فصلنامه علمی - پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۱، صفحه ۱۰۸-۹۹، (۱۳۹۳)

تأثیر جنگلکاری بر میزان ترسیب کربن خاک و زی‌توده گیاهی در مناطق خشک (مطالعه موردی: پارک جنگلی بختیاردشت اصفهان)

علی‌اصغر نقی‌پوربرج[1*]، هادی رادنژاد[2] و سیدحمید میتن‌خواه[3]

۱*- دانشجوی دکتری علوم مرتع، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران. پست الکترونیک: aa_naghipour@yahoo.com
۲- عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان (اصفهان)، اصفهان، ایران.
۳- عضو هیات علمی دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران.
تاریخ دریافت: ۹۱/۰۲/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۲۱

چکیده

تغییر اقلیم و افزایش گرمایش جهانی یکی از چالش‌های مهم در بحث توسعه پایدار است که ناشی از افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای است. ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌های تحت آن، ساده‌ترین و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن به‌منظور کاهش کربن اتمسفری محسوب می‌شود. با توجه به اینکه جنگل‌های شهری از قابلیت بالایی برای جذب کربن اتمسفری و تعدیل اقلیم برخوردارند، بنابراین برای برآورد ترسیب‌کربن گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*) کاشته شده در پارک جنگلی بختیاردشت اصفهان، نمونه‌برداری از زی‌توده، خاک (در دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری) و لاشبرگ به‌صورت تصادفی- منظم انجام شد. ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی از طریق معادلات آلومتریک و کربن آلی خاک از روش والکی-بلاک تعیین شد. نتایج نشان داد کشت گونه کاج تهران در این منطقه منجر به افزایش ترسیب کربن به مقدار ۴۲۲/۴ تن در هکتار نسبت به زمین بایر اطراف شده، که ارزش اقتصادی آن در کل مساحت منطقه کشت‌شده، بیش از ۵ میلیون دلار محاسبه شد. همچنین نتایج توزیع کربن نشان داد که تنه درختان بیشترین سهم (۴۰ درصد) از ترسیب کربن کل را دارا می‌باشند. بنابراین با توجه به مزایای بسیار زیاد ترسیب کربن، ضروری است که با مدیریت و محافظت مناسب این جنگل‌ها، گام مثبتی به‌منظور کاهش تراکم کربن اتمسفری و در نتیجه کاهش گرمایش جهانی و تغییرات اقلیمی برداشته شود.

واژه‌های کلیدی: تغییر اقلیم، ترسیب کربن، جنگلکاری، پارک جنگلی بختیاردشت اصفهان.

مقدمه

غلظت دی‌اکسیدکربن اتمسفری از سال ۱۷۵۰ تاکنون به دلیل احتراق سوخت‌های فسیلی و تغییر کاربری اراضی، حدود ۳۱ درصد افزایش پیدا کرده است و تا حد بسیار زیادی موجبات گرم‌شدن کره زمین را فراهم کرده است (Lal, 2004). مقدار دی‌اکسیدکربن اتمسفر بیش از ۷۵۰ میلیارد تن برآورد شده است. تولید دی‌اکسیدکربن در چرخه طبیعت، معادل ۲۰۰ میلیارد تن در سال است. این مقدار توسط گیاهان و اقیانوس‌ها، از اتمسفر دریافت می‌شود و حاصل آن تعادل چرخه گاز دی‌اکسیدکربن در طبیعت است (Lal, 2004).

پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر، هزینه‌های سنگینی دربردارد (Cannell, 2003). بنابراین به‌منظور کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه‌ای، کربن اتمسفر باید جذب و در شکل‌های متعدد ترسیب شود (Naghipour Borj *et al.*,

Archive of SID

www.SID.ir

2008). ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن به‌منظور کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری است (Emmerich, 2002). از بین روش‌های مرسوم، توسعه و گسترش جنگل، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک، بیش از دیگر روش‌ها کاربرد داشته و درحال‌حاضر به‌طور مؤثری برای کاهش دی‌اکسیدکربن موجود در هوا استفاده شده است (Lal, 2005).

نتایج تحقیق Lemma و همکاران (۲۰۰۶) نشان داد که توده‌های ۲۰ساله *Cupressus lisitania* و *Pinus patula* به‌ترتیب منجر به افزایش ترسیب کربن در حدود ۶۹/۶ و ۲۹/۳ تن در هکتار پس از ۲۰ سال شدند. MacFarlane (۲۰۰۹) نیز با بررسی آثار و مزایای جنگلکاری در میشیگان آمریکا نتیجه گرفت که این جنگل‌ها سبب کاهش چشمگیر سطح CO_2 اتمسفری می‌شوند، بنابراین می‌توانند نقش بسزایی در اقتصاد ملی و منطقه‌ای داشته باشند. Wauters و همکاران (۲۰۰۸) ترسیب کربن در توده جنگلکاری شده ۱۴ساله *Hevea braziliensis* را در دو منطقه با شرایط آب و هوایی یکسان در غرب کشور غنا و منطقه ماتوگروسو در برزیل اندازه‌گیری کرده و به‌این نتیجه رسیدند که جنگلکاری‌های مذکور به‌ترتیب سبب افزایش ترسیب کربن کل به میزان ۱۵۳ و ۱۳۵ تن در هکتار شده‌اند.

در داخل کشور نیز تحقیق‌هایی درخصوص ترسیب کربن انجام شده است که از آن جمله می‌توان به گزارش Bordbar و Mortazavi Jahromi (۲۰۰۶) در خصوص قابلیت ذخیره کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس (*Eucalyptus camadulensis*) و آکاسیا (*Acacia salicina*)، بررسی اثرهای جنگلکاری بر ترسیب کربن و بهبود ویژگی‌های خاک توسط Varamesh و همکاران (۲۰۱۰)، تحقیق Nobakht و همکاران (۲۰۱۱) درخصوص مقایسه مقدار ترسیب کربن خاک در جنگلکاری‌های سوزنی‌برگ و پهن‌برگ، تحقیق Bakhtiarvand Bakhtiari و Sohrabi (۲۰۱۲) درخصوص برآورد ترسیب کربن از طریق معادلات آلومتریک در چهار گونه درختی پهن‌برگ و سوزنی‌برگ و همچنین بررسی ترسیب کربن خاک و زی‌توده گیاهی در مراتع طبیعی و دست‌کاشت توسط Naghipour Borj و همکاران (۲۰۱۲) اشاره کرد.

از طرف دیگر با توجه به اینکه کاج تهران (*Pinus eldarica*) جزء گونه‌هایی است که در مناطق وسیعی از کشور برای جنگلکاری استفاده می‌شود، هدف از این تحقیق ارزیابی قابلیت افزایش ترسیب‌کربن توسط گونه یاد شده در پارک جنگلی بختیاردشت اصفهان، در مقایسه با منطقه شاهد و همچنین محاسبه ارزش اقتصادی کربن ترسیب‌شده است.

مواد و روش‌ها

مشخصات منطقه موردمطالعه

منطقه موردبررسی به وسعت حدود ۶۰ هکتار در محدوده شهر اصفهان و منطقه پالایشگاه اصفهان واقع شده است. این منطقه بین طول‌های جغرافیایی ″۵۶ ′۳۱ °۵۱ تا ″۳۳ ′۳۲ °۵۲ شرقی و عرض‌های جغرافیایی ″۲۸ ′۴۷ °۳۲ تا ″۲۴ ′۴۸ °۳۳ شمالی قرار دارد. تاریخ احداث این پارک سال ۱۳۶۸ و هدف از احداث آن، جلوگیری از آلودگی هوا، ایجاد کمربند سبز شهر اصفهان و تلطیف هوا بوده است.

میانگین بارندگی سالانه منطقه بر اساس آمار ۲۰ ساله ایستگاه سینوپتیک شهر اصفهان، ۱۱۴/۵ میلی‌متر و ماه‌های پرباران سال آذر، دی، بهمن، اسفند و فروردین می‌باشند. میانگین دمای سالانه ۱۵ درجه سانتی‌گراد، حداکثر دمای روزانه (۴۲/۶ درجه سانتی‌گراد) در تیرماه و حداقل دمای روزانه (۱۷/۵- درجه سانتی‌گراد) در دی‌ماه است. تبخیر و تعرق سالانه ۱۷۲۳/۲۵ میلی‌متر می‌باشد. اقلیم منطقه براساس طبقه‌بندی دومارتن، خشک و در طبقه‌بندی آمبرژه خشک و سرد است (Anonymous, 2011).

روش پژوهش

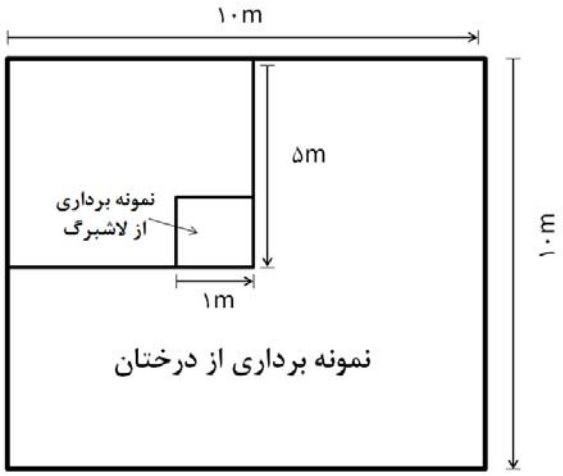
روش نمونه‌برداری

پس از شناسایی مقدماتی و تعیین حدود منطقه مورد بررسی، به‌منظور بررسی متغیرهای پوشش‌گیاهی، از روش تصادفی- منظم در قالب ۱۰ پلات تودرتو در هر منطقه استفاده شد. نمونه‌برداری از منطقه جنگلکاری و منطقه شاهد

Archive of SID

www.SID.ir

که در مجاورت آن قرار داشت و تحت کشت هیچ گونه‌ای قرار نداشت، انجام شد (شکل ۱). ابتدا در پلات ۱۰×۱۰ متری اطلاعاتی از گونه کاج، شامل قطر برابر سینه (DBH)، ارتفاع درخت (H)، ارتفاع تنه (Hc) و قطرهای کوچک (L) و بزرگ (W) تاج اندازه‌گیری شد. در هر پلات تعدادی از شاخه‌ها به‌طور تصادفی بریده شده و ۱۰ نمونه به شکل تصادفی (برای محاسبه درصد کربن) از آنها جدا شد. در داخل پلات ۵×۵ متری، نمونه‌های خاک از دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری به شکل ترکیبی برداشت شد. به‌این صورت که چهار نمونه از چهار گوشه پلات برداشت شد و سپس نمونه‌ها با هم مخلوط شد. کل لاشبرگ موجود در پلات ۱×۱ متری نیز جمع‌آوری و توزین شد. در قطعه شاهد نیز با توجه به عدم پوشش درختی و علفی، فقط نمونه‌برداری خاک داخل پلات‌های ۵×۵ متری و از دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری (با توجه به مرز تفکیک افق‌ها) انجام شد. نمونه‌ها داخل کیسه‌های پلاستیکی قرار گرفته و به آزمایشگاه منتقل شد.



شکل ۱- اندازه پلات استفاده‌شده برای نمونه‌برداری

روش آزمایشگاهی

در آزمایشگاه، نمونه‌های زی‌توده گیاهی و لاشبرگ به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک شد (Losi *et al*., 2003) و سپس درصد کربن آلی به روش احتراق در کوره الکتریکی تعیین شد. چگالی نمونه‌ها نیز با استفاده از روش دانسیته وزن خشک محاسبه شد. نمونه‌های خاک در هوای آزاد خشک و پس از خرد نمودن کلوخه‌ها و جدا کردن ریشه‌ها، سنگ و دیگر ناخالصی‌ها، آسیاب و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. حجم سنگریزه و ریشه‌ها محاسبه شده و از حجم کل خاک کسر شد (Lemma *et al*., 2006). وزن مخصوص ظاهری خاک به روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و همچنین کربن آلی با استفاده از روش والکی‌بلاک (Walkley-black) اندازه‌گیری شد (Zarinkafsh, 1993).

درنهایت با استفاده از رابطه ۱ (Lemma *et al*., 2006)، مقدار کربن آلی خاک بر حسب کیلوگرم بر هکتار تعیین شد:

$Cs = ۱۰۰۰۰ \times \%\,OC \times Bd \times E$ (رابطه ۱)

Cs= کربن آلی (kg/ha)

OC %= درصد کربن آلی

Bd= وزن مخصوص ظاهری خاک (gr/cm3)

E= عمق نمونه‌داری (cm)

محاسبه زی‌توده

برای محاسبه حجم تنه و تاج‌پوشش و همچنین محاسبات مربوط به زی‌توده هوایی و زیرزمینی درخت، از

www.SID.ir

دستورالعمل Hernandez و همکاران (۲۰۰۴) بشرح زیر استفاده شد. سطح مقطع درخت با استفاده از رابطه ۲، حجم درخت با استفاده از رابطه ۳ و زی‌توده تنه بر حسب کیلوگرم براساس رابطه ۴ محاسبه شد.

$A_b = \pi \times r^2$ (رابطه ۲)

$V = A_b \times H \times K_c$ (رابطه ۳)

$Biomass = V \times WD \times ۱۰۰۰$ (رابطه ۴)

A_b= سطح مقطع درخت (m^2),

r = شعاع درخت (m),

π = ۳/۱۴,

H= ارتفاع درخت (m),

K_c= ۰/۵۴,

WD= چگالی (gr/cm^3),

V= حجم درخت (m^3)

با توجه به اینکه نمونه‌برداری کامل از ریشه درخت به‌منظور محاسبه زی‌توده، نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی است و برای جلوگیری از روش‌های نمونه‌برداری مخرب، زی‌توده ریشه درختان با استفاده از رابطه ۵ (Hernandez *et al.*, 2004) محاسبه شد.

BGB=Volume AGB×0.2 (رابطه ۵)

AGB= زی‌توده هوایی (مجموع زی‌توده تنه و تاج)

BGB = زی‌توده زیر زمینی

حجم تاج گونه کاج نیز با استفاده از رابطه ۶ (Hernandez *et al.*, 2004) محاسبه شد:

$V\ (m^3) = (\pi \times Db^2) / 12$ (رابطه ۶)

Db: (L+W)/2

L = قطر کوچک تاج‌پوشش

W = قطر بزرگ تاج‌پوشش

حجم خالص (حجم شاخه و برگ) به روش برآورد چشمی محاسبه شده و به‌صورت درصدی از حجم کل تاج بیان شد (Hernandez *et al.*, 2004). درنهایت با مشخص شدن ضریب خشکی و درصد کربن ماده خشک، مقدار کربن ترسیب‌شده در تاج محاسبه شد (Hernandez *et al.*, 2004).

تحلیل‌های آماری

ابتدا نرمال بودن داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و همگن بودن واریانس‌ها توسط آزمون لون بررسی شد. از آنالیز واریانس یک‌طرفه برای بررسی اثر اراضی جنگلکاری روی ترسیب کربن خاک استفاده شد. مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون دانکن انجام شد. کلیه محاسبات آماری در نرم‌افزار SPSS۱۶ و رسم نمودارها در محیط Excel ۲۰۰۷ انجام شد.

نتایج

ترسیب کربن خاک

نتایج نشان داد که جنگلکاری در منطقه مورد مطالعه به‌طور معنی‌داری منجر به افزایش ترسیب کربن خاک در مدت ۲۲ سال شده است (P<۰/۰۱). کل کربن ترسیب‌شده در خاک واحد سطح منطقه جنگلکاری ۴۶/۰۵ تن در هکتار و در قطعه شاهد معادل ۱۸/۶۲ تن در هکتار بود. به‌این ترتیب جنگلکاری در منطقه سبب افزایش ترسیب کربن خاک به مقدار ۲۷/۴۳ تن در هکتار نسبت به قطعه شاهد اطراف شده است (جدول ۱ و شکل ۲). همچنین مقایسه میانگین دو عمق اول و دوم خاک در هر منطقه نشان داد که بیشترین مقدار ترسیب کربن مربوط به عمق اول منطقه جنگلکاری بوده است. همچنین در هر منطقه، مقدار ترسیب کربن در عمق اول نسبت به عمق دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۱) (جدول ۱ و شکل ۲).

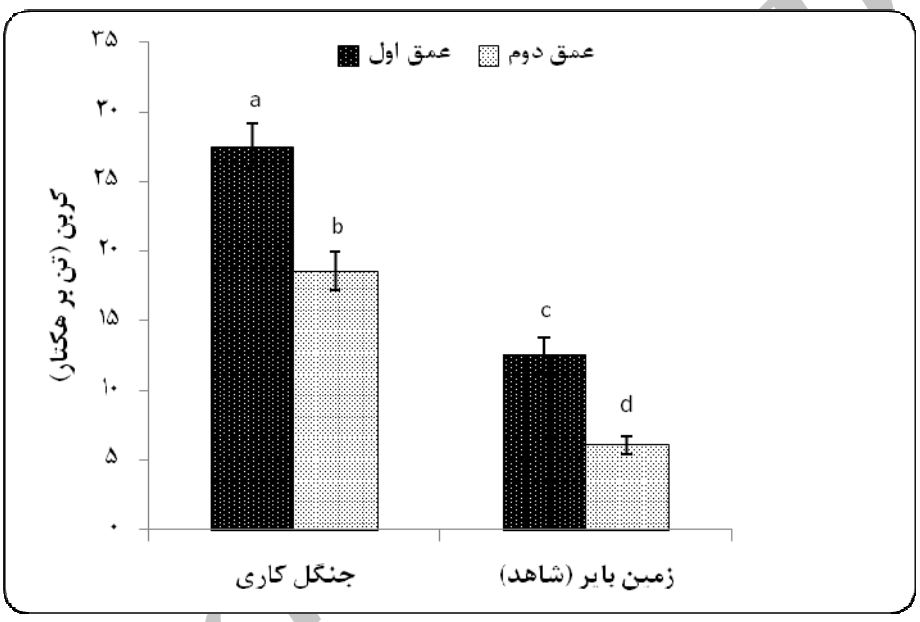
Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱- مقدار ترسیب کربن در دو عمق مختلف خاک در دو منطقه جنگلکاری و شاهد

منطقه	عمق لایه خاک (سانتی‌متر)	درصد کربن آلی	وزن مخصوص ظاهری (گرم بر سانتی‌متر مکعب)	ترسیب کربن (کیلوگرم بر متر مربع)	ترسیب کربن (تن در هکتار)
جنگلکاری	۰-۱۵	۱/۲۶ a	۱/۴۵ c	۲/۷۵ a	۲۷/۵۱ a
جنگلکاری	۱۵-۳۰	۰/۸۵ b	۱/۵۲ b	۱/۸۵ b	۱۸/۵۴ b
شاهد (زمین بایر)	۰-۱۵	۰/۵۵ c	۱/۵۹ ab	۱/۲۵ c	۱۲/۵۴ c
شاهد (زمین بایر)	۱۵-۳۰	۰/۲۵ d	۱/۶۳ a	۰/۶۱ d	۶/۰۸ d

توضیح: حروف برای مقایسه اعداد هر ستون ارائه شده است. حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح یک درصد خطا می‌باشند.



شکل۲- مقدار ترسیب کربن خاک در عمق اول (۰ تا ۱۵ سانتی‌متر) و عمق دوم (۱۵ تا۳۰ سانتی‌متر) در دو منطقه جنگلکاری‌شده و زمین بایر (توضیح: حروف غیرمشترک نشان‌دهنده اختلاف آماری در سطح یک درصد خطا می‌باشند)

ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی

با توجه به اینکه در زمین بایر (منطقه شاهد) پوشش گیاهی چندانی وجود نداشت، تنها اطلاعات مربوط به زی‌توده گیاهی مربوط به منطقه جنگلکاری در شکل ۳ ارائه شده است. نتایج نشان داد که بیشترین مقدار زی‌توده گیاهی با ۳۵۵/۸ تن بر هکتار مربوط به زی‌توده تنه است و کمترین مقدار نیز با ۷/۵۴ تن بر هکتار در زی‌توده لاشبرگ می‌باشد. همچنین نتایج نشان داد که از نظر مقدار ترسیب کربن در هر یک از اجزای زی‌توده گیاهی، بیشترین مقدار کربن ترسیب‌شده در زی‌توده هوایی (مجموع زی‌توده تنه و تاج‌پوشش) با ۳۲۵/۹ تن در هکتار قرار دارد و کمترین آن نیز با ۳/۷۷ تن در هکتار مربوط به زی‌توده لاشبرگ است (شکل ۳).

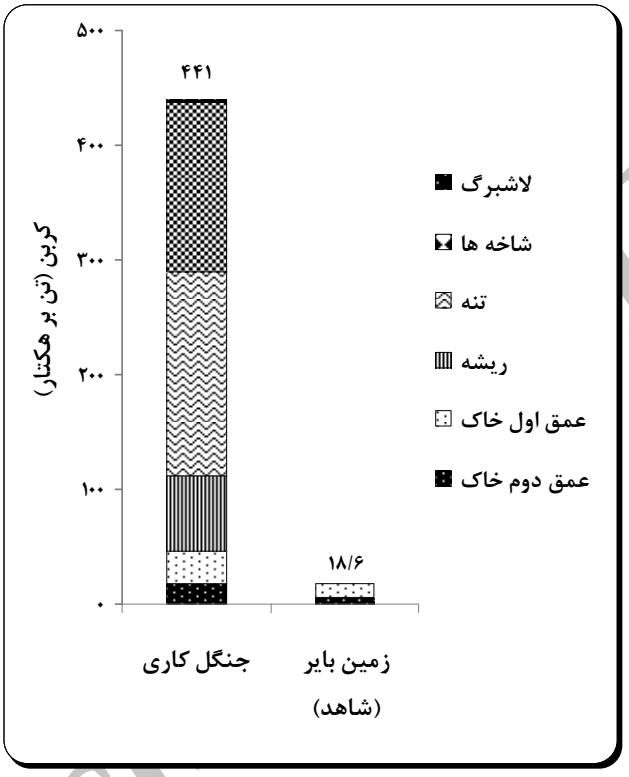
ترسیب کربن کل

کل کربن ترسیب‌شده در واحد سطح منطقه جنگلکاری ۴۴۱ تن بر هکتار و در زمین بایر (منطقه شاهد) ۱۸/۶ تن بر هکتار بود. بنابراین بین دو منطقه از نظر مقدار کل کربن ترسیب‌شده تفاوت قابل ملاحظه‌ای مشاهده شد (شکل ۳).

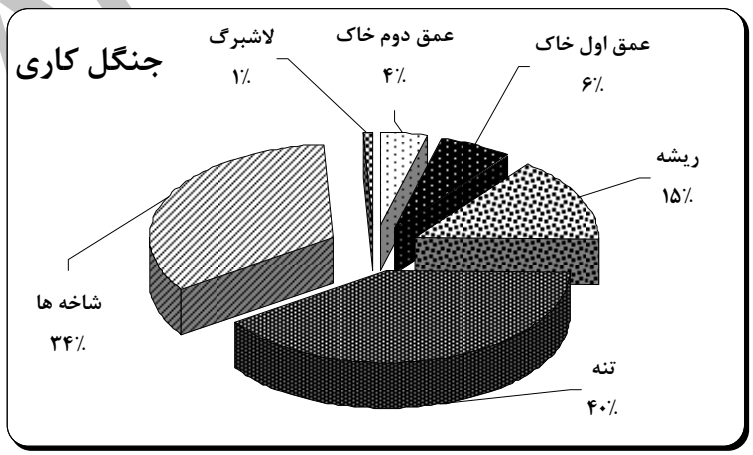
www.SID.ir

در نتیجه جنگلکاری در این منطقه سبب افزایش ترسیب کربن به اندازه ۴۲۲/۴ تن در هکتار شده است.

کل مقدار ترسیب کربن در منطقه جنگلکاری در طول ۲۲ سال ۴۴۱ تن در هکتار بود که از این مقدار ۱۷۷/۹ تن (۴۰ درصد) در تنه درختان، ۱۴۸/۱ تن (۳۴ درصد) در شاخه‌ها، ۶۵/۲ تن (۱۵ درصد) در ریشه‌ها، ۲۷/۵ تن (۶ درصد) در عمق اول خاک، ۱۸/۵ تن (۴ درصد) در عمق دوم خاک و ۳/۷۷ تن در لاشبرگ‌های این منطقه بوده است (شکل ۴). بنابراین زی‌توده هوایی با مجموع ۳۲۵/۹ تن در هکتار (۷۴ درصد)، دارای بیشترین و لاشبرگ دارای کمترین سهم از ترسیب کربن بودند.



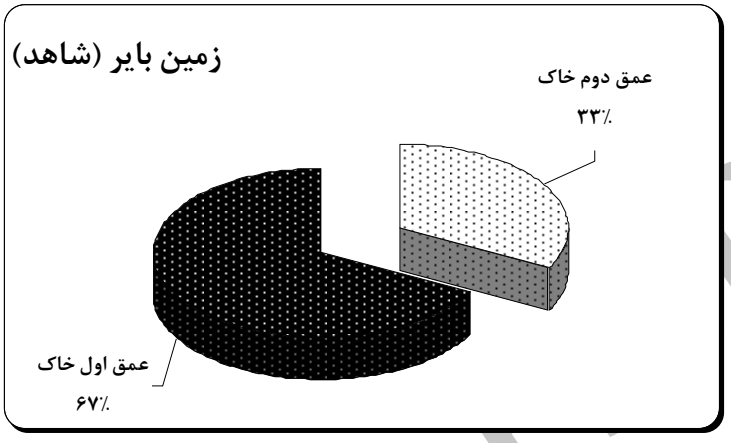
شکل ۳- نمودار مقایسه مقدار کربن ترسیب‌شده در دو منطقه جنگلکاری و زمین بایر (شاهد)



شکل ۴- سهم بخش‌های مختلف درختان در ترسیب کربن کل در منطقه جنگلکاری

www.SID.ir

با توجه به اینکه زمین بایر (منطقه شاهد) فاقد پوشش گیاهی خاصی بود, این منطقه نقش چندانی در ترسیب کربن اتمسفری نداشت و توانسته بود تنها مقدار ۱۸/۶۲ تن در هکتار، ترسیب کربن در خاک داشته باشد. از کل کربن ترسیب‌شده در هر هکتار از منطقه زمین بایر (منطقه شاهد)، ۱۲/۵۴ تن (۶۷ درصد) سهم کربن آلی عمق اول خاک و ۶/۰۸ تن (۳۳ درصد) سهم کربن آلی عمق دوم خاک بود (شکل ۵).



شکل ۵- سهم بخش‌های مختلف خاک زمین بایر (شاهد) در ترسیب کربن کل

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که جنگلکاری با گونه‌های مناسب در زمین‌های بایر اطراف کلان‌شهرهایی مانند اصفهان (به‌خصوص در اطراف صنایع آن) که در منطقه خشک واقع شده است، قابلیت بسیار زیادی در ترسیب کربن اتمسفری دارد. به‌این صورت که منجر به افزایش ترسیب کربن به مقدار ۴۲۲/۴ تن در هکتار نسبت به زمین بایر اطراف می‌شود. نتایج تحقیق‌های زیادی مانند Lemma و همکاران (۲۰۰۶)، Lal (۲۰۰۵) و Varamesh و همکاران (۲۰۱۰) نیز نشان‌دهنده تأثیر مثبت جنگلکاری در ترسیب کربن اتمسفری می‌باشند. Varamesh و همکاران (۲۰۱۰) نیز افزایش ترسیب کربن به مقدار ۵۱۴/۲ تن بر هکتار را در اثر جنگلکاری با گونه کاج در پارک جنگلی چیتگر تهران گزارش کردند.

Groffman و همکاران (۲۰۰۶) در مطالعات خود به اهمیت جنگلکاری در جذب Co_2 اتمسفری تأکید کرده‌اند. جنگل‌های دست‌کاشت (به خصوص در اطراف کلان‌شهرها) خدمات اکولوژیکی بسیار متنوعی را نیز ارائه می‌دهند. خنک کردن هوا و کم کردن فشار گرمای ایجادشده ناشی از سوخت کارخانه‌ها و وسایل نقلیه شهری از طریق کاهش انتشار کربن و تعدیل حرارت محصورشده در نواحی شهری به‌علت وجود مواد جذب‌کننده گرما، از جمله آثار دیگر جنگلکاری است (Varamesh *et al.*, 2010).

با درنظرگرفتن اینکه مساحت منطقه جنگلکاری حدود ۶۰ هکتار است، با احتساب اینکه هر هکتار احیا با گونه‌های فوق، مقدار ترسیب کربن را ۴۲۲/۴ تن در هکتار نسبت به منطقه شاهد افزایش داده است، بنابراین جنگلکاری، در مقایسه با منطقه شاهد اطراف، موجب افزایش ترسیب کربن به مقدار ۲۵۳۴۴ تن شده است. چنانچه در این تحقیق، ارزش هر تن کربن ترسیب‌شده، حداقل ۲۰۰ دلار درنظر گرفته شود (Cannell, 2003)، در این صورت، ارزش اقتصادی حاصل از کربن ترسیب‌شده در کل مساحت جنگلکاری، حدود پنج میلیون دلار خواهد بود. بنابراین جنگلکاری در مناطق خشک می‌تواند علاوه بر نقش مؤثری که در افزایش پوشش‌گیاهی، افزایش تولید و حفاظت خاک دارد، در دست‌یابی به ارزش اقتصادی از

Archive of SID

www.SID.ir

طریق ترسیب کربن نیز اهمیت زیادی داشته باشد.

همان‌طورکه نتایج این تحقیق نشان داد، زی‌توده تنه (با ۴۰ درصد) بیشترین سهم از کل کربن ترسیب‌شده را دارد. احتمالاً به همین دلیل است که بیشتر روش‌های برآورد ترسیب کربن در جنگل بر اندازه‌گیری زی‌توده گیاهی استوار می‌باشند (Honda *et al.*, 2000). 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 (Varamesh *et al.*, 2010). همچنین مقدار ترسیب کربن در عمق اول خاک در مقایسه با عمق دوم بیشتر بود. Rice (۲۰۰۰) با بررسی تأثیر عمق خاک بر مقدار ترسیب کربن، به‌این نتیجه رسید که بین مقدار ترسیب کربن خاک در نواحی خشک و نیمه‌خشک و عمق خاک رابطه غیرمستقیم وجود دارد. این نتیجه با یافته‌های Schuman و همکاران (۲۰۰۲) و Naghipour Borj و همکاران (۲۰۱۱) نیز مطابقت دارد و دلیل زیاد بودن ترسیب کربن خاک در عمق اول مناطق موردبررسی نسبت به عمق دوم، را می‌توان به دلیل حجم زیاد لاشبرگ در این عمق دانست (Naghipour Borj *et al.*, 2009).

همان‌طورکه نتایج این تحقیق نشان داد، احیاء و اصلاح اراضی بایر شامل مجموعه عملیاتی است که به‌منظور افزایش قابلیت تولید بیولوژیک اراضی در آنها انجام می‌شود. این عملیات به‌طور عمده بر روی افزایش پوشش گیاهی متمرکز است که خود موجب افزایش تجمع کربن در زی‌توده هوایی و زیرزمینی و خاک این اراضی می‌شود (Aradottir *et al.*, 2000). احیاء اراضی تخریب‌شده و بایر به‌دلیل اینکه منجر به کاهش فرسایش، افزایش تولید بیولوژیک و بهبود کیفیت آب و خاک می‌شود، می‌تواند نقش بسیار مهمی نیز در راستای توسعه پایدار و سلامت اکوسیستم ایفا نماید. ترسیب کربن در زی‌توده و خاک نیز که سبب تعدیل اثر گلخانه‌ای می‌شود، می‌تواند به‌عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت‌ها و عملیات احیاء اراضی تخریب‌شده مطرح شود (Varamesh *et al.*, 2010).

References

- Anonymous, 2011. I.R of Iran meteorological organization (www.irimo.ir).
- Aradottir, A., Savarsdottir, L., Kristian, H., Jonsson, P. and Gudbergson, G. 2000. Carbon accumulation in vegetation and solids by reclamation of degraded areas. Icelandic Agricultural Sciences, 13: 99-113.
- Bakhtiarvand Bakhtiari, S. and Sohrabi, H. 2012. Allometric equations for estimating above and below-ground carbon storage of four broadleaved and coniferous trees. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(3): 481-492 (In Persian).
- Bordbar, S.K. and Mortazavi Jahromi, S.M. 2006. Carbon sequestration potential of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. and *Acacia salicina* Lindl. plantation in western areas of Fars province. Pajouhesh & Sazandegi, 70: 95-103 (In Persian).
- Cannell, M.G.R. 2003. Carbon sequestration and biomass energy offset theoretical, potential and achievable capacities globally in Europe and UK. Biomass and Bioenergy, 24(2): 97-116.
- Emmerich, W.E. 2002. Carbon dioxide fluxes in a semiarid environment with high carbonate soils. Agricultural and Forest Meteorology, 116: 91-102.
- Groffman, P.M., Pouyat, R.V., Cadenasso, M.L., Zipperer, W.C., Szlavecz, K., Yesilinis, I.D., Band, L.E. and Brush, G.S. 2006. Land use context and natural soil controls on plant community composition and soil nitrogen and carbon dynamics in urban and forests. Forest Ecology and Management, 236(2-3): 177-192.
- Hernandez, R.P., Koohafkan, P. and Antoine, J. 2004. Assessing carbon stocks and modeling win-win Scenarios of carbon sequestration through land-use changes. Published by FAO, Rome, 166p.
- Honda, Y., Yamamoto, H. and Kajiwara, K. 2000. Biomass information in central Asia. Publication of Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University: 1-33.
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. Geoderma, 123: 1-22.
- Lal, R. 2005. Forest soils and carbon sequestration. Forest Ecology and Management, 220: 242-258.
- 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.
- Losi, Ch.J., Siccama, T.G., Condit, R. and Morales, J.E. 2003. Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. Forest Ecology and Management, 184(1-3): 355-368.
- MacFarlane, D.W. 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.

Archive of SID

www.SID.ir

monocultures (Case study: Dehmian forest management plan, Mazandaran). Iranian Journal of Forest, 3(1): 13-23 (In Persian).
- Rice, C.W. 2000. Soil organic C and N in rangeland soils under elevation CO_2 and land management. Advances in Terrestrial Ecosystem Carbon Inventory, Measurements and Monitoring Conference in Raleigh, North Carolina, 3-5 Oct. 2000: 15-24.
- Schuman, G.E., Janzen, H.H. and Herrick, J.E. 2002. Soil carbon information and potential carbon sequestration by rangelands. Environmental Pollution, 116: 391-396.
- Varamesh, S., Hosseini, S.M., Abdi, N. and Akbarinia, M. 2010. Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. Iranian Journal of Forest, 2(1): 25-35 (In Persian).
- Wauters, J.B., Coudert, S., Grallien, E., Jonard, M. and Ponette, Q. 2008. Carbon stock in rubber tree plantations in Western Ghana and Mato Grosso (Brazil). Forest Ecology and Management, 255(7): 2347-2361.
- Zarinkafsh, M. 1993. Applied Soil Science, Soil Survey and Quantity Analysis of Soil- Water-Plant. Tehran University Press, 342p (In Persian).
- Naghipour Borj, A.A., Haidarian Aghakhani, M., Dianati, Gh.A. and Tavakoli, H. 2008. Role of Iran's gangelands in gbsorption of greenhouse gasses. Abstracts of the 2nd National Conference on World Environment Day, Iran, June 2008: 219-220 (In Persian).
- Naghipour Borj, A.A., Dianati Tilaki, Gh.A. Tavakoli, H. and Haidarian, M. 2009. Grazing intensity impact on soil carbon sequestration and plant biomass in semi arid rangelands (Case study: Sisab rangelands of Bojnourd). Iranian journal of Range and Desert Research, 16(3): 375-385 (In Persian).
- Naghipour Borj, A.A., Haidarian Aghakhani, M., Nasri, M. and Radnezhad, H. 2011. Changes in soil organic carbon, nitrogen and phosphorus in modified and native rangeland communities (Case study: Sisab rangelands, Bojnourd). Journal of Rangeland Science, 1(4): 309-315 (In Persian).
- Naghipour Borj, A.A., Haidarian Aghakhani, M. and Nasri, M. 2012. An investigation of Carbon sequestration and plant biomass in modified rangeland communities (Case study: Sisab rangelands of Bojnourd). Pajouhesh & Sazandegi, 94: 19-24 (In Persian).
- Nobakht, A., Pourmajidian, M., Hojjati, S.M. and Fallah, A. 2011. A comparison of soil carbon sequestration in hardwood and softwood

Archive of SID

www.SID.ir

The impact of afforestation on soil carbon sequestration and plant biomass in arid areas (Case study: Bakhtiardasht forest park, Isfahan)

A.A. Naghipour Borj[1*], H. Radnezhad[2] and S.H. Matinkhah[3]

1*- Corresponding author, Ph.D. Student in Range Sciences, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran. Email: aa.naghipourborj@na.iut.ac.ir

2- Scientific Member of Islamic Azad University, Khorasgan Branch, Isfahan, Iran.

3- Scientific Member, Department of Natural Resources, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran.

Received: 05.08.2013 Accepted: 11.12.2013

Abstract

Climate change and global warming result in an increased amount of greenhouse gases and, therefore, are amongst the most important challenges for sustainable development. The increment in the amount of Carbon sequestrated as plant biomass as well as within the underlying soils is considered as the easiest way to reduce the atmospheric carbon, which can also be economically implemented. In this regard, urban forests play an essential role in the major cities by absorbing the atmospheric carbon. Here, the existing *Pinus eldarica* stands planted in Bakhtiardasht forest park of Isfahan were studied for their level of carbon sequestration. To perform the estimation, the biomass, soil (in depths of 0-15cm and 15-30cm) and litter were sampled in a randomly systematic design. The Carbon sequestration in plant biomass and the soil organic carbon were measured by means of allometric equation and Walkly-Black method, respectively. The results indicated that the *Pinus eldarica* plantation led to an increasing amount of sequestrated Carbon up to 422.4 tons per hectare as compared with the surrounding barren land. The economic value of the resulted Carbon across the entire plantation area was valuated to exceed 5 million USD. The fixed carbon was shown to be mostly stem from the trunk of trees (40 percent). This study concludes such Carbon sequestration to be amongst the essential requirements for existing and upcoming forest conservation plans as an effective step to decrease of atmospheric carbon and mitigate the climate change effects.

Keywords: Climate change, carbon sequestration, afforestation, Bakhtiardasht forest park, Isfahan.

Archive of SID

www.SID.ir