فصلنامهٔ علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد 15 شمارهٔ 3 ، صفحهٔ 252-241 ، (1386)

برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گلبند در شمال کشور)

عباداله محمودی طالقانی، قوام‌الدین زاهدی امیری، ابراهیم عادلی و خسرو ثاقب طالبی

1- دانشجوی دکتری رشته جنگل‌داری، واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی.
2- دانشیار، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران. پست الکترونیک: zahedi@nrf.ut.ac.ir
3- استاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.
4- دانشیار، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور.
تاریخ دریافت: 85/6/8 تاریخ پذیرش: 85/9/25

چکیده

این تحقیق به منظور بررسی میزان حجم سرپا و تأثیر آمیختگی گونه‌ها و تیپ جنگل در میزان ترسیب کربن خاک در حوزه آبخیز 45 جنگلهای شمال کشور صورت گرفته است. در این تحقیق برای نمونه‌برداری خاک در هر طرح جنگل‌داری یک پروفیل به‌عنوان شاهد حفر و در تیپهای شناخته شده هر طرح (بر اساس کتابچه طرح موجود) نمونه برداری بوسیله اگر انجام شد که با توجه به متغیر بودن تیپ‌های جنگلی در هر سری، در کل عرصه مورد تحقیق 11 نمونه خاک با حفر پروفیل و 288 نمونه تهیه گردید. نمونه‌های خاک بعد از خشک شدن به آزمایشگاه ارسال گردید. اندازه‌گیری کربن در افق‌های معدنی خاک با استفاده از روش والکی- بلاک انجام شد و برای برآورد کربن در افق‌های هوموسی خاک از روش احتراق یا سوزاندن در کوره با400 درجه استفاده گردید. نتایج بدست آمده از برآورد میزان ترسیب کربن در طرح‌های مختلف جنگل‌داری نشان داد که اختلاف قابل توجهی در میزان ترسیب کربن بین طرح جنگل‌داری دلدره و توسکاچال وجود دارد. بیش از 283 تن در هکتار ترسیب کربن در طرح جنگل‌داری دلدره، نشان‌دهنده فعال بودن این اکوسیستم جنگلی است. این طرح جنگل‌داری با 312 مترمکعب حجم در هکتار در مقایسه با سایر طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه، دارای بیشترین موجودی حجمی است. تأثیر حجم در هکتار جنگل رابطه مستقیم با میزان بیوماس جنگل داشته و در نتیجه به افزایش ذخیره کربن خاک کمک می‌نماید. تنوع در ترکیب و آمیختگی گونه‌ها منتج به تشکیل تیپ‌های مختلف در طرح جنگل‌داری دلدره شده و آن را از سایر طرح‌ها متمایز نموده که این موضوع نیز یکی از عوامل مهم در افزایش ظرفیت ذخیره کربن در افق‌های معدنی خاک می‌باشد. از دیگر نتایج این مطالعه حد میزان نمونه برداری در افق‌های معدنی خاک برای سنجش ترسیب کربن است که در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه تا عمق 50 سانتیمتری خاک کفایت می نماید، زیرا اختلاف معنی‌داری بین عمق 50 تا100 سانتیمتری خاک از نظر میزان ذخیره کربن در یازده طرح جنگل‌داری مورد مطالعه مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، خاک‌های جنگلی، جنگلهای شمال، گلبند.

مقدمه

گرم شدن کره زمین یکی از مشکلات قرن بیست و یکم می‌باشد، خطرات انتشار گاز دی اکسید کربن در مجامع مختلف زیست محیطی جهانی مورد توجه و تأکید قرار گرفته و به راهکارهای مقابله با آن نیز اندیشیده شده است. در سال1992 میلادی تقریباً تمام کشورهای دنیا (بیش از 160کشور جهان) کنوانسیون تغییرات اقلیمی را امضاء نمودند. هدف بلند مدت این توافقنامه، کاهش

Archive of SID
www.SID.ir

غلظت گازهای گلخانه‌ای در سطح سلامتی انسان و کنترل شاخص‌های تغییرات اقلیمی بوده است. به‌عنوان اقدامی برای دستیابی به این هدف، کشورهای صنعتی پروتکل کیوتو را در دسامبر 1997 میلادی پذیرفتند. برای اجباری یا الزامی نمودن آن، این کنوانسیون می‌بایستی به‌طور رسمی توسط 55 کشور عضو، مشتمل بر اعضای کشورهای توسعه یافتهٔ صنعتی، تصویب می‌گردید. کشورهای توسعه یافته صنعتی عضو این کنوانسیون، متعهد شدند طی سال‌های 2008 تا 2012 میلادی مقدار انتشار گازهای گلخانه‌ای را در سطح کمتر از سال 1990 میلادی برسانند. ایالات متحده آمریکا پذیرفت که کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را حداکثر تا 7٪ کمتر از مقدار آن در سال 1990 برساند و کانادا مقدار حداکثر 6٪ را پذیرفت (Broadmeadow & Mattews, 2003). در 150 سال اخیر مقدار Co_2 موجود در اتمسفر در اثر فعالیت‌های انسانی افزایش یافته است و میزان آن از 288 ppm درسال 1850 قبل از انقلاب صنعتی به 387 ppm درسال 1998 رسیده است (Cannel & Milne, 1997). مقدار گاز کربنیک در چرخهٔ طبیعت معادل 200 میلیارد تن در سال می‌باشد که بوسیله گیاهان و اقیانوس‌ها از اتمسفر دریافت و حاصل آن تعادل چرخهٔ گازکربنیک در طبیعت است. کربن در بخشهای مختلف اکوسیستم‌های جنگلی می‌تواند ذخیره یا ترسیب شود که این ذخایر کربن در جنگل شامل موجودی سرپا، بیوماس مرده و کربن موجود در خاک می‌باشد. مطالعه‌ای که در یک عرصه جنگل‌کاری با اکالیپتوس در غرب استان فارس (نورآباد ممسنی) صورت گرفت، میزان ذخیره کربن سالیانه در بخش پوشش گیاهی 7/8 تن در هکتار برآورد گردیده است (بردبار، 1385).

یک روش پیشنهاد شده برای کاهش گاز کربنیک هوا، افزایش ذخیره جهانی کربن در خاک‌ها می‌باشد چرا که خاک تقریباً 75 درصد ذخایر کربن در خشکی را دارا می‌باشد (یعنی حدود 3 برابر بیشتر از میزان ذخیره کربن در گیاهان و جانوران). بنابراین خاک‌ها در حفظ توازن چرخه جهانی کربن نقش عمده‌ای را ایفا می‌کنند.

در مطالعه حاضر به بررسی تأثیرحجم سرپا، آمیختگی گونه‌ها و تیپ جنگل در میزان ترسیب کربن خاک پرداخته شد که نتیجه آن برای چگونگی دخالت در توده‌های جنگلی جهت مدیریت جنگلهای شمال ایران می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد.

همچنین هدف از این تحقیق ارایه شاخصی به‌عنوان عملکرد تولیدی رویشگاه‌های جنگلی بجز ارزش تولید چوب آن است تا بتوان آن را در معادلات اقتصادی برای مدیریت جنگل‌داری پایدار منظور نمود و همچنین بتوان ارزیابی از قابلیت این اکوسیستم‌ها در میزان ظرفیت ذخیره و ترسیب ترکیبهای کربن‌دار در لایه‌های مختلف خاک جنگلی داشت.

مواد و روش‌ها

موقعیت و شرایط منطقه مورد مطالعه

عرصه مورد مطالعه (حوضه آبخیز 45) یکی از 103 حوضه آبخیز جنگلی دامنهٔ شمالی سلسله جبال البرز می‌باشد که در حال حاضر از نظر مدیریت بر عرصه‌های منابع طبیعی، در محدودهٔ استحفاظی اداره کل منابع طبیعی نوشهر واقع شده است. مساحت این حوضه 37092 هکتار می‌باشد که از نظر موقعیت بین طول جغرافیایی ´30 °51 تا "45 ´36 °51 شرقی و عرض جغرافیایی " 35 ´27 ° 36 تا ´30 °36 شمالی قرار گرفته است. حداقل ارتفاع از سطح دریا 50 متر و حداکثر ارتفاع 2200 متر می‌باشد. جهت کلی شیب بطرف شمال بوده و شیب دامنه‌های مشرف به دره‌ها و رودخانه‌های موجود بیشتر به سمت شرق و غرب می‌باشد. هشت هزار هکتار از عرصه یاد شده برای برنامه‌های آموزشی، تحقیقاتی، و بهره‌برداری (جنگل خیرودکنار) در اختیار دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران قرار دارد. سطحی معادل 4993

Archive of SID

www.SID.ir

هکتار که در بخش ارتفاعات و ضلع جنوبی جنگل خیرودکنار واقع شده فاقد طرح جنگل‌داری و مابقی حوضه به مساحت 24099 هکتار، عرصه مورد مطالعه این تحقیق را تشکیل می دهد که از چهار بخش به‌شرح زیر تشکیل شده است:

بخش اول: آبخیز رودخانه شوراب شامل چهارسری شوراب، جمند، دارنوولرده و بهسرا

بخش دوم: آبخیز رودخانه ماشالک شامل سه سری لاروچال، توسکاچال و لیره‌سر

بخش سوم: آبخیز رودخانه کرکرود شامل سه سری لالیس، دلدره و خانیکان

بخش چهارم: آبخیز رودخانه نیرنگ شامل سری نیرنگ

متوسط موجودی حجم در هکتار هر یک از طرح‌های جنگل‌داری در جدول 1 نشان داده شده است.

جدول 1- متوسط حجم در هکتار طرح‌های جنگل‌داری

طرح‌های جنگل‌داری	متوسط حجم در هکتار (متر مکعب)
شوراب	207
جمند	231
دارنو ولرده	298
بهسرا	206
لاروچال	263
توسکاچال	156
لیرسرا	180
لالیس	189
دلدره	312
خانیکان	169
نیرنگ	174

روش تحقیق

در این تحقیق برای نمونه‌برداری خاک در هر طرح جنگل‌داری (به‌عنوان شاهد) یک پروفیل حفر و در تیپ‌های شناخته شده (بر اساس کتابچه طرحهای موجود) نمونه‌برداری بوسیله مته‌های مخصوص نمونه‌برداری خاک (اگر) انجام شد. با توجه به متغیر بودن تعداد تیپ‌ها در هر طرح، تعداد نمونه‌های خاک نیز متفاوت بوده اما در مجموع 11 نمونه خاک با حفر پروفیل و 288 نمونه خاک با استفاده از اگر تهیه گردید. در مناطقی که قبلاً در معرض آتش سوزی قرار گرفته بود به دلیل زیاد بودن مقدار کربن موجود در ذغال باقیمانده درخاک، از نمونه‌برداری پرهیز گردید. نمونه‌های خاک در دو افق آلی (LFH) و معدنی (0-100 سانتیمتر) برداشت گردید. برای نمونه برداری خاک در افق‌های آلی، در سطح یک متر مربع ابتدا تمام پوشش گیاهی کف جنگل را کنار زده و لایه لاشبرگی (L)، لایه درحال تجزیه (F) و لایه هوموسی (H) در آن سطح جمع‌آوری شد. نمونه‌های خاک در افق‌های معدنی تا عمق 100 سانتیمتری خاک از لایه‌های 0-10 ، 10-30 ، 30-50 و50-100 سانتیمتر با استفاده از اگر برداشت و از یکدیگر تفکیک شده و بعد اجزای درشت‌دانه آنها با عبور از الک 5 میلیمتری جدا گردیدند. نمونه‌ها بدون قرار گرفتن در معرض نور خورشید، در هوای آزاد خشک و سپس به آزمایشگاه منتقل گردید. اندازه‌گیری کربن در افق‌های معدنی خاک با استفاده از روش والکی- بلاک انجام شد و برای برآورد کربن در افق‌های هوموسی خاک از روش احتراق یا سوزاندن در کوره 400 درجه در مدت 24 ساعت استفاده گردید. برای محاسبه درصد کربن کل خاک در لایه‌های معدنی، اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری خاک مورد نیاز بود، بنابراین کلوخه هر نمونه خاک برای اندازه‌گیری وزن مخصوص ظاهری با استفاده از روش پارافین انجام

Archive of SID

www.SID.ir

شد. وزن مخصوص خاک، تغییرپذیری مکانی نسبتاً پایینی دارد به طوری که ضریب تغییرات آن به طور معمول کمتر از 10٪ است. برای خاکهایی با تیپ یکنواخت، به‌طور معمول چهار نمونه برای برآورد میانگین وزن مخصوص ظاهری خاک کافی است (McDicken, 1997).

رابطه مورد استفاده برای برآورد وزن کربن خاک

هدف از این تحقیق، برآورد میزان کربن در واحد سطح و در نتیجه تخمین ترسیب کربن در واحدهای مورد مطالعه در اکوسیستم‌های جنگلی بود. در این مطالعه بر حسب عمق مختلف خاک، شناسایی نوع هوموس و تیپ جنگل، وزن مخصوص ظاهری خاک پس از نمونه‌گیری محاسبه گردید. مدل مورد استفاده در این تحقیق اولین بار در کشور بلژیک (Zahedi,1998) برای برآورد میزان ترسیب کربن خاک در تیپ‌های مختلف جنگلی ارائه گردید (جدول 2).

جدول 2- تغییرات وزن مخصوص ظاهری برحسب تیپ جنگل و نوع هوموس (Zahedi, 1998 & 2002)

عمق خاک (سانتیمتر)	وزن مخصوص ظاهری تیپ راش		وزن مخصوص ظاهری تیپ راش- ممرز		وزن مخصوص ظاهری تیپ بلوط- ممرز		وزن مخصوص ظاهری تیپ ممرز		وزن مخصوص ظاهری تیپ مخلوط پهن برگان	
	اسید مول	مول مودر	مول	اسید مول	مول کالسیک	مول	مول تیپیک	مول	مول جنگلی	مول مودر
0-10	1/155	1/175	1/148	1/159	1/119	1/105	1/112	1/132	1/102	1/163
10-30	1/223	1/328	1/159	1/238	1/136	1/126	1/127	1/146	1/193	1/295
30-50	1/315	1/494	1/189	1/378	1/272	1/242	1/153	1/175	1/147	1/433
50-100	1/423	1/575	1/234	1/468	1/315	1/335	1/122	1/321	1/274	1/562

براساس جدول 2 و رابطه (1)، پس از اندازه‌گیری درصد تراکم کربن به تفکیک هر لایه معدنی خاک با استفاده از روش والکی- بلاک، میزان ترسیب کربن با مقیاس گرم در هر مترمربع محاسبه شد.

$$Cc = 10000 \times C(\%) \times Bd \times e \quad (1)$$

در این رابطه، Cc میزان وزن کربن ترسیب شده در سطح یک متر مربع، C درصد تراکم کربن در عمق مشخصی از خاک، Bd وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتیمتر مکعب براساس جدول 2 و e ضخامت عمق خاک برحسب سانتیمتر است.

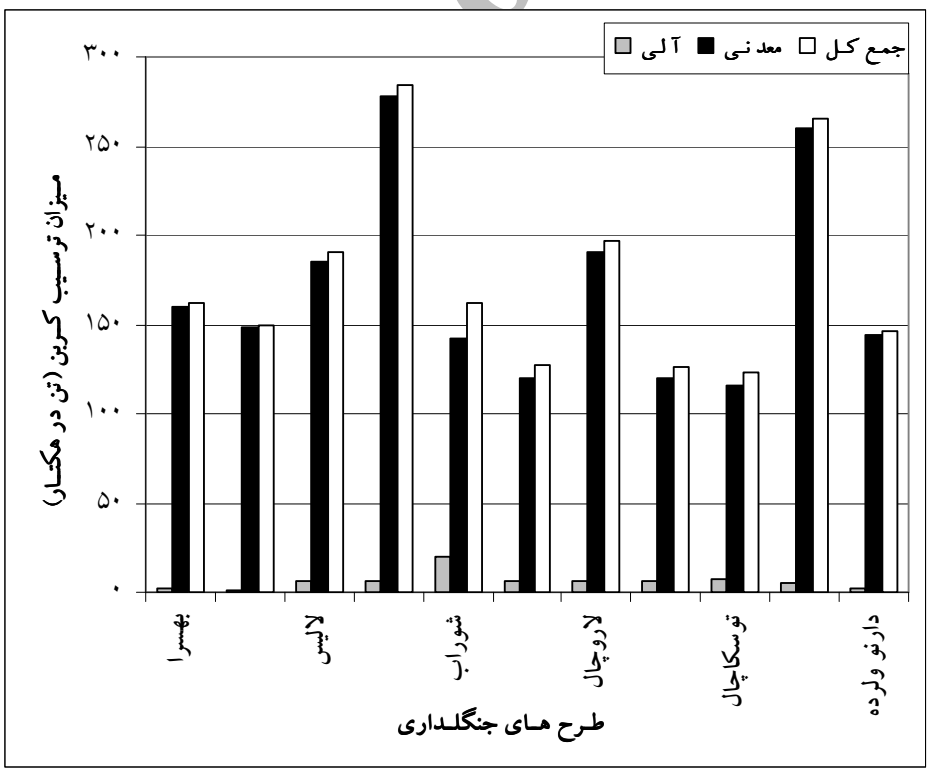
نتایج

متغیرهای مورد استفاده از این مدل شامل ضخامت لایه معدنی، تراکم کربن و وزن مخصوص ظاهری خاک در هر لایه بر اساس تیپ جنگل و هوموس می‌باشد. در این مطالعه برآورد میزان ترسیب کربن در لایه آلی خاک بر مبنای میزان بیوماس در سطح یک متر مربع و درصد کربن به تفکیک در هر افق محاسبه گردید. اعداد ارایه شده در محاسبه میزان تراکم کربن در هر لایه بر اساس میانگین تعدادی از تشریح پروفیل‌های خاک با تجزیه و تحلیل آزمایشگاهی نمونه‌ها انجام گردید. جدولهای 3 تا 13 میانگین میزان ترسیب کربن در افق‌های آلی و معدنی در طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه را نشان می‌دهد. نتایج تجزیه و تحلیل آماری (مقایسه میانگین‌ها با آزمون توکی) در مورد ترسیب کربن در لایه‌های آلی خاک نشان داد که اختلاف معنی‌داری (در سطح 95٪) بین طرحهای جنگل‌داری مورد مطالعه وجود دارد. نتایج تجزیه و تحلیل‌های آماری نشان داد که بین طرحهای جنگل‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

لالیس، دلدره، شوراب، نیرنگ، لاروچال، خانیکان، توسکاچال و جمند اختلاف معنی‌داری از لحاظ تجمع و ذخیره کربن در افق‌های آلی وجود ندارد (شکل 1). اما نتایج تجزیه و تحلیل آزمون آماری (مقایسه میانگین‌ها) در مورد ترسیب کربن در لایه‌های معدنی خاک نشان داد که اختلاف معنی‌داری (درسطح 95٪) بین طرح‌های جنگل‌داری وجود دارد. طرح جنگل‌داری دلدره با میانگین 278 تن در هکتار بیشترین میزان ترسیب کربن در افق‌های معدنی خاک را در مقایسه با سایر طرح‌های جنگل‌داری دارا می‌باشد. این مطالعه همچنین نشان داد که حد میزان تغییرات ترسیب کربن در لایه‌های معدنی خاک در طرح‌های جنگل‌داری مختلف متفاوت بوده و لایه 10-30 سانتیمتری خاک بیشترین ظرفیت قابلیت ترسیب کربن را در تمام طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه دارد. بنابراین نتیجه‌گیری شد که طرح جنگل‌داری دلدره بیشترین میزان ذخیره کربن (91/4 تن درهکتار) را در لایه 10-30 سانتیمتری در مقایسه با سایر طرح‌ها دارا می‌باشد. به طور کلی ترسیب کربن در لایه‌های معدنی خاک و در عمق بیش از 50 سانتیمتری در اغلب طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه تفاوت قابل ملاحظه‌ای نداشته است. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که طرح جنگل‌داری دلدره با میانگین 283/83 تن در هکتار بیشترین ذخیره کربن در لایه‌های آلی و معدنی و همچنین طرح جنگل‌داری توسکاچال با 123/2 تن در هکتار کمترین میزان ذخیره کربن در خاک را بین یازده طرح جنگل‌داری مورد مطالعه داشته‌اند. طرح جنگل‌داری شوراب با 20 تن در هکتار ذخیره کربن در هکتار در افق‌های آلی (LFH) بیشترین و طرح لیرسرا با 1/44 تن در هکتار کمترین مقدار ترسیب کربن را داراست.



شکل 1- میانگین ترسیب کربن در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه

www.SID.ir

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 3- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری بهسرا

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	2	42/5	-	0/162	1/62
F	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-
0-10	10	4/65	1/102	5/12	51/2
10-30	20	2/35	1/193	5/61	56/1
30-50	20	1/26	1/147	2/89	28/9
50-100	50	0/38	1/274	2/42	24/2
جمع	108	-	-	16/2	162

جدول 4- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری لیرسرا

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	1/5	41/2	-	0/144	1/44
F	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-
0-10	10	4/15	1/102	4/57	45/7
10-30	20	2/36	1/193	5/63	56/3
30-50	20	1/15	1/147	2/64	26/4
50-100	50	0/31	1/274	1/97	19/7
جمع	103	-	-	14/95	149/5

جدول 5- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری لالیس

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	43/5	-	0/179	1/79
F	2	30/7	-	0/216	2/16
H	1	22/5	-	0/195	1/95
0-10	10	4/25	1/152	4/89	48/9
10-30	20	2/73	1/195	6/52	65/2
30-50	20	1/14	1/283	3/28	32/8
50-100	50	0/57	1/341	3/82	38/2
جمع	106	-	-	19/1	191

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 6- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری دلدره

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	42/1	-	0/175	1/75
F	1	30/6	-	0/225	2/25
H	-	-	-	0/183	1/83
0-10	10	5/88	1/159	6/81	68/1
10-30	20	3/69	1/238	9/14	91/4
30-50	20	1/93	1/378	5/32	53/2
50-100	50	0/89	1/468	6/53	65/3
جمع	104	-	-	28/38	283/8

جدول 7- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری شوراب

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	8	45/6	-	0/251	2/51
F	5	34/3	-	0/843	8/43
H	3	27/8	-	0/914	9/14
0-10	10	3/44	1/159	3/98	39/8
10-30	20	2/23	1/238	5/52	55/2
30-50	20	1/12	1/378	3/09	30/9
50-100	50	0/22	1/468	1/62	16/2
جمع	103	-	-	16/22	162/2

جدول 8- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری نیرنگ

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	41/8	-	0/196	1/96
F	1	30/6	-	0/237	2/37
H	1	24/8	-	0/354	3/54
0-10	10	3/12	1/112	3/47	34/7
10-30	20	2/19	1/127	4/94	49/4
30-50	20	0/48	1/153	1/93	19/3
50-100	50	0/26	1/221	1/58	15/8
جمع	103	-	-	12/7	127

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 9- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری لاروچال

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	43/8	-	0/227	2/27
F	2	31/9	-	0/395	3/95
H	-	-	-	-	-
0-10	10	4/52	1/102	4/98	49/8
10-30	20	2/68	1/193	6/39	63/9
30-50	20	1/42	1/147	3/26	32/6
50-100	50	0/69	1/274	4/39	43/9
جمع	103	-	-	19/64	196/4

جدول 10- میانگین میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری خانیکان

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	42/9	-	0/247	2/47
F	2	33/5	-	0/315	3/15
H	-	-	-	-	-
0-10	10	3/32	1/132	3/76	37/6
10-30	20	1/63	1/146	3/73	37/3
30-50	20	1/11	1/175	2/61	26/1
50-100	50	0/29	1/321	1/92	19/2
جمع	103	-	-	12/58	125/8

جدول 11- میانگین میزان ترسیب کربن(تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری توسکاچال

عمق لایه خاک cm	ضخامت لایه (e) cm	تراکم کربن %	وزن مخصوص ظاهری g/cm^3	ترسیب کربن kg/m^2	ترسیب کربن ton /ha
L	3	41/8	-	0/196	1/96
F	1	30/6	-	0/237	2/37
H	1	24/8	-	0/321	3/21
0-10	10	3/12	1/155	3/6	36
10-30	20	1/76	1/223	4/3	43
30-50	20	0/64	1/315	1/68	16/8
50-100	50	0/28	1/423	1/99	19/9
جمع	103	-	-	12/32	123/2

Archive of SID

www.SID.ir

جدول 12- میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری جمند

عمق لایه خاک	ضخامت لایه (e)	تراکم کربن	وزن مخصوص ظاهری	ترسیب کربن	ترسیب کربن
cm	cm	%	g/cm^3	kg/m^2	ton /ha
L	3	42/4	-	0/186	1/86
F	2	33/1	-	0/342	3/42
H	-	-	-	-	-
0-10	10	5/43	1/159	6/29	62/9
10-30	20	3/73	1/238	9/24	92/4
30-50	20	1/79	1/378	4/93	49/3
50-100	50	0/76	1/468	5/58	55/8
جمع	103	-	-	26/57	265/7

جدول 13- میزان ترسیب کربن (تن در هکتار) در لایه‌های آلی و معدنی خاک در طرح جنگل‌داری دارنو ولرده

عمق لایه خاک	ضخامت لایه (e)	تراکم کربن	وزن مخصوص ظاهری	ترسیب کربن	ترسیب کربن
cm	cm	%	g/cm^3	kg/m^2	ton /ha
L	2	42/5	-	0/162	1/62
F	-	-	-	-	-
H	-	-	-	-	-
0-10	10	4/25	1/102	4/68	46/8
10-30	20	1/95	1/193	4/65	46/5
30-50	20	0/97	1/147	2/89	28/9
50-100	50	0/38	1/274	2/23	22/3
جمع	108	-	-	14/61	146/1

بحث

نتایج بدست آمده از برآورد میزان کربن در افق‌های آلی و معدنی خاک نشان داد که اختلاف قابل توجهی در میزان ظرفیت ترسیب کربن بین طرح جنگل‌داری دلدره و توسکاچال وجود دارد. بیش از 283 تن در هکتار ترسیب‌کربن در طرح جنگل‌داری دلدره، نشان‌دهنده فعال بودن این اکوسیستم جنگلی است. این طرح جنگل‌داری با 312 مترمکعب حجم در هکتار (بی نام، 1374) در مقایسه با سایر طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه، دارای بیشترین موجودی حجمی است. بنابراین تأثیر حجم در هکتار جنگل رابطه مستقیم با میزان بیوماس جنگل داشته و در نتیجه به افزایش ذخیره کربن خاک کمک می‌نماید. تنوع در ترکیب و آمیختگی گونه‌ها منتج به تیپ‌های مختلف جنگلی در سری دلدره شده است که این مورد در سایر طرح‌های جنگل‌داری مطالعه شده کمتر دیده شده است که نتیجه آن از عوامل مهم در افزایش ظرفیت ذخیره کربن در افق‌های معدنی خاک بوده است. در بررسی که در جنگل‌های اسکاتلند توسط Cannel & Dewar (1993) انجام گرفت، نتیجه‌گیری شد که ترکیب گونه‌های سوزنی‌برگان موجب افزایش تراکم لاشبرگ‌های سطح خاک شده و به‌عبارتی دیگر فقط کربن مواد آلی خاک را افزایش می‌دهند درحالی‌که ترکیب پهن‌برگان و

Archive of SID

www.SID.ir

سوزنی‌برگان باعث افزایش کربن در هر دو افق آلی و معدنی خاک می‌شوند. در تحقیق دیگری که در جنگل‌های بلژیک انجام شد (Zahedi, 1998)، تأثیر تیپ جنگلی روی میزان ترسیب کربن در خاک مورد ارزیابی قرار گرفت.

در این مطالعه نتیجه‌گیری شد که ترسیب کربن در لایه‌های آلی خاک در توده راش- بلوط بیش از توده افرا - زبان‌گنجشک بوده است. درحالی‌که میزان ذخیره کربن در لایه‌های معدنی خاک در توده افرا- زبان‌گنجشک به‌مراتب بیشتر بوده است. با توجه به نتایج این تحقیق، تأثیر ترکیب گونه‌ای و تیپ جنگل در فرآیند ترسیب کربن در افق‌های آلی و معدنی خاک بسیار اثرگذار می‌باشد، زیرا در این تحقیق نتیجه‌گیری شده است که تأثیر نوع گونه‌های جنگلی (راش و بلوط) در مقایسه با (زبان‌گنجشک و افرا) و همچنین ویژگی‌های سرعت معدنی شدن مواد آلی و بالا بودن رابطه C/N در توده‌های راش و بلوط و پایین بودن این رابطه در توده‌های زبان‌گنجشک و افرا عامل تغییر تجمع مواد آلی در افق‌های سطحی و معدنی خاک بوده است. نتایج این پژوهش نشان داد که طرح جنگل‌داری شوراب با تجمع قابل توجه مواد آلی در سطح خاک به ویژه لایه H و F با بیشترین ذخیره کربن آلی نسبت به دیگر طرح‌های جنگل‌داری به لحاظ، تیپ هوموس مول اسید و کند بودن فرآیند هوموفیکاسیون ویژگی‌های خاصی داشته، اما طرح جنگل‌داری لیرسرا با داشتن هوموس مول فعال جنگلی و فقدان لایه‌های H و F از سرعت معدنی شدن قابل توجه برخوردار است.

طرح جنگل‌داری دلدره با میزان 159/5 تن در هکتار ذخیره کربن در عمق معدنی صفر تا 30 سانتیمتری خاک در مقایسه با طرح جنگل‌داری توسکاچال با میزان 79 تن در هکتار از شرایط بسیار مطلوبی برخوردار است. از آنجایی که قسمت بیشتر کربن خاک جنگل در افق‌های سطحی آن قرار دارد، از دست رفتن کربن خاک نقش مؤثری بر هیدرولوژی، کیفیت و حاصلخیزی خاک دارد (Garten & Wullschleger, 2000). بنابراین طرح جنگل‌داری دلدره از لحاظ توان حاصلخیزی و تولید در وضعیت بسیار مناسبی قراردارد. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که اندازه‌گیری میزان ترسیب و ذخیره کربن در خاک جنگلی می‌تواند شاخص خوبی در سنجش پایداری یک اکوسیستم جنگلی باشد. از دیگر نتایج این مطالعه می‌توان بیان نمود که حد میزان نمونه‌برداری در افق‌های معدنی خاک برای سنجش ترسیب کربن در جنگل‌های منطقه مورد مطالعه تا عمق 50 سانتیمتری خاک کفایت می‌نماید. زیرا اختلاف معنی‌داری در عمق 50 تا100 سانتیمتری خاک بین طرح‌های جنگل‌داری مورد مطالعه مشاهده نشد. به‌طورکلی نتایج این مطالعه بیانگر آن است که تأثیر آمیختگی گونه‌ها و تیپ جنگل در میزان ترسیب کربن در خاک بسیار مؤثر بوده و نتیجه آن می‌تواند جهت تصمیم‌گیری برای چگونگی دخالت در توده‌های سایر طرح‌های این جنگل و به عنوان الگو برای مدیریت پایدار جنگل‌های شمال ایران مورد استفاده قرار بگیرد. این مطالعه توانسته است با توجه به هدف و نتایج آن، یعنی با تدوین شاخصی به عنوان عملکرد تولیدی جنگل بجز ارزش تولید چوب آن، ارزیابی مناسبی را از قابلیت توان این اکوسیستم‌ها برای مدیریت جنگل‌داری پایدار ارایه نماید.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع مورد استفاده

- بردبار، س.ک. و مرتضوی جهرمی، س.م. 1385. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاریهای اکالیپتوس. مجله پژوهش و سازندگی، 19 (1): 101-95.
- بی نام، 1374 تا 1381. طرح‌های جنگل‌داری حوزه گلبند. اداره کل منابع طبیعی نوشهر.
- Broadmeadow, M. and Matthews, R., 2003. Forest, carbon and climate change; The UK contribution. Forestry Commission (Edinburgh): 156-167.
- Cannel, M.G.R. and Dewar, R.C., 1993. The carbon sinks provided by plantation forests and their products in Britain. Institute of terrestrial ecology, Scotland, 124p.
- Cannel, M.G.R. and Milne, G., 1997. Carbon pools and sequestration in forest ecosystems in Britain. Forestry 23-44: 361-378.
- Garten, C.T. Jr. and Wullschleger, SD., 2000. Soil carbon dynamics beneath switchgrass as indicated by stable isotope analysis. Journal of Environmental Quality, 29: 645-653.
- McDicken, K.G., 1997. A guide to monitoring carbon storage in forestry and agro-forestry projects. Winrock International Institute for Agricultural Development, Washington D.C, 357p.
- Zahedi, Gh., 1998. Relation between vegetation and soil characteristics in a mixed hard wood stand. Academic press, Ghent University (Belgium), 319p.
- Zahedi, Gh., 2002. Spatial dependence between soil carbon and nitrogen storage in two forest types. Proceeding of the XII World Forestry Congress in Canada/Quebec: 357-358.

Archive of SID

www.SID.ir

Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest

E. Mahmoudi Taleghani[1], Gh. Zahedi Amiri[2], E. Adeli[3] and Kh. Sagheb-Talebi[4]

1- Ph.D. student of forestry in Science and Research Campus, Islamic Azad University.
2- Associate professor, Faculty of Natural Resources, Tehran University. E-mail: zahedi@nrf.ut.ac.ir
3- Professor, Science and Research Campus, Islamic Azad University.
4- Associate professor, Research Institute of Forests and Rangelands.

Abstract

This research was aimed to studying the stocking volume and effects of species mixture and forest type on carbon sequestration in watershed No. 45 of Hyrcanian forest. In order to take soil samples, one soil profile was dug in each district as control profile, and then soil sampling was done in recognized forest types by Auger. Due to varying forest type in each district, a total of 11 soil profiles were dug and 288 samples were taken by auger. Soil samples were delivered to soil lab after being dried. Walcky-Black procedure was used for carbon measurement in mineral horizons and in order to evaluate the carbon in humus horizons, burning in oven with 400^{O}c was applied. The results showed that there is significant difference between Deldareh and Tooskachal districts in term of the amount of carbon sequestration. Over 283 ton/ha carbon sequestration in Deldareh shows that this forest ecosystem is active. Compared to other districts, Deldareh with 312 m^3/ha has the highest stocking volume. There is a direct relationship between volume per hectare and forest biomass, contributing more carbon storage. Species composition and mixture in different types in Deldareh distinguish this district from others, which is an important factor of increasing carbon storage potential in mineral horizons. Determining the depth of sampling in mineral layers for quantifying carbon sequestration is another result in this study. As there was not significant difference between 50 to100 cm depths in amount of carbon sequestration in the 11 samples of this study, one can conclude that study of carbon in depth of 50 cm could be sufficient.

Key words: carbon sequestration, forest soil, caspian forest, Golband.

Archive of SID

www.SID.ir