سه توده جنگل‌کاری (سوزنی‌برگ و پهن‌برگ) منطقه ریمله- استان‌لرستان و تعیین همبستگی آن با برخی ویژگی‌های خاک انجام گردید. در هر یک از توده‌های ۲۰ ساله کاج بروسیا (*Pinius brutia*)، سرو نقره‌ای(*Cupressus arizonica*) و بادام کوهی (*Amyggalus scoparia*)، تعداد ۱۰ پلات ۱۰×۱۰ متر به صورت تصادفی انتخاب و در مرکز و چهار گوشه آن میکروپلات‌های ۲/۵×۲/۵ متر مستقر شدند. نمونه‌برداری خاک به صورت ترکیبی از عمق ۳۰-۰ سانتیمتر انجام و مشخصه‌های خاکشناسی(درصد کربن آلی، ازت کل، فسفر، پتاسیم، وزن مخصوص ظاهری و هدایت الکتریکی) اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که میزان کربن‌آلی خاک در توده بادام بیشتر از توده کاج‌بروسیا و سرونقره‌ای است ($P<۰/۰۱$). ضرایب هبستگی پیرسون نشان داد که برای توده‌های کاج و سرونقره‌ای بین میزان ترسیب‌کربن خاک و درصدکربن‌آلی خاک ، ازت‌کل(درصد) و پتاسیم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود داشت، درصورتی‌که برای توده بادام همبستگی مثبت معنی‌دار فقط بین میزان ترسیب‌کربن خاک و درصدکربن‌آلی خاک مشاهده گردید. به‌طورکلی می‌توان نتیجه‌گیری نمود که گونه بادام‌کوهی می‌تواند کربن‌آلی بیشتری را در خاک ترسیب نماید.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، جنگل‌کاری، کاج بروسیا، سرو نقره‌ای، بادام کوهی، ریمله لرستان

[۱]- دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

[۲]- استادیار، گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

* نویسنده مسئول: Email:abrari.k@lu.ac.ir

[۳]- استادیار، گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

توسعه صنعتی در سده‌های گذشته منجر به افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار دی‌اکسیدکربن شده و این امر افزایش بسیار زیاد غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفر گردیده است (۸ و ۲۵). به طوری که این افزایش در اتمسفر می‌تواند سیستم اقلیمی زمین را تغییر دهد (۱۳). تغییر در کاربری زمین می‌تواند تاثیر قابل ملاحظه‌ای بر میزان ترسیب کربن بوم‌سازگان داشته باشد (۳۶) و چنین تغییراتی از نظر حاصلخیزی خاک، پایداری دراز مدت و اثر آن بر دی‌اکسیدکربن اتمسفر و گرمایش جهانی بسیار مهم می‌باشند (۱۶). توانایی بوم-سازگان خشکی در ترسیب کربن نقش حیاتی در تنظیم تغیر اقلیم آینده اعمال می‌کند (۲۲) و جنگل‌ها نقش مهم در جذب کربن دارند که می‌تواند روند افزایش مداوم غلظت دی‌اکسید-کربن اتمسفر را کم نماید (۱۰ و ۲۴). بخش اعظم کربن بوم‌سازگان خشکی در خاک وجود دارد و تیپ خاک مهم‌ترین عامل تعیین‌کننده پویایی کربن می‌باشد (۱۱). مقدارخاکهای جهان نسبت به زیتوده در بخش فوقانی زمین دو تا سه برابر بیشتر می‌باشد (۱۹ و ۲۷) و بنابراین آگاهی از پویایی کربن خاک، نیز نقش آن در موازنه کربن بوم‌سازگان خشکی و چرخه کربن جهان بسیار مهم تلقی می‌شود (۲۶). ذخیره کربن خاک به علت نقش آن در چرخه جهانی کربن و همچنین تاثیر آن بر تولید جنگل مهم می‌باشد وکربن خاک یکی از عناصر مهم ماده آلی خاک بوده که مقادیر زیادی آب و نیتروژن در آن وجود دارد (۲۷). مقدار ترسیب کربن آلی خاک و کیفیت موجودی کربن به ارتباط متقابل اقلیم،خاکها، گونه-درختی و مدیریت و ترکیب شیمیایی لاشبرگ حاصل از درختان غالب بستگی دارد (۱۵). یک روش پیشنهاد شده برای کاهش گاز کربنیک هوا، افزایش جهانی کربن در خاک‌ها می‌باشد و بنا بر این خاک‌ها در حفظ توازن چرخه جهانی کربن نقش عمده‌ای را ایفا می‌نمایند (۵). جنگلکاری به عنوان ابزاری جهت جبران کاهش کربن از طریق تجمع و ذخیره درازمدت آن در زیتوده گیاهان و موادآلی خاک پیشنهاد شده است (۱۴) و می‌تواند مقادیر زیادی کربن اتمسفر را جذب نموده و ازاین نظر در کیفیت و حفاظت خاک نقش دارد. در جنگلکاری‌ها ،عواملی نظیر ترکیب‌گونه، عملیات جنگل-شناسی، اصلاح ژنتیکی و مدیریت می‌تواند تاثیر زیادی بر میزان ترسیب کربن اعمال نماید (۲۳). یک دیدگاه مشترک در مورد افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای که منجر به تغییر در اقلیم زمین و گرم شدن آن شده است وجود دارد و جنگل‌کاری به عنوان عامل مهم در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌رود (۲۰). افزایش سطح جنگل‌ها از طریق جنگلکاری در بسیاری از کشورها به عنوان راهکاری جهت کاهش اثرات گرمایش زمین مورد توجه بوده است (۲۵).

بررسی محققان تغییرات میزان ترسیب کربن را درجنگلکاری با گونه‌های درختی مختلف نشان داده است (۶ و ۳۵). به منظور افزایش آگاهی از جنگلکاری به عنوان روشی برای تثبیت دی-اکسیدکربن اتمسفر و شناخت اثرات تنوع-جنگلکاری، نیز راهکارهای مدیریتی در ذخیره کربن جنگل لازم است میزان کربن و تغییرات

Archive of SID

www.SID.ir

آنها جهت تعیین مناسب‌ترین گونه جنگلکاری و برنامه‌ریزی مدیریت جنگل مورد بررسی قرار گیرد (۳۵). هدف از تحقیق حاضر برآورد و مقایسه میزان ترسیب‌کربن‌خاک در سه توده جنگلکاری۲۰ ساله کاج‌بروسیا (*Pinus brutia* Ten.)، سرونقره‌ای (*Cupressus arizonica* Green.) و بادام کوهی (*Amgdalus scoparia* Spach.) در منطقه ریمله خرم‌آباد (لرستان) وتعیین همبستگی آن با برخی ویژگی‌های خاک بود. آگاهی آثار درازمدت جنگلکاری بر ویژگی‌های جوامع گیاهی و تاثیر بعدی آن بر پویایی کربن ابزار مفیدی برای مدیران جهت افزایش ترسیب کربن و تنوع‌زیستی فراهم می-نماید (۲۹).

مواد و روش‌ها:

منطقه مورد مطالعه:

منطقه ریمله در خرم‌آباد (استان لرستان) و بین طول جغرافیایی ′۴۸،۲۲ °و ′۴۸،۲۵ °و عرض جغرافیایی ′۳۷، °۳۳ و ′۴۰، °۳۲ واقع گردیده است (شکل۱). از نظر مطالعات هوا و اقلیم شناسی منطقه مورد مطالعه فاقد ایستگاه هواشناسی بوده و جهت مطالعه این بخش از داده‌های ایستگاه سینوپتیک خرم‌آباد استفاده گردیده، میانگین درجه حرارت سالیانه محدوده طرح برابر با ۱۷/۳ درجه سانتی‌گراد و میانگین درجه حرارت حداکثر و حداقل منطقه به ترتیب ۲/ ۲۵ و۹/۱ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی ۵۰۰ میلی‌متر می‌باشد. با توجه به روش دمارتن ضریب خشکی منطقه برابر با ۱۹/۷۵ محاسبه شده که منطقه دارای اقلیم نیمه خشک تا مدیترانه‌ای می‌باشد. از نظر زمین‌شناسی ژئومورفولوژی زیر حوزه ریمله جز زون زاگرس چین‌خورده می‌باشد.زیر حوزه ریمله دارای مناظری از قبیل قله‌ها، دره‌ها، دامنه‌ها، تپه ها، شیارها و گالی‌ها می‌باشد که این مناظر حاصل فرآیندهای تغییردهنده توپوگرافی زمین شامل حرکات تکتونیک، باد، آب، هوازدگی و حرکت مواد برروی دامنه‌ها می‌باشد. از نظر خاکشناسی جنس خاک حوزه آهکی و دولومیتی و دارای بافت لیموئی و خاک‌های دامنه شمال کلوپار گچی می‌باشد. جهت عمومی منطقه مورد مطالعه جنوبی با شیب متوسط ۳۰ درصد بوده و در ارتفاع ۲۰۰۰ متر از سطح دریا قرار گرفته و از این لحاظ، شرایط همگنی در منطقه برای سه توده جنگلکاری وجود دارد (۲). تیپ‌گیاهی غالب منطقه از گونه درختی بلوط غرب(*Quercus brantii* Var.*persica*) به فرم شاخه‌زاد می-باشد و در نقاط مخروبه در سال ۱۳۷۲، جنگلکاری با گونه‌های کاج بروسیا، سرونقره‌ای و بادام‌کوهی انجام شد.

نمونه‌برداری خاک:

به منظور نمونه‌برداری خاک در هر توده جنگلکاری (بادام، کاج بروسیا و سرو نقره‌ای) در سال ۱۳۹۱ تعداد ۱۰ پلات به ابعاد ۱۰×۱۰ متر (۲۶) به طور تصادفی انتخاب و در چهار گوشه و مرکز پلات‌های مزبور، پنج میکروپلات ۲/۵ × ۲/۵ متر (۲۵) مستقر و نمونه‌برداری از عمق ۳۰-۰ سانتی متری خاک (۳۶) به کمک روش نمونه‌های‌ترکیبی (۱، ۲۱ و ۳۱) انجام و در دمای آزمایشگاه خشک و آماده شد. اسیدیته

Archive of SID

www.SID.ir

خاک به روش تعلیق آب مقطر و به کمک دستگاه PH متر، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه، هدایت‌الکتریکی با استفاده از دستگاه سنجش هدایت الکتریکی، کربن آلی به روش و الکی بلاک، ازت‌کل به روش کجلدال، پتاسیم به روش فلایم فتومتری و فسفر به روش اولسن در آزمایشگاه خاک تعیین شد (۱۷). مقدار ترسیب کربن(OC) با توجه به رابطه (۱) محاسبه شد:

$$OC=10000\times OC\% \times BD\times E \quad (1)$$

در این معادله OC مقدار ترسیب کربن آلی (کیلوگرم بر متر مربع)، OC% درصد کربن آلی، BD وزن مخصوص‌ظاهری خاک (گرم بر سانتی‌متر مکعب) و E عمق نمونه‌برداری (سانتی‌متر) است (۱۸).

شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه (خرم آباد لرستان)

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها:

به منظور تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها به کمک آزمون کولموگروف- اسمیرنوف بررسی شد. در صورت نرمال بودن از تجزیه واریانس یک طرفه (ANOVA) برای بررسی متغیرهای مورد تحقیق استفاده شد. برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون S.N.K و در سطح احتمال ۱ و ۵ درصد استفاده شد. نرم‌افزار آماری SPSS۱۶ جهت تجزیه آماری داده مورد استفاده قرار گرفت. ضریب همبستگی پیرسون برای تعیین همبستگی ترسیب کربن با برخی ویژگی‌های خاک در توده‌های جنگلکاری بهره گرفته شد.

نتایج:

بر اساس نتایج (جدول **۱**) مشخص گردید که تیمار توده جنگلکاری بر میزان ترسیب کربن خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر تاثیر داشته

www.SID.ir

است ($P<۰/۰۱$). تحقیق‌حاضر نشان داد در بین توده‌های مزبور، بیشترین میانگین ترسیب کربن خاک (۷/۵۱±۰/۵۹) (کیلوگرم بر متر مربع) مربوط به توده بادام کوهی می‌باشد (جدول ۲). بیشترین مقدار درصد کربن آلی در توده بادام کوهی مشاهده شد (جدول ۳). ضرایب هبستگی پیرسون ترسیب کربن با برخی ویژگی‌های خاک در توده‌های جنگلکاری نشان داد که برای توده‌های کاج و سرو نقره‌ای بین میزان ترسیب کربن خاک و مقدار کربن آلی (درصد)، ازت کل (درصد) و پتاسیم همبستگی مثبت معنی‌دار وجود دارد، در صورتی که برای توده بادام کوهی همبستگی مثبت معنی‌دار فقط بین میزان ترسیب کربن خاک و مقدار کربن آلی(درصد) مشاهده گردید (جدول ۴).

جدول۱ - تجزیه واریانس ترسیب کربن

منبع	درجه آزادی	میانگین مربعات	مقدارF	سطح معنی‌داری
تیمار	۲	۳۰/۰۹	۱۰/۱۷	۰/۰۰۱**
خطا	۲۷	۲/۹۵		
کل	۲۹			

** معنی دار در سطح ۱ درصد.

جدول۲- مقایسه میانگین‌های ترسیب کربن

توده	اشتباه معیار میانگین± میانگین
کاج بروسیا	۴/۱۲ ± ۰/۵۶b
سرو نقره‌ای	۵/۱۷ ± ۰/۴۷b
بادام کوهی	۷/۵۱ ± ۰/۵۹a

حروف مشابه نشانه عدم اختلاف معنی دار در سطح ۱ درصد.
مقایسه میانگین‌ها از آزمون S.N.K

جدول۳- مقدارکربن آلی(٪) در توده‌های جنگلکاری

توده	کربن الی(درصد)
کاج بروسیا	۰/۸۵
سرو نقره ای	۱/۰۹
بادام کوهی	۱/۵۵

جدول۴- ضرایب هبستگی پیرسون ترسیب کربن با برخی ویژگی‌های خاک در توده‌های جنگلکاری شده در ریمله خرم‌آباد-لرستان

توده	ویژگی های خاک						
	کربن آلی(درصد)	هدایت الکتریکی(دسی زیمنس بر متر)	اسیدیته خاک	ازت کل(٪)	فسفر قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	پتاسیم قابل جذب ($mg\ kg^{-1}$)	وزن مخصوص ظاهری (gcm^{-3})
کاج بروسیا	r:۰/۹۹۷**	r:۰/۳۳	r:۰-/۳۹	۰/۹۸۴*	r:۰/۰۳۳	r:۰/۷۶۱*	r:۰/۱۶۱
سرو نقره ای	r:۰/۹۹۶**	r: ۰/۲۵۶	r:۰/۱۵۶	۰/۸۱۲*	r:۰/۱۷۰	r:۰/۸۵۷**	r:۰/۱۶۷
بادام کوهی	r: ۰/۹۵۸**	r:۰/۵۷۳	r:-۰/۵۰۷	۰/۰۲۶ r:-	r:-۰/۰۳۶	r:۰ /۵۷۹	r:۰/۴۹۲

*، ** به ترتیب معنی دار در سطح ۱ و ۵ درصد.

بحث و نتیجه‌گیری:

گرمایش جهانی به علت انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی از چالش‌های مهم زیست‌محیطی بوده و در این میان، ترسیب-کربن به علت نقش آن در ذخیره بلندمدت، هزینه کم و اهمیت اکولوژیک ابزار مفیدی برای مبارزه با تغییر اقلیم مورد توجه می‌باشد (۳۰). نتایج تحقیق حاضر نشان داد با توجه به وجود شرایط محیطی همگن در منطقه (شیب، جهت و ارتفاع از سطح دریا) کاشت گونه پهن-برگ بادام در مقایسه با گونه‌های سوزنی‌برگ سرو نقره‌ای و کاج بروسیا موجب افزایش

Archive of SID

www.SID.ir

معنی‌دار ترسیب کربن شده است (جدول۱و۲). این اختلاف میزان ترسیب کربن در سه توده را می‌توان به حاصلخیزی بیشتر خاک در توده بادام نسبت داد، به طوری که میزان کربن آلی خاک (٪) در این توده بیشتر از توده‌های سوزنی‌برگ می‌باشد (جدول۳). اسیدیته خاک، درصد شن و ازت به عنوان شاخص‌های موثر بر میزان کربن آلی خاک می‌باشند (۳۲). وجود خاک سبک در شیب کم، آب قابل دسترس را در اختیار گونه گیاهی قرار داده و با توجه به نقش شیمیایی مواد آلی خاک که در افزایش عناصر غذایی و ترکیبات آلی در خاک دخیل می‌باشد که به نوبه خود نگهداری مواد غذایی را در خاک افزایش می‌دهد. به طور کلی توان ترسیب کربن با توجه به گونه درختی، سن جنگلکاری، اقلیم، عمق خاک، شرایط رویشگاه و عملیات پرورشی متفاوت خواهد بود (۳۳). ترسیب کربن خاک با درصد پوشش-گیاهی، نوع گونه‌های گیاهی، مقدار لاشبرگ و بقایای گیاهی، نوع کاربری اراضی و مدیریت ارتباط دارد، به طوری که اگر در منطقه‌ای پوشش گیاهی خوب مستقر شود در درازمدت کربن آلی خاک افزایش می‌یابد. زیرا تغییرات کربن آلی خاک تدریجی است (۲۲). در توده بادام به علت درصد بالای پوشش گیاهان علفی و حضور گونه پهن‌برگ بادام وجود چنین وضعیتی را می‌توان انتظار داشت. مقدار کربن آلی خاک در توده بادام نسبت به دو توده دیگر بیشتر بود (جدول۳) و می‌تواند به دلیل تجمع زیاد لاشبرگ حاصل از پوشش گیاهان علفی در سطح خاک و روند تدریجی تجزیه آن باشد. نتیجه Cheng *et al.*, (2007) نشان داد که میزان کربن‌آلی خاک در توده‌پهن‌برگ *Castanopsis hystrix* بیشتر از توده سوزنی-برگ *Pinus massoniana* می‌باشد و آنرا به سیستم ریشه‌ای نسبت دادند (۳۴). البته ذخیره کربن آلی خاک تحت تاثیر مقدار ماده آلی، میزان رس زیاد خاک، خشکی کم (در تابستان) می‌باشد (۱۰). هر گونه بهم‌خوردگی خاک در هنگام جنگلکاری باعث تجزیه کربن خاک و کاهش آن در مقادیر متفاوت در بخش‌های مختلف پروفیل خاک می‌شود (۳۵) و این وضعیت را می‌توان در دو توده سوزنی-برگ مشاهده نمود که آثار بهم‌خوردگی خاک مشهود می‌باشد. بهم‌خوردن خاکدانه‌های خاک و مواد آلی باعث افزایش سرعت تجزیه، افزایش فعالیت‌های میکروبی و در نهایت افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن از خاکها می‌گردند (۶). کاهش بهم‌خوردگی سطح خاک هنگام عملیات جنگلداری می‌تواند به عنوان یک عامل مهم در افزایش ظرفیت ترسیب‌کربن در جنگلکاری مطرح شود (۳۸). رعایت این موضوع مهم در هنگام عملیات جنگلکاری ضروری به نظر می‌رسد. Varamesh *et al* (2011) در تحقیق خود اظهار داشتند که ازت جز مهم تاثیرگذار بر مقدار کربن آلی و ذخیره ترسیب کربن می‌باشد که در مطالعه حاضر نیز همبستگی معنی‌دار بین ذخیره ترسیب کربن توده‌های سوزنی‌برگ و ازت خاک مشاهده شد (جدول۴) .در این رابطه می‌توان اظهار داشت که این دو گونه سوزنی‌برگ نیتروژن بیشتری را جذب کرده و ازاینرو باعث افزایش نیتروژن خاک شده و نقش مهمی را در اقزایش کربن آلی خاک ایفا نموده است. همبستگی معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

بین ترسیب کربن و درصد کربن آلی خاک برای هر سه‌توده وجود دارد (جدول۴) که بیانگر افزایش میزان کربن آلی (٪) و ارتباط مستقیم آن با مقدار ترسیب کربن خاک برای تمام توده‌های جنگلکاری شده می‌باشد. برای ذخیره بیشتر کربن بایستی درختان سریع الرشد در خاک‌هایی که حاوی مقدار کمی کربن آلی هستند کاشت شوند (۱۱) تا با حفظ آنها در مدت زمان بیشتر عناصر غذایی بیشتری در خاک تولید شوند. ظرفیت ذخیره کربن جنگلکاری می‌تواند از طریق افزایش طول دوره و اتخاذ راهکار مناسب مدیریتی برای هر گونه افزایش یابد (۲۶). جنگلکاری موثرترین راهکار برای جذب دی‌اکسیدکربن و افزایش ذخیره کربن در بوم‌سازگان خشکی و کاهش گرمایش زمین می‌باشند (۱۲) و به عنوان یک فعالیت سودمند کاهنده تغییر اقلیم شناخته شد. زیرا باعث ترسیب دی‌اکسیدکربن از اتمسفر و ذخیره آن به صورت زیتوده زنده و ماده آلی مرده می‌شود (۲۸).

References:

1-Ammer, S., K .Weber, C. Abs, C. Ammer, J. Prietzel, 2006. Factors influencing the distribution and abundance of earthworm communities in pure and converted Scots pine stands.Applied Soil Ecology33:10-21.

2-Anonimous, 1996. Plan of Plantation in Remela.Office of natural resources of Lorestan.

3-Beedlow, P.A., D. T. Tingey, D. L. Phillips, W. E. Hogsett, David M. Olszyk, 2004. Rising atmospheric CO_2 and carbon sequestration in forests.Frontiers in Ecology and the Environment 2: 315–322.

4-Bordbar, S.k., S.M. Jahromi, 2006. Carbon sequestration potential of Ecualyptus camaldulensis dehnh, and Acacia salicina Lindl. Plantation in western areas of Fars provine.Pajouhesh&Sazandegi (70):95-103.

5- Cannell, M. G. R., R. C. Dewar, & J. H. M. Thornley, 1992. Responses of Forest Ecosystem to Environmental Changes. Springer Netherlands,PP:256-271.

6-Cheng, C.M., R.S. Wang & J.S. Jiang. 2007.Variation of soil fertility and carbon sequestration by planting Hevea brasiliensis in Hainan Island, China.Journal of Environmental Sciences:19(3): 348-352.

7-Cooper .C.F., 1983. Carbon storage in managed forests. Canadian Journal of Forest Research13(1): 155-166.

8-Cox.P.M., R. A. Betts, C. D. Jones, S. A. Spall, I.J. Totterde, 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model.Nature 408:184-187.

9-Garten ,C.T., 2002. Soil carbon storage beneath recently established tree plantations in Tennessee and South Carolina, USA . Biomass and Bioenergy 23(2):93-102.

10-González,I., J. M. Grau Corbí, A. Fernández Cancio, R. Jiménez Ballesta, M. R. onzález Cascón, 2012. Soil carbon stocks and soil solution chemistry in *Quercus ilex* stands in Mainland Spain**.** European Journal of Forest Research 131(6) : 1653-1667.

11-Hagedorn F., S. Maurer, P. Egli, P. Blaser, J. B. Bucher, R. Siegwolf, 2005. Carbon sequestration in forest soils: effects of soil type, atmospheric CO_2 enrichment, and N deposition. European journal of Soil Science52(4):619-628.

Archive of SID

www.SID.ir

12-Huang,L., J. Liu, Q. Shao, X. Xu, 2012. Carbon sequestration by forestation across China: Past, present, and future .Renewable and Sustainable Energy Reviews18(2): 1291-1299.
13-Khademi, A., S. Babaei Kafaki, A. Mataji, 2010. The role of coppice oak stand in carbon storage and CO2 uptake(Case study: Khalkhal, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research 18(2):252-
14-Lal, R., 2004. Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. Science 304, 1623–1627.
15-Lai, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecololgy Mangement 220(1-3):242-258.
16-Lal, R., 2007. Carbon sequestration. Phil. Trans. R. Soc. B 1–16 doi:10.1098/rstb. 2007.2185.
17-Jafari-haghighi, M., 2002. Methods of soil analysis(sampling and physic-chemical analysis).Nedaye Zohi press.236p.
18-Mahmoudi Taleghani, E., Gh. Zahedi Amiri, E. Adeli, Kh. Sagheb Talebi, 2007. ssessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest.Iranian Journal of Forest and Poplar Research 15(3):241-252.
19-Marin - Spiotta, E., W . S ilver, C .W. Swanstonw, R. Ostertagz, 2009. Soil organic matter dynamics during 80 years of reforestation of tropical pastures.Global Change Biology 15:1584–1597.
20-Miehle. p., S.J. Livesley, P.M. Feikemab, C. Lic, S.K. Arndt, 2006. Assessing productivity and carbon sequestration capacity of *Eucalyptus globulus* plantations using the process model,Forest-DNDC: Calibration and validation. Ecological Modelling 192:83–94.
21-Muscolo, A., M. Sidiri, R. Mercurio, 2007. Influence of gap size on organic matter decomposition,microbial biomass and nutrient cycle in Calabrian pine (*Pinus laricio*,poivet) stands. Forest Ecology Management 242: 412-418.
22-Naghipour Borj, A.A., M. Haidarian, M.Nasri Aghakhani, 2012. An investigation of carbon sequestration and plant biomass in modified rangeland communities(Case study: Sisab rangeland of Bojnord. Watershed Management Research (Pajouhesh&Sazandegi). 94:19-25.
23-Nave, L.E., E. D. Vance, C. W. Swanston, P. S. Curtis, 2010. Harvest impacts on soil carbon storage in temperate forests.Forest Ecology and Management 259 : 857–866.
24-Nobakht1, A., M. Pourmajidian, S.M. Hojjati, A. Fallah, 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazindaran). Iranian Journal of Forest (3) 1:113-120.
25-Oelkers.E.H., D. R. Cole, 2008. Carbon Dioxide Sequestration A Solution to a Global Problem. ELEMENTS (4):305-310.
26-Pérez-Cruzado, C., P. Mansilla-Salinero, R. Rodríguez-Soalleiro, A. Merino, 2012. Influence of tree species on carbon sequestration in afforested pastures in a humid temperate region. Plant and Soil 353(1-2):333-353.
27-Post, W. M., K. C. Kwon, 2000. Soil Carbon Sequestration and Land-Use Change: Processes and Potential.Global Change Biology 6:317–328.
28-Shi, S.,W. Zhang, P. Zhang, Y. Yu, F. Ding, 2013. A synthesis of change in deep soil organic carbon stores with afforestation of agricultural soils. Forest Ecology and Management 296:53-63.

Archive of SID

www.SID.ir

29-Silver, W., L. M. Kueppers, A. E. Lugo, R. ostertag, V. Matzek, 2004. Carbon sequestration and plant community dynamics following reforestation of tropical pasture. Ecological Applications 14(4) : 1115–1127.
30- Srivastava, P., A. Kumar, S. K. Behera, Y. K. Sharma, N. Singh, 2012. Soil carbon sequestration: an innovative strategy for reducing atmospheric carbon dioxide concentration. Biodiversity and Conservation 21(5):1343-1358.
31-Tarrega, R., L. Calvo, E. Marcos, A. Taboaba, 2007.Composition of understory plant community composition and soil charactistics in *Quercus pyrenaica* stands with different human uses.Forest Ecology Management 241:235-242.
32-Varamesh, S., SM. Hosseini, N.Abdi, 2011. Evaluating the potential of urban forests in carbon sequestration. Journal of environmental science 37(57):113-120.
33-Yan, H., M, Cao, J. Liu, B.To, 2007. Potential and sustainability for carbon sequestration with improved soil management in agricultural soil of China.Agriculture,ecosystems and agriculture121:325-335.
34-Zhang, W. J., X. J.Wang, M. G. Xu, S. M. Huang, H. Liu, C. Peng, 2010. Soil organic carbon dynamics under long-term fertilizations in arable land of northern China. Biogeosciences 7: 409–425.
35-Zhao, Q., D.H. Zeng, D.K. Lee, X.Y. He, Z.P. Fan, Y.H. Jin, 2007. Effects of *Pinus sylvestries Var*.Mongolica on Soil Phosphorous status of the Kerrqin sandy lands in China. Journal of Arid Environments 69: 568-582.
36-Zheng, H., Z. Ouyang, W. Xu ., X. Wang, H. Miao, X. Li, Y. Tian, 2008.Variation of carbon storage by different reforestation types in the hilly red soil region of southern China.Forest Ecology and Management 255(3,4):1113-1121.

Archive of SID

www.SID.ir