علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و دوم، شماره یک، فروردین ماه ۹۹

بررسی ترسیب کربن پوشش درختی و خاک در دو پارک شهری کوهدشت

شریفه حیدریان[۱]

heidariansh56@gmail.com

فرهاد قاسمی آقباش[۲*]

تاریخ دریافت: ۹۴/۱۰/۲۲ **تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۳/۱۹**

چکیده

زمینه و هدف: افزایش دی‌اکسیدکربن اتمسفری در سال‌های اخیر منجر به افزایش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی شده است. ترسیب کربن در پوشش درختی، گیاهی و خاک‌های تحت آن ساده‌ترین و از لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راه‌کار ممکن جهت کاهش کربن اتمسفری محسوب می‌شود. لذا این پژوهش به منظور ارزیابی میزان ترسیب کربن پوشش درختی و خاک در دو پارک شهری کوهدشت (پارک شقایق و شهید بهشتی) انجام شد.

روش بررسی: جهت دست‌یابی به هدف مورد نظر، درختان هر دو پارک مورد آماربرداری قرار گرفتند. هم‌چنین نمونه‌های خاکی در دو عمق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری از داخل پارک و زمین عاری از پوشش گیاهی مجاور پارک (به عنوان شاهد) جمع‌آوری و برای انجام آنالیزهای مربوطه آماده شدند.

بحث و نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد مقدار ترسیب کربن خاک در اعماق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری در پارک شقایق و منطقه شاهد آن به ترتیب ۱۰۶/۷، ۲۵۱/۶۵، ۲۳/۵۲ و ۴۵/۴۸ تن در هکتار از پارک شهید بهشتی و منطقه شاهد آن به ترتیب ۱۱/۹۳، ۲۰/۸۳، ۳۲/۰۵ و ۵۳/۱۳ تن در هکتار به طور معنی‌داری ($P< 0.01$) بیش‌تر بود. تراکم و تنوع در آمیختگی پوشش درختی نیز تاثیر چشم‌گیری در مقدار کربن ترسیب داشته است (چنار۵۳/۱۳، کاج مشهد ۳۱/۳۲، کاج تهران ۳۲/۰۵ و اقاقیای توپی ۱۲/۸۱ تن در هکتار). به طورکلی، ترسیب کربن پارک شقایق از پارک شهید بهشتی بیش‌تر بوده و از جمله دلایل اصلی آن می‌توان به بافت خاک (رسی)، تراکم و تنوع بالای پوشش درختی و هم‌چنین نزدیکی به جاده دسترسی آسفالته اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: ترسیب کربن، پهن‌برگ، عمق خاک، فضاهای سبز شهری، کوهدشت.

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد جنگل‌داری دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر

۲- استادیار دانشکده منابع طبیعی و محیط زیست دانشگاه ملایر (مسوول مکاتبات)

Study of Carbon sequestration in trees and soil in two urban parks of Kohdasht City

Sharifeh Heidarian[1]

heidariansh56@gmail.com

Farhad Ghasemi Aghbash[2*]

Accepted: 2016.06.08 Received: 2016.01.12

Abstract

Background and objectives: The increase in atmospheric carbon dioxide in recent years has led to increased global warming and climate change. Carbon sequestration in tree, vegetation and subsoil cover is the simplest and most economically viable way to reduce atmospheric carbon. Therefore, this study was conducted to evaluate the amount of carbon sequestration of tree cover and soil in two urban parks of Kuhdasht (Shaghayegh and Shahid Beheshti parks).

Methods: In order to achieve the desired goal, the trees of both parks were surveyed. Also, soil samples were collected at two depths of 0 to 15 and 15 to 30 cm from inside the park and land free of vegetation adjacent to the park (as a control) and prepared for relevant analyzes.

Discussion and Conclusion: The results showed that the amount of soil carbon sequestration at depths of 0 to 15 and 15 to 30 cm in Shaghayegh Park and its control area were 107.7, 251.65, 23.52 and 45.48 tons, respectively. In hectares of Shahid Beheshti Park and its control area, 11.93, 20.83, 32.05 and 53.13 tons per hectare were significantly higher ($P < 0.01$), respectively. Density and variability in tree cover mixing also had a significant effect on the amount of sediment carbon (sycamore 53.13, Mashhad pine 31.32, Tehran pine 32.05 and ball acacia 12.81 tons per hectare). In general, the carbon sequestration of Shaghayegh Park is more than Shahid Beheshti Park, and among the main reasons are soil texture (clay), high density and variety of tree cover, as well as proximity to the asphalt access road.

Keywords: Carbon Sequestration, Broad leaf, Soil depth, Urban Parks, Kohdasht.

1- MSc Candidate of Forestry, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Iran

2- Assistant Professor, Faculty of Natural Resource and Environment, Malayer University, Iran

مقدمه

فضاهای سبز شهری قسمتی از فضاهای باز هستند که در عرصه‌های طبیعی یا مصنوعی حوضه شهری، تحت استقرار درختان، گل‌ها، چمن‌ها و سایر گیاهان قرار دارند. این اماکن بر اساس نظارت و مدیریت انسان با در نظر گرفتن ضوابط، قوانین و تخصص‌های مرتبط با آن برای بهبود شرایط زیستی، زیست-گاهی و رفاهی شهروندان ایجاد، حفظ و نگه‌داری می‌شوند (۱). گسترش روزافزون آلاینده‌های محیط زیستی مثل دی-اکسیدکربن و نگرانی از روند گرمایش زمین، لزوم توجه به اصول توسعه پایدار از جمله حفاظت از محیط زیست را بیش‌تر کرده است (۲). فضاهای سبز شهری به دلیل کارکردهای متنوع خود از قبیل ترسیب کربن، جذب آلاینده‌ها و نیز دارا بودن ارزش‌های زیباشناختی از اهمیت خاصی برخوردارند (۳). جنگل‌های شهری ظرفیت بالایی در جذب دی‌اکسیدکربن اتمسفری، بهینه‌سازی مصرف سوخت و انرژی دارند و خدمات محیط زیستی بسیاری را در مناطق شهری ایجاد می‌کنند (۴). در نتیجه، فضای سبز شهری می‌تواند به عنوان یک مخزن کربن عمل کرده و تاثیر زیادی در نگه‌داری کربن ایفا نماید. افزایش نگرانی‌ها در زمینه گرمایش جهانی و تغییر اقلیم موجب شده است که علاوه بر فضای سبز شهری، به خاک و قابلیت آن نیز در ترسیب کربن توجه ویژه‌ای شود، به طوری که کل مقدار کربن آلی موجود در خاک ها تقریبا دو برابر موجودی کربن اتمسفر است. از این رو تغییر در کربن خاک اثرات قابل توجهی بر تغییر اقلیم بر جا می‌گذارد (۵). خاک تقریباً ۷۵ درصد ذخایر کربن در خشکی را داراست (یعنی حدود سه برابر بیش-تر از میزان ذخیره کربن در گیاهان و جانوران). بنابراین خاک‌ها در حفظ توازن چرخه جهانی کربن نقش عمده‌ای را ایفا می-کنند (۶). برای حفظ غلظت فعلی گاز کربنیک در هوا لازم است ۶۰ درصد مقدار آن کاهش یابد که مخارج لازم برای این کار در طول یک دوره ۹۰ ساله حدود ۵۲۰ میلیارد دلار خواهد بود و درصورت استفاده از پوشش گیاهی و کاشت درختان در قالب جنگل‌کاری می‌توان علاوه بر تولید فضای سبز و چوب و سایر مزایای جنگل به هدف ذخیره‌سازی کربن نیز نایل آمد (۷). پارک‌های شهری سبب کاهش گازهای گل‌خانه‌ای از طریق ترسیب کربن در بیوماس گیاهی و خاک می‌شوند و به این ترتیب باعث جلوگیری از آلودگی هوا و فرسایش خاک، افزایش بارخیزی خاک و بهره‌وری اراضی برای تولید، حفظ توان و تنوع زیستی در طبیعت، افزایش پایداری اکوسیستم و کاهش بیماری‌های مختلف می‌گردند. بنابراین نحوه مدیریت و استفاده از درختان شهری در جذب آلودگی دی‌اکسیدکربن هوا، نیازمند اطلاعات درست و دقیق از نقش بسیار مهم پارک‌های شهری در کاهش سطح اتمسفری است. ورامش و همکاران (۱۳۸۸) با بررسی تأثیر جنگل‌کاری با گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ بر ترسیب کربن خاک پارک جنگلی چیتگر گزارش دادند که میزان ترسیب کربن خاک در اثر درخت‌کاری افزایش پیدا می‌کند. پناهی و همکاران (۱۳۹۰) با برآورد زیتوده و ذخیره کربن برگ گونه بنه در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، به اهمیت و نقش جنگل‌کاری در افزایش کربن خاک اشاره کردند. حق دوست و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی تأثیر جایگزینی جنگل-های تخریب یافته شمال با جنگل‌کاری بر حاصل‌خیزی و ترسیب کربن خاک گزارش دادند که میزان ترسیب کربن خاک با افزایش عمق خاک کاهش پیدا می‌کند (۸). دیناکاران و کریش نایا (۲۰۰۸) با بررسی ترسیب کربن در خاک‌های منطقه حاره بیان داشتند که نوع گونه‌های درختی اثر متفاوتی در ترسیب کربن آلی خاک دارند (۹). به طور کلی ترسیب کربن یک راه برای کاهش انباشت گازهای گل‌خانه‌ای در جو توسط سوزاندن سوخت‌های فسیلی و دیگر فعالیت‌های انسانی است. در پرتو مدیریت محیط زیستی، ارزیابی زیست توده، یک شاخص مهم در ترسیب کربن است (۱۰).

مواد و روش‌ها

مشخصات مناطق مورد مطالعه

پارک شهری شهید بهشتی: این پارک در سال ۱۳۷۵ به مساحت ۴/۴ هکتار در شمال غرب شهرستان کوهدشت احداث شده و بین ″۱۱ ′۳۲ °۳۳ عرض شمالی و ″۳۲ ′۳۶ °۴۷ طول شرقی قرار دارد (شکل۱). ارتفاع از سطح دریا ۱۱۹۶متر است. این پارک در نزدیکی منازل مسکونی (فاقد تردد بالای وسایل

نقلیه) واقع شده است. پارک شهری شقایق: این پارک در سال ۱۳۸۱ به مساحت ۴/۳ هکتاردر شرق شهرستان کوهدشت احداث شده و بین ″۱۳ ′۳۱ °۳۳ عرض شمالی و ″۵۴ ′۳۷ °۴۷ طول شرقی قرار دارد (شکل۲). ارتفاع از سطح دریا ۱۱۹۴متر است. این پارک در نزدیکی جاده اصلی ابتدای شهر (دارای تردد بالای وسایل نقلیه اعم از سبک و سنگین) واقع شده است.

شکل ۱- پارک شهید بهشتی

Figure 1- Shahid Beheshti Park

شکل ۲- پارک شقایق

Figure 2- Shaghayegh Park

روش نمونه‌برداری میدانی

در هر کدام از پارک‌های مورد مطالعه چهار منطقه که از نظر گونه‌های درختی و گیاهی متنوع هستند به همراه یک قطعه شاهد بدون درخت در نزدیکی پارک‌ها که فاقد پوشش درختی و گیاهی بود انتخاب شد. در مناطق انتخابی یک قطعه نمونه ۱۰۰×۱۰۰ متری به صورت تصادفی- سیستماتیک مستقر گردید و در داخل هر پلات ارتفاع و قطر برابر سینه تمامی درختان اندازه‌گیری شدند. نمونه‌برداری خاک در هر منطقه و در قطعه‌های شاهد از اعماق ۱۵-۰ و ۳۰-۱۵ سانتی‌متری انجام گرفت. برای به حداقل رساندن خطا، نمونه برداری به صورت ترکیبی انجام شد، به این صورت که چهار نمونه خاک یک کیلوگرمی از چهار گوشه قطعه نمونه و یک نمونه خاک از مرکز برداشت شد و سپس نمونه‌ها با هم مخلوط شدند. به این ترتیب در هر منطقه از هر عمق، یک نمونه خاک برداشت گردید. در مجموع در هر دو پارک مذکور از عمق ۰-۱۵ و ۳۰-۱۵سانتی‌متر تعداد ۱۶ نمونه خاک برداشت شد. نمونه برداری خاک در هر دو قطعه شاهد در قطعه‌های ۵×۵ متری انجام گرفت. روش برداشت خاک نیز در این‌جا مطابق با نمونه برداری انجام گرفته در هر توده صورت گرفت. نمونه‌های خاکی در هوای آزاد خشک شده و بعد از خرد کردن کلوخه‌ها، جداکردن ریشه‌ها، سنگ و سایر ناخالصی‌ها، از الک دو میلی‌متری (مش۲۰) عبور داده شده و به آزمایش‌گاه منتقل شدند (۷).

روش تحقیق آزمایش‌گاهی

در آزمایش‌گاه برخی از خصوصیات فیزیکی خاک شامل وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه در پارافین جامد بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب (۱۱)، بافت خاک با استفاده از روش هیدرومتری (۱۲) و ماده آلی خاک به روش سوزاندن در کوره اندازه‌گیری گردید (۱۳) که در نهایت ۵۴ درصد از ماده آلی خاک به عنوان کربن آلی خاک محاسبه شد (۱۴).

$$OC = 0.54\ OM \qquad \text{رابطه (۱)}$$

که OM = ماده آلی، OC = کربن آلی

مقدار کربن آلی خاک بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شد (۱۵) که به تن بر هکتار تبدیل شد:

$$Cs = 10000 \times \%\,OC \times Bd \times E \qquad \text{رابطه (۲)}$$

که Cs = کربن آلی (kg/ha)، % OC = درصد کربن آلی، Bd = وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm^3) و E = عمق نمونه‌برداری (cm)

میزان کربن ذخیره شده در درخت با استفاده از ارتفاع و قطر برابر سینه درختان محاسبه شد. به این منظور برآورد قطر درختان توسط رابطه زیر انجام شد (۱۶):

رابطه (۳) $$d = \frac{c}{\pi}$$

که d = قطر برابر سینه درختان (cm)، c = محیط درخت (cm)

سپس کربن موجود در درختان سرپا محاسبه شد (۱۷).

رابطه (۴) $$AGTB = 0/112 \times (\rho D^2 H)^{0/916}$$

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

که AGTB= بیوماس درختان روی سطح زمین، ρ= دانسیته ویژه چوب g/cm3

D= قطر درخت در ارتفاع برابر سینه (cm)، H= ارتفاع درخت (m)

تجزیه و تحلیل داده‌ها

ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov بررسی شد که نتایج این آزمون حاکی از نرمال بودن داده‌ها بود. سپس همگن بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Leven مورد تایید قرار گرفت. برای مقایسه کلی ترسیب کربن گونه‌های درختی از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه میانگین‌ها نیز با استفاده از آزمون دانکن انجام گرفت. بررسی میزان ترسیب کربن در دو عمق مورد نظر از طریق آزمون T جور شده انجام پذیرفت. کلیه آزمون‌های آماری با استفاده از نرم افزار آماری Spss Var. 20 و ترسیم نمودارها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام گرفت.

نتایج

مشخصات کمی درختان در هر دو پارک مورد مطالعه در جداول (۱ و ۲) آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات کمی درختان در پارک شهید بهشتی

Table 1- Quantitative characteristics of trees in Shahid Beheshti Park

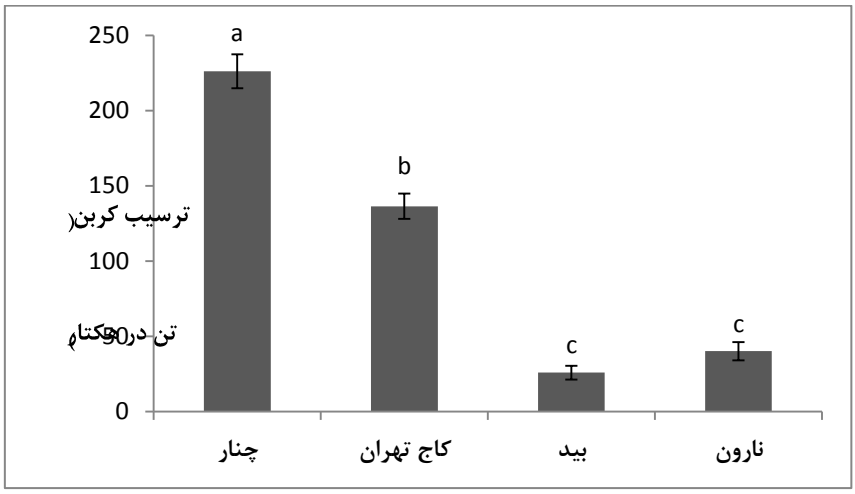
ردیف	نام گونه	اشتباه معیار ± میانگین		
		قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع (متر)	رویه زمینی (مترمربع)
۱	چنار	۱۳/۴۷ ±۰/۵۴	۹/۱۵ ±۰/۶۴	۱۴۲/۴۳ ±۵/۷۱
۲	کاج تهران	۱۴/۵ ±۰/۸۳	۴ ±۰/۴۲	۱۶۵/۰۵ ±۹/۴۵
۳	نارون چتری	۱۴/۹۷ ±۱/۲۷	۱۰/۵ ± ۰/۵	۱۷۵/۹۲ ±۱۴/۹
۴	بید زرد	۱۴/۶۵ ±۱/۳	۹/۵ ±۰/۵	۱۶۸/۵ ±۱۴/۹۵

جدول ۲- مشخصات کمی درختان در پارک شقایق

Table 2- Quantitative characteristics of trees in Shaghayegh Park

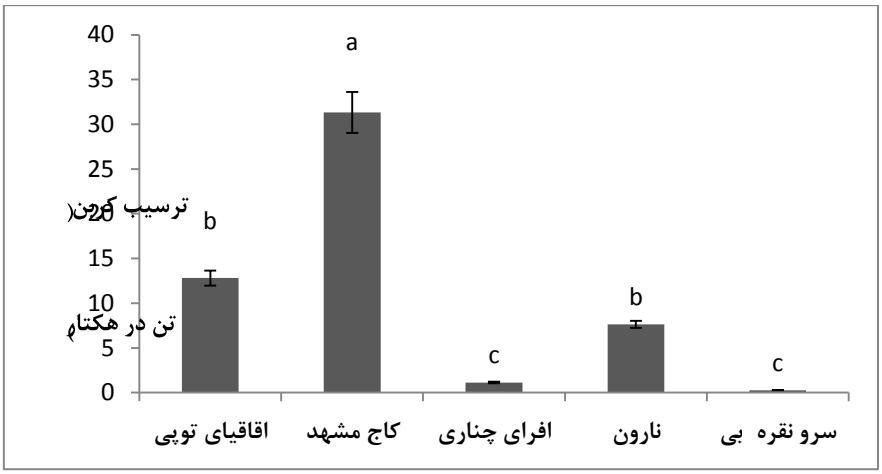
ردیف	نام گونه	اشتباه معیار ± میانگین		
		قطر برابر سینه (سانتی‌متر)	ارتفاع (متر)	رویه زمینی (مترمربع)
۱	اقاقیای توپی	۹/۸۸ ±۰/۶۱	۳/۳۳ ±۰/۰۹	۷۶/۶۳ ±۴/۸
۲	کاج مشهد	۱۰/۴۰ ±۰/۶	۴/۰۵ ±۰/۱۷	۸۴/۹ ±۴/۹
۳	افرای چناری	۳/۸۳ ±۰/۶۷	۳/۳۴ ± ۰/۱۷	۱۱/۵۲ ±۲/۵۷

نتایج مربوط به ترسیب کربن درختان موجود در هر دو پارک مورد بررسی نشان داد که به ترتیب در پارک شهید بهشتی و شقایق گونه‌های چنار و کاج مشهد بیش‌ترین ترسیب کربن را به خود اختصاص داده‌اند ($P< 0.01$).



شکل ۳- ترسیب کربن گونه‌های درختی در پارک شهید بهشتی

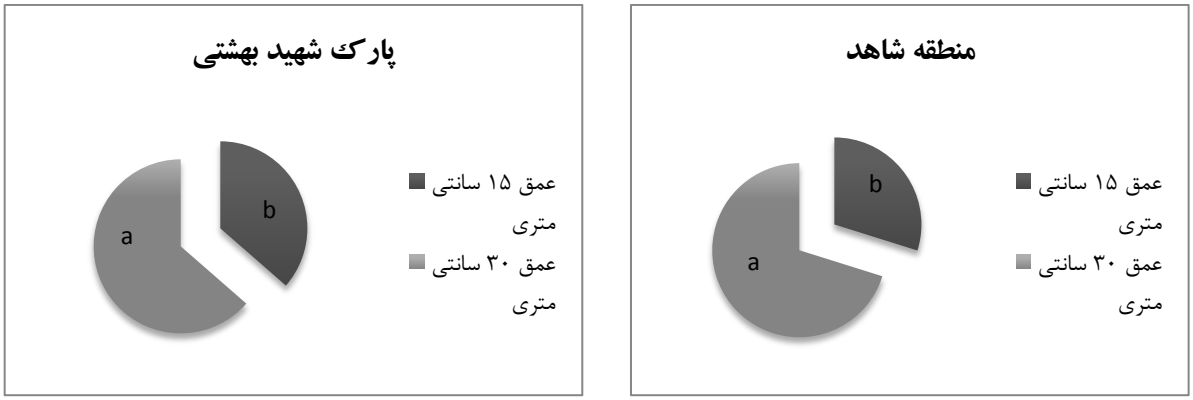
Figure 3- Carbon sequestration of trees in Shahid Beheshti Park



شکل ۴- ترسیب کربن گونه‌های درختی در پارک شقایق

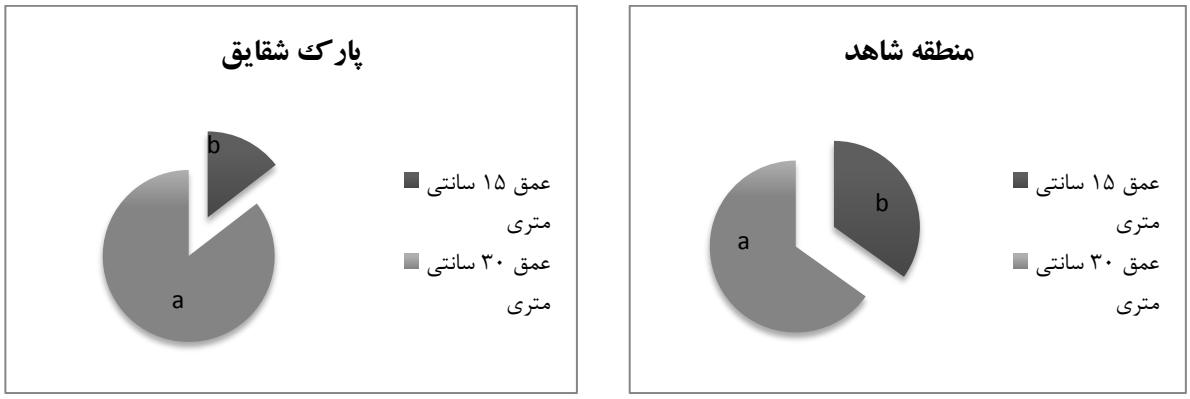
Figure 4- Carbon sequestration of trees in Shaghayegh Park

مقایسه کربن آلی خاک در دو عمق ۱۵-۰و۳۰-۱۵سانتی‌متری مناطق مورد مطالعه نشان داد که اختلاف معنی‌داری در سطح ۹۹ درصد بین کربن آلی موجود در عمق اول و دوم وجود دارد به طوری که در منطقه شاهد مجاور پارک شهید بهشتی میزان کربن ترسیب شده در اعماق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری به ترتیب ۶۶۳/۵۲ و ۱۵۶۰/۱۸ تن در هکتار و در پارک شهید بهشتی نیز این مقادیر به ترتیب ۱۱۹۳/۴ و ۲۰۸۳/۳۵ تن در هکتار بودند (شکل۵).



شکل ۵- ترسیب کربن آلی خاک (تن در هکتار) در دو عمق مختلف در پارک شهید بهشتی و منطقه شاهد آن

Figure 5- Soil organic carbon sequestration (Ton/hectare) in two different depths in Shahid Beheshti Park and its control plot



شکل۶- ترسیب کربن آلی خاک (تن در هکتار) در دو عمق مختلف در پارک شقایق و منطقه شاهد آن

Figure 6- Soil organic carbon sequestration (Ton/hectare) in two different depths in Shaghayegh Park and its control plot

در پارک شقایق نیز وضعیت همانند پارک شهید بهشتی بوده و میزان ترسیب کربن آلی در منطقه شاهد مجاور پارک شقایق در اعماق ۰ تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری به ترتیب ۲۹۷۸۶/۳۵ و ۵۵۶۵۷/۳۱ تن در هکتار و در پارک شقایق نیز این مقادیر به ترتیب ۴۱۷۶۹/۵۵ و ۲۴۵۳۸۱/۵۸ تن در هکتار بودند (شکل۶). آن‌چه که نتایج فوق نشان می‌دهند وضعیت بهتر ترسیب کربن آلی خاک در پارک شقایق است.

بحث و نتیجه‌گیری

دی‌اکسیدکربن مهم‌ترین گاز گل‌خانه‌ای است که به دلیل توسعه بی‌رویه صنعت و جمعیت در کشور و مصرف زیاد انرژی و سوخت‌های فسیلی، روزانه مقدار زیادی از آن همراه با سایرگازهای گل‌خانه‌ای به جو وارد می‌شود. این در حالی است که جنگل‌های شهری پتانسیل بالایی درجذب و ترسیب دی-اکسیدکربن اتمسفری دارند (۷). بسیاری از تحقیقات اخیر (۱۸، ۱۹، ۲۰) نشان داده‌اند که جنگل‌کاری قابلیت زیادی درترسیب کربن خاک دارد. پژوهش‌گران مختلف تأثیر جنگل-کاری‌ها را بر میزان ترسیب کربن مثبت ارزیابی کرده و نشان داده‌اند که افزایش سطح جنگل‌کاری به ویژه در اراضی بایر و تخریب شده، به افزایش جذب کربن منجر خواهد شد (۲۱ و ۲۲) به طوری که یافته‌های تحقیق نیز موید این مساله است (اشکال ۵ و ۶). لال و آکالا (۲۰۰۱) به اهمیت جنگل‌کاری،

واکاری و انتخاب گونه‌های مناسب در افزایش ذخیره کربن تاکید کرده و متذکر شده‌اند که درخت‌کاری زمین‌های مخروبه می‌تواند ذخیره کربن را افزایش دهد (۲۳). هم‌چنین درختان جوان میزان و سرعت ترسیب کربن بیش‌تری نسبت به درختان مسن دارند اما درختان مسن نیز کربن را به میزان بیش‌تری و مدت زمان طولانی‌تری ترسیب می‌کنند. درخت به عنوان جذب کننده دی‌اکسیدکربن از طریق فتوسنتز و تثبیت آن در بیوماس و خاک عمل می‌کند. برخی از محققین معتقدند که گونه‌های تند رشد در مراحل ابتدایی زندگی خود به علت رشد سریعشان مقدار بیش‌تری بیوماس و در نتیجه کربن ذخیره می‌کنند. از طرف دیگر گونه‌های کند رشد به علت تراکم بالای چگالی چوبشان نسبت به گونه‌های تند رشد، در بلند مدت بیوماس و کربن بیش‌تری ذخیره می‌کنند (۲۴، ۲۵). با توجه به نتایج مربوط به ترسیب کربن گونه‌های درختی (شکل ۳) مشخص گردید که دلیل بالا بودن میزان ترسیب کربن درخت چنار بالا بودن چگالی چوب آن نسبت به سایر درختان است. در پارک شقایق نتایج نشان دادند که علی رغم بالا بودن چگالی چوب درخت اقاقیا و قابلیت بالای آن در رابطه با ترسیب کربن (۲۶) ذخیره کربن در درختان کاج بیشتر بوده است که دلیل آن بالا بودن حجم در هکتار و تراکم این درختان است (۶). همان گونه که یافته‌های این تحقیق نشان دادند درختان مختلف ظرفیت متفاوتی در ترسیب کربن دارند، هم‌چنان که نتایج عبدی (۱۳۸۶) و ورامش (۱۳۸۸) در ارتباط با رابطه ترسیب کربن با درصد پوشش گیاهی، نوع گیاهی، میزان حجم سرپا و تاثیر آمیختگی گونه‌ها موید این مساله است (۲۲ و ۲۷). لال (۲۰۰۵) نیز معتقد است که نسبت ترسیب کربن و حجم و کیفیت ذخیره کربن به فعل و انفعالات بین اقلیم، خاک، گونه‌های درختی، مدیریت و ترکیب شیمیایی لاشبرگ درختان بستگی دارد (۲۸). با توجه به نتایج تحقیقات محمودی طالقانی و همکاران (۱۳۸۶) و حق دوست و همکاران (۱۳۹۱) در خصوص ترسیب کربن خاک در اعماق مختلف نمونه برداری، با افزایش عمق از میزان ترسیب کربن خاک کاسته شده است. در نتایج تحقیقات این دو با افزایش عمق کاهش کربن آلی خاک و افزایش وزن مخصوص ظاهری خاک جالب توجه است. نتایج مطالعه پائول و کلارک (۱۹۹۶) نیز نشان داد که معمولا بیش‌ترین مقدار ماده آلی در سطح خاک ذخیره شده و با افزایش عمق، میزان ترسیب کربن خاک کاهش می‌یابد (۲۹) اما یافته‌های این تحقیق بر خلاف تحقیقات مورد اشاره نشان داد که ترسیب کربن خاک در هر دو پارک مذکور و منطقه شاهد در عمق دوم بیش‌تر بوده است. شاید بتوان دلیل آن را به نوع بافت خاک ارتباط داد. مطالعاتی انجام شده که نشان داده‌اند با افزایش عمق مقدار رس و شن خاک بیش‌تر شده و در نتیجه آن مقدار ذخیره کربن افزایش می‌یابد (۳۰). بایر و همکاران (۱۹۸۷) معتقدند که کربن آلی خاک با محتوای رس خاک ارتباط دارد. خاک‌های دارای مقدار شن بیش‌تر و ذخیره کربن اولیه کم‌تر، کربن آلی بیش‌تری را جذب کردند. دلیل دیگر برای افزایش کربن خاک در عمق‌های پایین‌تر در مناطق شاهد را می‌توان ارتباط بین هدررفت کربن آلی خاک در اثر فرسایش سطحی با این افزایش دانست (۳۱). نزدیکی به جاده اصلی با حجم بالای تردد و ترافیک (پارک شقایق) و نیز آمیختگی گونه‌های درختی سوزنی‌برگ و پهن‌برگ (پارک شهید بهشتی) عواملی هستند که سبب افزایش ترسیب کربن در این دو پارک شده‌اند. کرنر و کلاپاتک (۲۰۰۲) نیز گزارش دادند که فعالیت انسان و خودرو موجب تولید بیش از ۸۰ درصد از ورودی دی‌اکسیدکربن به داخل نواحی شهری شده است (۳۲). هم‌چنین لال و همکاران (۱۹۹۸) ابراز داشته‌اند که مطالعات زیادی مبین تاثیر مدیریت بر افزایش ذخایر کربن آلی خاک هستند (۳۳). محققین زیادی معتقدند که تجمع کربن آلی خاک در اعماق مختلف خاک به مقدار هوموس، سطح تاج پوشش و نوع گونه‌های موجود بستگی دارد (۳۴ و ۳۵) لذا با در نظر گرفتن این مساله و با توجه به شکل‌های (۳ و ۴) مشخص می‌شود که ترسیب کربن در خاک‌هایی که تنوع پوشش درختی (سوزنی‌برگ و پهن‌برگ) بالایی دارند، بیش‌تر بوده به طوری که نتایج دیناکاران و کریش نایا (۲۰۰۸) این مساله را تایید می‌نماید. ایشان معتقدند که نوع پوشش گیاهی تاثیر معنی‌داری بر کربن آلی خاک می‌گذارد به طوری که مقدار کربن آلی در خاک‌هایی با پوشش درختی متنوع بالا است که این امر نشان دهنده پتانسیل بالای ذخیره کربن توسط درختان است. به طورکلی

می‌توان نتیجه‌گیری کرد که ترسیب کربن در پارک شقایق از پارک شهید بهشتی بیش‌تر بوده است که از دلایل آن می‌توان به حجم در هکتار بالا، تنوع در ترکیب و آمیختگی پوشش درختی، نوع گونه درختی، پتانسیل بالای ذخیره کربن خاک، میزان نفوذپذیری آب، ریشه‌دوانی عمیق گیاهان و ترکیب شیمیایی لاشبرگ درختان اشاره کرد. با توجه به یافته‌های این پژوهش و مشابه با تحقیق اسشومان و همکاران (۲۰۰۲) می-توان بیان کرد که پتانسیل ترسیب کربن برحسب گونه‌های گیاهی، مکان و شیوه مدیریت متفاوت است (۳۶). بنابراین با شناخت گونه‌هایی که دارای قابلیت زیادی در ترسیب کربن هستند، اعمال فعالیت‌های مدیریتی مانند افزایش میزان کربن وارد شده به خاک مثل لاشبرگ و بقایای گیاهی، استفاده از نتایج این گونه تحقیقات در انتخاب گونه‌های مناسب برای پارک‌ها و فضاهای سبز شهری و هم‌چنین بررسی عوامل مدیریتی که بر فرآیند ترسیب کربن تاثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیای اراضی را از منظر شاخص ترسیب کربن دنبال نمود.

منابع

1. Bahmanpour, H., 2005. Investigating the effects of urban development on the green space in Tehran. Master's thesis, Islamic Azad University, 331p. (In Persian).
2. Vahidi, A., Khosravi, M., and Ahmadi, M., 2013. Identify sources of carbon dioxide emissions for injection into oil reservoirs to increase harvest. Journal of Exploration & Production Oil & Gas, 106: 40-43. (In Persian).
3. Pourhashemi, M., 2011. Investigating the structure of urban forests (Case study: Chitgar Forest Park). National Forest and Rangeland Research Institute, National Botanical Garden of Iran. 1-14. (In Persian).
4. Varamesh, S., Hosseini, S.M., and Abdi, N., 2008. Urban forest potential in reducing greenhouse gases and conserving energy. Energy news, 1(1): 71-72. (In Persian).
5. Fallahi, J., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri mahallati, M., and Behdani, M.A., 2013. Validation of RothC Model for Evaluation of Carbon Sequestration in a Restorated Ecosystem Under Two Different Climatic Scenarios. Journal of Water and Soil, 27(3): 658-668. (In Persian).
6. Mahmoudi Taleghani, E., Zahedi Amiri, Gh., Adeli, E., and Sagheb-Talebi, Kh., 2007. Assessment of carbon sequestration in soil layers of managed forest (Case study: Golband forest in the north of Iran). Journal of Iranian Forest and Poplar Research, 15(3): 241-252. (In Persian).
7. Varamesh, S., Hosseini, S.M., and Abdi, N., 2011. The effect of afforestation with broadleaf species on carbon sequestration in the soil of Chitgar Forest Park. Journal of Soil Research (Soil and Water Sciences), 25(3): 187-196. (In Persian).
8. Hagh Doost, N., Akbari Nia, M., Hosseini, S.M., and Varamesh, S., 2012. The effect of replacing the degraded forests of the north with afforestation on soil fertility and carbon sequestration. Journal of Environmental Studies, 38(3): 135-146. (In Persian).
9. Dinakaran, J., Krishnayya, N. S. R., 2008: Variations in type of vegetal cover and heterogeneity of soil organic carbon in affecting sink capacity of tropical soils. 94:1144-1150.
10. Ugle, P., Rao, S., and Ramachandra, T.V., 2010. Carbon Sequestration Potential Of Urban Trees. Wetlands,

Biodiversity and Climate Change.1-12.

11. Rossi, A.M., Hirmas, D.R., Graham, R.C., and Sternberg, P.D., 2008. Bulk Density Determination by Automated Three-Dimensional Laser Scanning. SSSAJ: Volume 72: Number 6. 1591-1593.
12. Gee, G.W. , and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, in : Klute A Editor. Methods of soil analysis: physical an mineralogicale methods.New York: American of Agronomy,404-9.
13. Heiri, O., Lotter, A.F., Lemcke, G., 2001.Loss on Ignition as a method for Estimaiting Organic and Carbonate content in sediment:Reproducibility and comparability of Results, Journal of paleolimnology,25:101-110.
14. Froozeh, M.R., Heshmati, Gh., Ghanbarian, Gh., and Mesbah, S.H., 2008. Comparison of carbon sequestration potential of three plant species of *Helianthemum*, *Dendrostellera lesserti* and *Artemisia sieberi* in arid pastures of Iran (Case study: Gorbaigan Fasa plain). Journal of Environmental Studies, 34(46):65-72. (In Persian).
15. Lemma, B., Kleja, D.B., Nilsson, I., and Olsson, M., 2006. Soil carbon sequestration under different exotic tree species in the South Western Highlands of Ethiopia. Geoderma, 136:886-898.
16. Zobeyri, M., 2011. Forest Inventory, Tehran University Press. 424p. (In Persian).
17. 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.
18. 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.
19. 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.
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. Panahi, P., Pourhashemi, M., and Hassani Nejad, M., 2011. Estimation of leaf biomass and leaf carbon sequestration of Pistacia atlantica in National Botanical Garden of Iran. Iranian Journal of Forest, 3(1): 1-12. (In Persian).
22. Varamesh, S., 2009. Comparison of carbon sequestration of broadleaf and coniferous species in urban forest (Case study: Chitgar Park, Tehran), Master's thesis, Tarbiat Moddares University, 331p. (In Persian).

23. Akala, V.A., and Lal, R., 2001. Soil organic carbon pools and sequestration rates in reclaimed mine soils in Ohio. J0urnal of Environmental Quality, 30: 2098-2104.
24. Baker, T.R., Phillips, O.L., Malhi, Y., Almeidas, S., Arroyo, L., Di Fiore, A., Erwin, T., Killen, T.J., Laurance, S.G., Laurance, W.F., Lewis, S.L., Lloyd, J., Monteagudo, A., Neill, D.A., Patino, S., Pitman, N.C.A., Silva, J.N.M., and Vasquez-Martinez, R., 2004: Variation in wood density determines spatial patterns in Amazonian forests. Global Change Biol. 10, 545-562.
25. Whitmore, T.C., 1998. An Introduction to Tropical Rain Forests, 2nd ed.Oxford University Press, New York.154pp.
26. Ali Arab, A., Hosseini, S.M., and Jalali, S.Gh., 2005. Effects of *Acer insigne*, *Robinia pseudoacacia*, *Populus deltoides* and *Cupressus sempervirens* on Some Physico-Chemical Properties of Soil in East of Haraz afforestation. Journal of Soil and Water Sciences, 19(1): 96-106. (In Persian).
27. Abdi, N., Maddah Arefi, H., and Zahedi Amiri, Gh., 2008. Estimation of carbon sequestration in *Astragalus* rangelands of Markazi province (Case study: Malmir rangeland in Shazand region), Iranian journal of Range and Desert Reseach, 15(2): 269-282. (In Persian).
28. Lal, R., 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 220: 242–258.
29. Paul, E.A., and Clark, F.E., 1996. Soil Microbiology and Biochemistry, 2nd Edition. Academic Press, San Diego CA. 243pp.
30. Bauer, A., Cole, C.V., and 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.
31. Abdi, N., 2005. Estimation of carbon sequestration capacity by Astragalus (Subgenus: Tragacanty) in Central and Isfahan Provinces. Ph.D. thesis, Islamic Azad University, 194p. (In Persian).
32. Koerner, B., and Klopatek, J. 2002. Anthropogenic and natural CO2 emission sources in an arid urban environment. Environment Pollution. 116: 45-51.
33. Lal, R., Kimble, J. and Follett, R., 1998: Land use and soil C pools in terrestrial ecosystrms. In: Management of Carbon Sequestration in Soil (Eds Lal, R., Kimble, J.M., Follett, R.F. and Stewart, B.A.). CRC Press, New York: 1-10.
34. Baldock, J.A., and Oades, 1992: Aspects of the chemical structure of soil organic materials as revealed by solid- state. Sol Biology and Biochemistry, 16: 1-42.
35. Singh G., and Singh, NT, 1993: Mesquite for revegetation of salt lands. Central Soil Salinity Research Institute. Bulletin No. 18: 20-26.
36. Schuman G.E., Janzen H., Herrick J.E., 2002: Soil Carbon Information and Potential Carbon Sequestration by Rangelands, Environmental Pollution, 116: 391- 396.