نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی
جلد اول، شماره دوم، ۱۳۹۱
http://ejang.gau.ac.ir

برآورد کربن ترسیب شده در زیست توده و خاک پارک‌های جنگلی طالقانی و چیتگر با استفاده از گونه کاج تهران

***سمانه سادات آریاپاک[۱]، ویلما بایرام‌زاده[۲] و ابوالفضل معینی[۳]**

[۱]دانش‌آموخته ارشد، رشته خاکشناسی- پیدایش، رده‌بندی و ارزیابی خاک، دانشکده کشاورزی و منابع‌طبیعی دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج ، [۲]استادیار دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه آزاداسلامی واحد کرج، [۳]استادیار گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاداسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران

تاریخ دریافت: ۹۱/۳/۱۵؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۸/۲۳

چکیده

چالش بزرگ جهان امروز به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک، گرم شدن و تغییر اقلیم، ناشی از اثر گازهای گلخانه‌ای است. یکی از راه‌کارهای شناخته شده که به کاهش کربن اتمسفری و به‌سازی وضع موجود کمک می‌کند، ترسیب کربن در پوشش گیاهی و خاک است. برای برآورد کربن ترسیب شده در خاک و توده جنگلی کاج تهران در دو پارک جنگلی طالقانی و چیتگر، پس از مشخص کردن شبکه نمونه برداری بر روی نقشه، محل نمونه‌برداری‌ها انتخاب شد، برای توده جنگلی کاج تهران ۱۰ پلات دایره‌ای با شعاع ٤ متر در دو پارک در نظر گرفته شد و مقدار کربن ترسیب شده در درخت (تنه و ریشه)، پوشش علفی و خاک (۲۰-۰ و ٤۰-۲۰ سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد، همچنین برخی از مهمترین خصوصیات خاک؛ بافت، اسیدیته، وزن مخصوص ظاهری، هدایت الکتریکی، کربن آلی، نیتروژن کل و کربن فعال در آزمایشگاه اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد کربن ذخیره شده در هر دو عمق ۲۰-۰ و ٤۰-۲۰ سانتی‌متر به‌ترتیب در پارک جنگلی طالقانی (۲۵/۵۱ ton/ha)، (۲۰/۰۰ ton/ha) از پارک چیتگر با (۲۱/۰٦ ton/ha) و (۹/٦۱ ton/ha) به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۱) بیشتر می‌باشد. همچنین میزان کربن فعال در پارک طالقانی نیز در هر دو عمق مورد مطالعه بیشتر از پارک چیتگر است

*مسئول مکاتبه: e.ariapak@yahoo.com

که از مهمترین اجزاء تاثیرگذار بر مقدار کربن آلی خاک است. با توجه به نتایج این تحقیق با اطمینان می‌توان بیان داشت که در اکوسیستم‌های جنگلی، خاک مهمترین مخزن کربن آلی به شمار می‌آید که مدیریت مناسب آن منجر به افزایش حاصلخیزی، حفاظت و بهره‌وری از اراضی جهت ایجاد یک استراتژی مناسب در راستای کاهش CO_2 اتمسفری خواهد شد.

واژه‌های کلیدی : ترسیب کربن، توده کاج تهران، پارک‌های جنگلی چیتگر و طالقانی، کربن فعال.

مقدمه

تغییر جهانی ناشی از فعالیت انسان موجب تغییرات زیادی در ساختار و عملکرد اکوسیستم‌ها شده و تاثیرات منفی فراوانی بر محیط‌زیست انسان داشته است. یکی از این تاثیرات، اثر بر روی چرخه‌های نیتروژن و کربن می‌باشد (ولت‌زین و همکاران، ۲۰۰۳). به‌طوری‌که فعالیت انسان و خودرو موجب تولید بیش از ۸۰ درصد از ورودی دی اکسید کربن به داخل نواحی شهری شده است (کویرنر و کلوپاتک، ۲۰۰۲). افزایش دی اکسید کربن جو منجر به پی آمدهای جهانی تغییرات آب و هوایی شده (نواک و کرین، ۲۰۰۲) و دانشمندان را وادار نموده است تا به بررسی دقیق‌تر چرخه جهانی کربن بپردازند (لال، ۱۹۹۹؛ کوندرات‌یو و همکاران، ۲۰۰۳؛ لال، ۲۰۰٤) از آنجایی که پالایش کربن با روش‌های مصنوعی، هزینه سنگینی را در بر دارد (کانل و همکاران، ۱۹۹۲)، بنابراین ساده‌ترین و ارزان‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی‌اکسید کربن در جو ترسیب آن در زیست توده گیاهی و خاک می‌باشد (ویلیام، ۲۰۰۲) که نقش مهمی در چرخه کربنی جهانی ایفا می‌نمایند (ملیلو و همکاران، ۱۹۹۳).

اهمیت ترسیب کربن به حدی است که پژوهش‌های زیادی در قالب طرح‌های تحقیقاتی و پروژه‌های دانشجویی مرتبط با بحث ترسیب کربن در ایران و دنیا انجام شده است که این تحقیقات همگی متفق‌القول، به اهمیت موضوع ترسیب کربن و تاثیر آن بر کاهش گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر زمین می‌پردازند، که از جمله از آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

ورامش و همکاران (۲۰۱۰) که به بررسی اثر جنگلکاری در مقدار ذخیره کربن خاک در پارک چیتگر تهران به این نتیجه رسیدند که ترسیب کربن در خاک توده اقاقیا (*Robinia pseduacacia* L.) ۷۸/۱۹ تن در هکتار، در توده کاج تهران (*Pinus eldarica Medw*) ۵۷ تن در هکتار و در اراضی بایر ۱۰/۸

تن در هکتار است. بردبار و مرتضوی جهرمی (۲۰۰۶) در بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus Camaldulensis Dehnh*) و آکاسیا (*Acacia salicina*) در مناطق غربی استان فارس به این نتیجه رسیدند که مقدار ذخیره کربن در توده اکالیپتوس کمتر از توده آکاسیا است و یا اسچلنسینگ (۱۹۹۹) در بررسی که تحت عنوان ترسیب کربن در خاک‌های آمریکا انجام داد بیان داشت که جنگلکاری و درختکاری باعث افزایش میزان ترسیب کربن در مواد آلی خاک می‌شود، همچنین درختان جوان سرعت ترسیب کربن بیشتری نسبت به درختان مسن دارند، و کربن را به میزان بیشتری و برای مدت طولانی‌تری ترسیب می‌کنند، مک‌فارلان (۲۰۰۹) به بررسی آثار و مزایای جنگل‌های شهری در میشیگان آمریکا پرداخت و نتیجه گرفت که این جنگل‌ها باعث کاهش چشمگیر در سطح CO_2 اتمسفری می‌شوند، بنابراین نقش زیادی در اقتصاد ملی و منطقه‌ای می‌توانند داشته باشند.

گیاهان علاوه بر ذخیره کردن کربن در بیوماس خود با فراهم کردن نهاده‌های کربن به شکل بقایای گیاهی، بر مقدار ذخیرهٔ کربن خاک نیز تاثیر می‌گذارند (دنرگارد و همکاران، ۲۰۰۲). درختان در فرآیند فتوسنتز، دی‌اکسید کربن را از هوا می‌گیرند و با جذب کربن، اکسیژن باقیمانده را دوباره به هوا باز می‌گردانند. کربن جذب شده در بافت‌های گیاه نظیر چوب و برگ ذخیره می‌شود و در فصل خزان، برگ‌ها پس از خشک شدن روی زمین می‌افتند و تجزیه می‌شوند و همچنین باعث افزایش ماده آلی خاک نیز می‌شوند. زیست توده یا بیوماس زیادی که توسط درختان تولید می‌شود و همین طور ریشه و همزیستی ریشه با میکرو اورگانیسم‌ها از جمله عواملی است که به ترسیب کربن در خاک نواحی جنگلی و جنگل کاری شده کمک می‌کند.

اگر چه میزان یا سرعت ذخیره کربن در اکوسیستم‌های جنگلی مناطق حاره یا معتدل و مرطوب زیاد است، ولی به همان نسبت نیز سرعت فرآیندهای تجزیه شیمیایی و بیولوژیکی که موجب آزاد شدن دی اکسید کربن می شود، به دلیل بالا بودن رطوبت محیط، زیاد است. بنابراین یکی از گزینه‌های مناسب جهت افزایش ذخیره کربن، جنگل کاری در مناطق خشک و نیمه خشک می باشند. با افزایش ترسیب کربن علاوه بر کاهش گازهای گلخانه‌ای در جو، ما شاهد کاهش درجه حرارت هوا و همچنین افزایش مواد آلی خاک در این نواحی هستیم (مداح عارفی و همکاران، ۲۰۰۹).

با توجه به این که تهران در منطقه خشک و نیمه خشک واقع شده است و به‌دلیل توسعه بی‌رویه صنعت و جمعیت در شهر تهران و مصرف زیاد انرژی و سوخت‌های فسیلی، روزانه مقدار زیادی گاز دی اکسید کربن همراه با سایر گازهای گلخانه‌ای به اتمسفر وارد میشود (ورامش و همکاران، ۲۰۰۸).

بنابراین این تحقیق با هدف تعیین میزان ذخیره کربن در حجم سرپا و اندام‌های زیرزمینی (ریشه)، پوشش علفی در لایه‌های معدنی خاک زیر توده کاج تهران در عمق‌های ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر در پارک‌های جنگلی طالقانی و چیتگر که در ناحیه خشک و نیمه خشک اطراف تهران واقع شده است می‌باشد.

مواد و روش‌ها

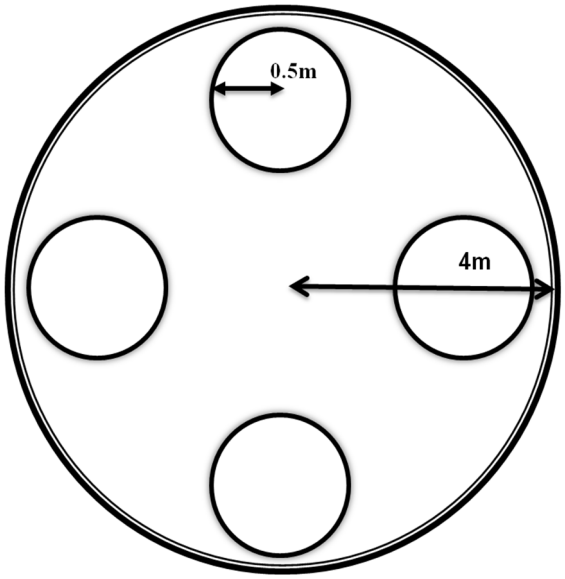
- مناطق مورد بررسی

الف) پارک‌جنگلی چیتگر: این پارک در سال ۱۳۴۷ در غرب شهر تهران (´۱۴ °۵۱ طول و ´۴۴ °۳۵ عرض جغرافیایی) احداث شده و در منطقه ۲۲ شهر تهران با وسعتی حدود ده هزار هکتار واقع شده است.

ب) پارک‌جنگلی طالقانی: پارک طالقانی یا پارک عباس‌آباد ، یکی از پارک‌های کلان شهر تهران با ۳۱ هکتار وسعت، در منطقه سه تهران (´ ۲۶ °۵۱ طول و ´۴۶ °۳۵ عرض جغرافیایی) واقع می‌باشد.

- روش نمونه‌برداری

برای برآورد کردن کربن ذخیره شده در توده جنگلی کاج تهران ابتدا با جنگل گردشی محل توده‌ها را در دو پارک مشخص شد. سپس شبکه نمونه‌برداری منظم تصادفی بر روی نقشه قرار داده و محل نمونه‌برداری‌ها روی نقشه انتخاب شد. برای توده جنگلی کاج تهران ۱۰ پلات با شعاع چهارمتر در هر یک از دو پارک جنگلی مذکور در نظر گرفته شد و برای کاهش تاثیرات حاشیه‌ای، چند ردیف اطراف هر توده (به فاصله ۵۰ متر) برای نمونه‌برداری در نظر گرفته نشد. به‌منظور تعیین کربن در حجم سرپا، در هر پلات در حدود پنج درخت مشخص شد و ارتفاع و قطر درختانی که در پلات‌های به شعاع چهارمتر قرار گرفته‌اند، اندازه‌گیری شد. سپس در داخل هر پلات دایره‌ای (به شعاع چهارمتر)، دایره‌های کوچکی در چهار جهت اصلی جغرافیایی به شعاع نیم متر پیاده شد و پوشش علفی و خاک (اعماق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی‌متر) از داخل این نمونه‌ها جمع‌آوری شد (شکل ۱).



شکل ۱- پلات‌های مورد مطالعه، محل اندازه‌گیری قطر و ارتفاع درختان
محل برداشت نمونه‌های خاک و پوشش علفی

- روش آزمایشگاهی

نمونه‌ها در هوای آزاد خشک شدند و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها، جدا کردن ریشه‌ها، سنگ و دیگر ناخالصی‌ها، آسیاب شده و از الک ۲ میلی‌متر (مش ۲۰) عبور داده شدند (سوبدی، ۲۰۱۰) مهمترین خصوصیات خاک در آزمایشگاه اندازه گیری شد. میزان کربن ذخیره شده در درخت (ریشه و تنه) و پوشش علفی به شرح زیر محاسبه گردید:

الف. اندازه‌گیری خصوصیات خاک: برای تعیین بافت یا تعیین درصد ذرات خاک به روش هیدرومتری (جی و بائودر، ۱۹۸٦)، وزن مخصوص ظاهری خاک به روش سیلندر، اسیدیته خاک به روش پتانسیومتری با استفاده از دستگاه pH مترالکترونیکی، هدایت الکتریکی در عصاره گل اشباع و با استفاده از دستگاه EC متر الکترونیکی، ماده آلی خاک و کربن آلی با استفاده از روش سرد بر مبنای اکسیداسیون کربن آلی به کمک بیکربنات پتاسیم ($K_2Cr_2O_7$) در محیط کاملاً اسیدی (H_2SO_4) اندازه‌گیری شد (آلیسون، ۱۹٦۵)، تعیین ازت کل خاک با دستگاه کجلدال انجام گرفت (برمنر و

مولوانی، ۱۹۸۲) و میزان کربن آلی ذخیره شده در خاک بر حسب تن در هکتار با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه (۱) $(A)\ C_C=OC\%\times Bd\times e$

E : عمق خاک نمونه‌برداری برحسب سانتی‌متر

OC٪ : درصد کربن آلی

Bd: وزن مخصوص ظاهری خاک برحسب گرم بر سانتی‌مترمکعب

برای اندازه‌گیری کربن فعال خاک (Active carbon) از پرمنگنات پتاسیم ۰/۰۲ مولار استفاده شد به این منظور به ۵ گرم خاک ۲۰ سی‌سی محلول پرمنگنات پتاسیم ۰/۰۲ مولار اضافه شده و به‌مدت ۱۵ دقیقه بوسیله شیکر هم زده شد. بعد از اینکه مخلوط خوب هم زده شد به مدت ۲۰ دقیقه به مخلوط استراحت داده تا ذرات خاک ته‌نشین شود. سپس از مایع بالای مخلوط بوسیله پیپت سرنگی ۰/۵ سی‌سی برداشته و در بالن ژوژه ۵۰ میلی‌لیتر قرار داده شد. سپس به حجم ۵۰ میلی‌لیتر رسانده شد و مایع داخل بالن را خوب هم زده شد. برای قرائت کربن فعال توسط دستگاه احتیاج به سه استاندارد ۰/۰۲– ۰/۰۱– ۰/۰۰۵ مولار با pH= ۷/۲ می‌باشد. سپس دستگاه اسپکتروفتومتر را روی طول موج ۵۵۰ نانومتر تنظیم کرده و با نمونه شاهد (آب مقطر) دستگاه را صفر نموده و استانداردها و سپس نمونه‌های خاک قرائت گردید. معادله مربوطه تشکیل و در نهایت میزان کربن فعال بر حسب ppm محاسبه گردید که بعداً تبدیل به ton/ha شد (کارد، ۲۰۰٤).

ب) محاسبه میزان کربن ذخیره شده در درخت (ریشه و تنه) – پوشش علفی: پس از اندازه‌گیری ارتفاع (H) و قطر برابر سینه (DBH) درختان در پلات‌های به شعاع چهار متر، کربن موجود در درختان سرپا با استفاده از رابطه (۲) محاسبه گردید (سوبدی و همکاران، ۲۰۱۰):

رابطه (۲) $AGTB = 0/112\times(\rho D^2H)^{0/916}$

$C_{AGTB} = AGTB\times 0/4$

AGTB : بیوماس درختان بر روی سطح زمین

ρ: دانسیته ویژه چوب $\frac{g}{cm^3}$

D: قطر درخت در ارتفاع برابر سینه (سانتی‌متر)

H: ارتفاع درخت (متر)

سپس از رابطه (۳) کربن موجود در اندام‌های زیر زمینی (BB) محاسبه شد (سوبدی و همکاران، ۲۰۱۰):

$$BB = AGTB \times 20\% \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$C_{BB}=BB \times 47\%$$

با استفاده از رابطه (٤) کربن موجود در پوشش علفی نیز محاسبه شد (سوبدی و همکاران، ۲۰۱۰):

$$LHG = \frac{Wfield}{A} \times \frac{wsubsample\ dry}{Wsubsample\ Wet} \times \frac{1}{1000} \quad \text{رابطه (٤)}$$

$$C_{LHG}=LHG \times 47\%$$

LHG: بیوماس برگ‌های افتاده، علف‌ها و گیاهان خشک (تن در هکتار).

Wfield: وزن نمونه‌های تازه میدانی شامل برگ‌های افتاده، علف‌ها و گیاهان خشک است که از منطقه A (هکتار) بدست آمده است (گرم).

Wsubsample-dry: وزن خشک شده در آون شامل برگ‌های افتاده، علف‌ها و گیاهان انتقال یافته به آزمایشگاه می‌باشد (گرم).

Wsubsample-Wet: وزن‌تر برگ‌های افتاده، علف‌ها و گیاهان انتقال یافته به آزمایشگاه می‌باشد (گرم).

سپس کربن ذخیره شده در حجم سرپا، ریشه و پوشش علفی با رابطه (۵) حاصل گردید:

$$B = C_{AGTB} + C_{BB} + C_{LHG} \quad \text{رابطه (۵)}$$

کربن کل (CT) نیز از رابطه (٦) بر حسب ton/ha بدست می‌آید:

$$CT = A + B + Ac \quad \text{رابطه (٦)}$$

- روش آماری

برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار Stat Graphics استفاده گردید. برای مقایسه کلی دو تیپ داده، از نظر ویژگی‌های خاک از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) استفاده شد، و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون t-student استفاده گردید. رسم نمودار در نرم‌افزار Excel انجام شد.

نتایج

نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در بخش‌های زیرمورد بحث قرار می‌گیرد:

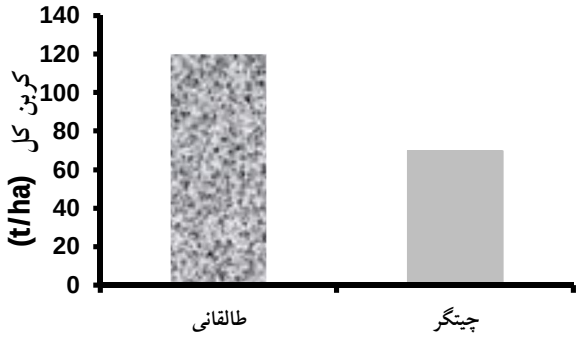
- مقایسه خصوصیات خاک مناطق مورد مطالعه (پارک‌های چیتگر و طالقانی): آنالیز خاک در دو پارک طالقانی و چیتگر نشان داد که بافت خاک در دو پارک، از نوع لومی رسی می‌باشد.

نتایج مطالعات نشان داد که مقدار هدایت الکتریکی (جدول ۱) در خاک پارک طالقانی بیشتر از خاک پارک چیتگر در دو عمق ۲۰-۰ و ٤۰-۲۰ سانتی‌متر بوده و همچنین نتایج نشان داد شوری خاک در دو پارک پایین بوده و یک عامل محدودکننده در رشد گیاه نیست. این نتیجه با یافته مظفر شریفی و همکاران (۲۰۰۷) که به بررسی مقایسه‌ای برخی پارامترهای خاک و عوامل زیستی در دو پارک طالقانی و پارک چیتگر در استان تهران پرداخت همسو می‌باشد.

تفاوت مقدار ماده آلی (جدول ۱) در بین توده‌های کاج تهران در دو منطقه مورد بررسی معنی‌دار بودند ($P<۰/۰۱$) و مقدار آن در خاک پارک طالقانی بیشتر است. مقدار ماده آلی در هر دو پارک در عمق اول بیشتر از عمق دوم بود. مقایسه کربن فعال که ترکیبی است از کربوهیدرات‌های جمعیت میکروبی و ذرات ریز ماده آلی خاک است که بعد از گذشت زمان تبدیل به کربن آلی خواهد شد (کارد، ۲۰۰٤)، هم نشان داد که مقدار کربن فعال در پارک طالقانی بیشتر است (جدول ۱). تفاوت مقدار ازت (جدول ۱) در بین توده‌های کاج تهران در دو منطقه مورد بررسی معنی‌دار بودند و مقدار آن در خاک پارک طالقانی در هر دو عمق بیشتر از پارک چیتگر بود. بررسی دو عمق ۰-۲۰ و ۲۰-٤۰ سانتی‌متر هم نشان داد که مقدار نیتروژن در عمق اول بیشتر از عمق دوم بود.

مقدار وزن مخصوص ظاهری در پارک چیتگر بیشتر از پارک طالقانی بود . در بین دو عمق مورد بررسی وزن مخصوص ظاهری خاک دارای اختلاف معنی‌دار بود و در لایه دوم بیشتر از لایه اول بود که این امر می‌تواند ناشی از کاهش ماده آلی با افزایش عمق باشد (جدول ۱).

- کربن موجود در پوشش گیاهی دو منطقه مورد مطالعه: نتایج این تحقیق نشان داد که میزان کربن کل (شکل ۲) که مجموع میانگین‌های کربن خاک، پوشش علفی، اندام‌های هوایی و اندام‌های زیرزمینی (ریشه) است که میزانش در دو پارک جنگلی طالقانی و چیتگر به‌ترتیب برابر ۱۲۰/۱۱ ton/ha و ٦۹/۵۰ ton/ha می‌باشد که در پارک طالقانی میزان کربن کل بیشتر می‌باشد.



شکل ۲- کربن کل در پارک‌های جنگلی طالقانی و چیتگر

جدول ۱- صفات خاک در دو عمق ۲۰-۰ و ۴۰-۲۰ سانتی متر در دو پارک جنگلی طالقانی و چیتگر

	پارک طالقانی		پارک چیتگر	
افق خاک	۰-۲۰	۲۰-۴۰	۰-۲۰	۲۰-۴۰
هدایت الکتریکی (ds/m)	۱/٦٥ ± (۰/۲۱)	۱/۷۲± (۰/۲۱)	۱/۰٥± (۰/۱۰)	۰/۸۹± (۰/۱۷)
اسیدیته	۷/۷۳± (۰/۰۷)	۷/۷۱± (۰/۰۷)	۷/۸٤± (۰/۰۷)	۷/۸٦± (۰/۰۸)
ماده آلی (درصد)	۲/۱۹± (۰/٤٤)	۱/۷۷± (۰/٤٦)	۱/۷۰± (۰/٤۹)	۱/۰٥± (۰/۳٤)
نیتروژن (درصد)	۰/۱۳± (۰/۰۲)	۰/۱۰± (۰/۰۲)	۰/۱۰± (۰/۰۲)	۰/۰٥± (۰/۰۱)
وزن مخصوص ظاهری ($g\cm^3$)	۰/۹۳± (۰/۰۱)	۰/۹٥± (۰/۰۱)	۰/۹٤± (۰/۰۲)	۰/۹۷± (۰/۰۱)
کربن فعال (t/ha)	۱/۳۸± (۰/۰٦)	۱/٤۱± (۰/۰٦)	۰/۹٤± (۰/۰٤)	۰/۸۰± (۰/۰۷)
کربن ذخیره شده (t/ha)	۲٥/٥۱± (٤/٤٦)	۲۰/۰۰± (٥/۰۰)	۲۱/۰٦± (۱/۹۳)	۹/٦۱± (۲/۲۰)

بحث

دی اکسیدکربن مهمترین گاز گلخانه‌ای می‌باشد که به‌دلیل توسعه بی‌رویه صنعت و جمعیت در شهر تهران و مصرف زیاد انرژی و سوخت‌های فسیلی، روزانه مقدار زیادی از آن همراه با سایر گازهای گلخانه‌ای به جو وارد می‌شود. این در حالی است که جنگل‌های شهری پتانسیل بالایی در جذب و ترسیب دی اکسید کربن اتمسفری دارند (ورامش و همکاران، ۲۰۱۰) که بسیاری از تحقیقات اخیر (ورامش و همکاران، ۲۰۰۹؛ بردبار و مرتضوی جهرمی، ۲۰۰٦؛ روسی و همکاران، ۲۰۰۹؛

هاپ‌منز و المز، ۲۰۰۹؛ کوئین بایو و همکاران، ۲۰۰۹) نشان داده‌اند که جنگل کاری قابلیت زیادی در ترسیب کربن خاک دارد.

نتایج تحقیق حاضر نیز نیروی بالای جنگل‌های شهری را در جذب و ترسیب کربن نشان داد، که توده جنگل کاری شده کاج تهران در دو پارک طالقانی و چیتگر سبب افزایش جذب و ترسیب کربن در خاک و گیاه می‌شود (جدول ۱). میزان کربن ذخیره شده در دو عمق ۲۰-۰ و ٤۰-۲۰ سانتی‌متر در پارک طالقانی بیشتر از پارک چیتگر می‌باشد که این موضوع را می‌توان به قابلیت تثبیت ازت در توده جنگلکاری شده کاج تهران در پارک طالقانی و نیز به رابطه مستقیمی که تثبیت ازت و ترسیب کربن دارند نسبت داد.

نتایج نشان داد که مهمترین عامل در تفاوت کربن آلی خاک موجود در دو منطقه مورد مطالعه تفاوت در میزان کربن فعال آن دو منطقه می‌باشد با این که تک تک موارد ذکر شده از قبیل کربوهیدرات‌های خاک در دو منطقه به ریز مطالعه نشده است ولی مرور منابع (مظفرشریفی و همکاران، ۲۰۰۷) تایید کننده این مطلب می‌باشد که فعالیت جمعیت میکروبی خاک که جزئی از کربن فعال می‌باشد در خاک منطقه طالقانی که تحت کشت کاج قرار دارد بیشتر است و همچنین نتایج نشان داد کربن کل (شکل ۲) در اجزای بی‌شماری از جمله بیوماس، لاشبرگ و خاک ترسیب می‌شود. که بیوماس تنه بیشترین مقدار از کل کربن ترسیب شده را به خود اختصاص داده بود. سهم بیوماس از ترسیب کربن درخت در طول عمر توده جنگلی تغییر می‌کند (ساتو و مدگوویچ، ۱۹۸۲). با توجه به اینکه ترسیب کربن در لاشبرگ و خاک، از ترسیب کربن در پوشش درختی ناشی می‌شود و کربن موجود در بافت‌های درخت با قرار گرفتن در چرخه کربن، به کربن موجود در لاشبرگ و خاک تبدیل می‌شود، بنابراین بررسی ترسیب کربن در پوشش درختی از اولویت بیشتری برخوردار است (ورامش و همکاران، ۲۰۰۹). بیوماس ریشه‌ها منبع مهم کربن تلقی می‌شود اما پرهزینه می‌باشد. هر چه نیروی تولید بیوماس هوایی و زیرزمینی در گونه‌ها، عرصه‌ها و رویشگاه‌های مختلف بیشتر باشد ذخیره کربن در پیکره درختان، لاشبرگ و خاک نیز بیشتر می‌شود. در صورتی که کارایی و سرعت عوامل منجر به تجزیه و هدر رفت کربن از درخت، لاشبرگ و خاک کمتر باشد، بقای کربن ذخیره شده در اکوسیستم بیشتر می‌شود؛ تا کنون در مناطق یاد شده مطالعاتی در زمینه هدر رفت کربن صورت نگرفته، لذا توصیه می‌شود که مطالعات بیشتری در این زمینه در دو پارک صورت گیرد.

همچنین نتایج نشان داد که پارک چیتگر از نظر عناصر غذایی مورد نیاز گیاه فقیرتر از پارک طالقانی بوده و محیط نامناسب تری برای رشد گیاهان می‌باشد. بنابراین برای افزایش کربن در خاک، باید فعالیت‌های مدیریتی مانند افزایش میزان کربن وارد شده به خاک اعمال شوند.

با توجه به این که ایران یازدهمین کشور تولید کننده گازهای گلخانه‌ای است و همچنین چالش بزرگ بشر در آینده جهان به ویژه در مناطق خشک و نیمه خشک (محدودیت شرایط اکولوژیکی برای رویش گیاهان)، تغییر اقلیم و گرم شدن کره زمین در اثر تولید گازهای گلخانه‌ای نظیر دی اکسیدکربن به علت گسترش فعالیت‌های صنعتی، قطع جنگل‌ها، نابودی مراتع، سوء مدیریت و تخریب خاک می‌باشد؛ ضروری است که با مدیریت و محافظت مناسب جنگل‌های شهری در تهران و سایر مناطق ایران گام مثبتی به منظور کاهش تراکم کربن اتمسفری و در نتیجه کاهش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداشته شود.

رهیافت ترویجی

پارک چیتگر از نظر عناصر غذایی موردنیاز گیاه فقیرتر از پارک طالقانی بوده و محیط نامناسب‌تری برای رشد گیاهان می‌باشد و کمبود عناصر غذایی می‌تواند یکی از عوامل محدود کننده رشد و پایداری گونه‌های درختی از جمله کاج پارک چیتگر محسوب گردد (مظفر شریفی و همکاران، ۲۰۰۷). بنابراین برای افزایش کربن در خاک، باید فعالیت‌های مدیریتی مانند افزایش میزان کربن وارد شده به خاک مثل لاشبرگ و بقایای گیاهی و کاهش مقدار تجزیه کربن خاک اعمال شوند (سعید ورامش و همکاران، ۲۰۰۹). کوددهی را می‌توان به‌عنوان یکی از روش‌های موثر در ترسیب کربن اتمسفر در کوتاه مدت و دراز مدت دانست که باعث افزایش میزان ترسیب کربن در زیر زمین می‌شود (جانسون و همکاران، ۲۰۰۱).

منابع

1.Allison, L.E. 1965. Organic carbon. In: Black, C.A., Evans, D.D., White, J.L., Ensminger, L.E., Clark, F.E., (Eds), Methods of soil analysis, Part 2, chemical and microbiological properties. American society of agronomy, Madison, Pp: 1367.

2.Bordbar, S.K. and Mortazavi, Jahromi, S.M. 2006. Review of potential carbon storage in eucalyptus and acacia afforest in the western province, quarterly research and development, 70: 95-103.
3.Bremner, J.M. and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. In: page, AL, Miller, RH, Keeney, RR, (Eds), Methods of soil analysis, and Part 2. Second ed. American society of agronomy, Madison, WI, Pp: 595-624.
4.Cannel, M., Dewar, R.C. and Thomley, J.H.M. 1992. Carbon flux and storage in European forests. In: Teller, A, Mathy, P, Jeffers, JN, R(Eds), Responses of forest ecosystems to environmental changes. Elsevier. New York, Pp: 256-271.
5.Card S., 2004. Evaluation of two field methods to estimate soil organic matter in Alberta soils, Pp: 1- 28.
6.De Neergaard, A., Porter, J.R. and Gorissen, A. 2002. Distribution of assimilated carbon in plants and rhizosphere soil of basket willow (*Sailx viminalis* L.), Plant soil, 245: 307-314.
7.Gee, G.W. and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, in A, Klute, ed. Methods of soil analysis, soil science society of America, Madison, Wiscon, 383–411.
8.Hopmans, P., Elms. 2009. Changes in total carbon and nutrients in soil profiles and accumulation in biomass after a 30- year rotation of pinus radiata on podzolized sands: Impact of intensive harvesting on soil resources. Forest Ecology and Management, 258(10), Pp: 2183-2193.
9.Johnson, K.H., Butnor, J.R., zool, C., Oren, R., Samuelson, L., Seiler, J., Mckeand, S.E. and Allen, H.L. 1996. Fertilization increases below ground carbon sequestration of loblolly pine plantation., first National conference on carban sequestration 16p.
10.Koerner, B., and Klopatek, J. 2002. Anthropogenic and natural CO_2 emission sources in an arid urban environment. Environment Pollution. 116: 45-51.
11.Kondratyev, K.Y., Krapivin, V.F., Varotsos, C.A. 2003. Global carbon cycle and climate change. Berlin, Germany: Springer-Verlag. Press, 308p.
12.Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration impact on global climate change and food security. Science, 304: 1623-1627.
13.Lal, R. 1999. Soil management and restoration for C sequestration to mitigate the acceleration greenhouse effect. Program. Environment Science. 1: 307-26.
14.MacFarlane, D. 2009. Potential availability of urban wood biomass in Michigan: Implications for energy production, carbon sequestration and sustainable forest management in the U.S.A., biomass and Bioenergy, 33: 628-634.
15.Maddah Arefi, H., Abdi, N., and Zahedi Amiri, G.A. 2009. The amount of carbon sequestration in the Golestan district diverse fileds Khansar Mountain, Watershed research journal, 83: 68-58.

16. Melillo, J.M., McGuire, A.D., Kicklighter, D.W., Moore, B., Ⅲ, Vorosmatry, C.J., and Schloss, A.L. 1993. Global climate change and terrestrial net primary production. Nature, 363: 234-240.
17. Mozaffar Sharifi, M., Ghorbanli, M., and Barati, M. 2007. Soil parameters and biological factors in the rhizosphere of pine and acacia trees in parks of Cheetgar and Taleghani in Tehran, Iranian journal of biology, 20 (1): 42-49.
18. Nowak, D.J., and Crane, D.E. 2002. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. Environment Pollution. 116: 381-389.
19. Qing-Biao, W.U., Xiao-Ke, W. and Zhi-Yun, O. 2009. Soil organic carbon and its fraction across vegetation types: Effects of soil mineral surface area and micro aggregates, Pedosphere, 19 (2): 258-264.
20. Rossi, J., Govaerts, A., De Vos, B., Verbist, B., Vervoort, A., Possen, J., Muys, B. and Deckers, J. 2009. Spatial structures of soil organic carbon in tropical forests- a case study of Southeastern Tanzania, Catena, 77: 19-27.
21. Satoo, T., Madgwick, H.A.I. 1982. Forest biomass, Nijhoff, M., Dr. Junk Publishers, Forestry sciences Boston, 152p.
22. Schelensinge, WH. 1999. Soil organic matter a source of atmospheric co2, Department of botany, North Carolina, USA, 111-125pp.
23. Subedi, B.P., Pandey, S.S., Pandey, A., Bahadur Rana, E., Bhattarai, S., Raj, Banskota, T., Charmakar, S. and Tamrakar, R. 2010. Asia Network for Sustainable agriculture and bio resources. Federation of community forest users, Nepal, international center for integrated mountain development, Norwegian agency for development cooperation, guidelines for measuring carbon stocks in community- managed forests.16p.
24. Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N. and Akbari-nia, M. 2010. Afforest effects in the carbon sequestration and improve some features of the soil, the forests of Iran, Iran forestry association, the second year, 1: 25-35.
25. Varamesh, S., Hosseini, S.M. and Abdi, N. 2009. Comparison of broad-leaved and needle-leaf species of carbon sequestration in urban forests (case study Cheetgar park Tehran), M.Sc. Thesis, Department of natural resources and marine sciences, University of Moddaress 86p.
26. Varamesh, S., Hosseini, S.M. and Abdi, N. 2008. The potential of urban forests in reducing greenhouse gases and energy conservation, new energy magazine, first issue, 71-72pp.
27. Weltzin, J.F., Loik, M.E., Schwinning, S., Williams, D.G., Fay, P.A., Haddad, B.M., Harte, J., Huxman, T.E., Knapp A.K., Lin, G.H., Pockman, W.T., Shaw, M.R., Small, E.E., Smith, M.D., Smith, S.D., Tissue, D.T., and Zak, J.C. 2003. Assessing the response of terrestrial ecosystems to potential changes in precipitation. Bioscience 53: 941-952.
28. William, E. 2002. Carbon dioxide fluxes in a semiarid environment with high carbonate soils. Agricultural and forest meteorology, 116: 91-102.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Conservation and Utilization of Natural Resources, Vol. 1 (2), 2012
http://ejang.gau.ac.ir

Estimation of carbon sequestered in biomass and soil in Taleghani and Chitgar forest parks with elder pine (*Pinus eldarica*) as main species

***S. Sadat Ariapak[1], V. Bayram zadeh[2] and A. Moeini[3]**
[1]M.Sc student, Soil science-Genesis, classification, Karaj Islamic Azad University, [2]Assistant Prof., College of Agricultural and Natural Resources, Islamic Azad University, Karaj Branch, [3]Assistan Prof., Dept. of Watershed, Islamic Azad University, Science and Research, Tehran Branch
Received: 2012-6-4; Accepted: 2012-11-13

Abstract

Major challenge in today's world, especially in arid and semi-arid regions are warming and climate change, caused by greenhouse gases. One of the known solutions that reduce atmospheric carbon and help to improve the situation, is carbon sequestration in vegetation cover and soil. In order to estimate the sequestered carbon in forest stand and soil of *Pinus eldarica* plantations in Taleghani and Chitgar forest parks (in Tehran) sampling points were chosen after the sampling network were determined on map, then 10 circle plots were considered with the radius of 4 m in both parks and the sequestered carbon were measured in trees (trunks and roots), grass cover and soil (0-20 and 20-40 cm), in addition some of the most important soil properties, soil texture, acidity, soil bulk density, electrical conductivity, organic carbon, total nitrogen and carbon were measured in the laboratory. Results showed that amount of sequestered carbon in both 20-0 and 40-20 cm depth was significantly ($P < 0.01$) more in Taleghani forest park (25.51 tons per hectare and 20.00 ha, respectively) than Chitgar forest park (21.06 ton/ha and 9.61 ton/ha), also the amount of activated carbon, which is the most important effective components on soil organic carbon, in both studied depth in Taleghani forest park were more than Chitgar forest park. According to results of this investigation, it can be stated with confidence that in forest ecosystems, soil is considered as the most important organic carbon reservoir and its appropriate management increases fertility and productivity and land protection and utilization in order to create an appropriate strategy to reduce atmospheric carbon dioxide.

Keywords: Carbon sequestration; *Pinus eldarica*; Taleghani and Chitgar Forest Parks; Active carbon.

*Corresponding Author; Email:e.ariapak@yahoo.com