Archive of SID

یازدهمین همایش ملی علوم و مهندسی آبخیزداری ایران
توسعه مشارکتی در مدیریت حوزه‌های آبخیز
11th National Conference on Watershed Management Sciences and Engineering of Iran
Participatory Development in Watershed Management
۳۱ فروردین لغایت ۲ اردیبهشت ۱۳۹۵
April 19-21, 2016

برآورد ارزش اقتصادی مقدار ترسیب کربن اندام هوایی گونه برودار (Quercus brantii Lindl.) و خاک در شهرستان باشت

یوسف عسکری[۱]، علی سلطانی[۲]، رضا اخوان[۳]، پژمان طهماسبی کهیانی[۴]

۱- دانشجوی دکتری تخصصی جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۲- دانشیار گروه علوم جنگل، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
۳- دانشیار پژوهش، موسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، تهران
۴- دانشیار گروه مرتع، دانشکده منابع طبیعی و علوم زمین، دانشگاه شهرکرد
آدرس پست الکترونیکی مولف مسئول: askari.yousef@yahoo.com

چکیده

ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک‌هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و از نظر اقتصادی علمی‌ترین راهکار ممکن به منظور کاهش دی اکسیدکربن اتمسفری است. در این پژوهش، میزان ترسیب کربن در فرم‌های رویشی تک‌پایه و جست‌گروه گونه برودار و همچنین خاک در روستای چهارراه گشین شهرستان باشت در استان کهگیلویه و بویراحمد برآورد و ارزش‌گذاری شده است. میزان کربن ذخیره شده در اندام‌های هوایی درختان جنگلی با استفاده از قطع و اندازه‌گیری در عرصه و سپس آزمایشگاه تعیین شد. برای برآورد میزان ترسیب کربن در افق‌های معدنی و آلی خاک، به ترتیب روش‌های تجربی واکلی- بلاک و روش احتراق در کوره مورد استفاده قرار گرفته است. طبق نتایج اخذ شده، میانگین موجودی کربن در درختان تک‌پایه ۱۱۱ و در فرم جست‌گروه ۹۶ کیلوگرم برآورد شد. به نسبت تعداد پایه در هکتار، مجموع موجودی کربن درختان تک‌پایه ۶/۷۲۵ و درختان جست‌گروه ۵/۰۵۴ تن در هکتار بدست آمد. میانگین کربن ترسیب شده در خاک منطقه نیز ۵۹/۸ و در لاشریزه ۰/۴۲۶ تن در هکتار برآورد شد. در انتها با توجه به قیمت جهانی کربن یعنی ۱۲/۶ یورو به ازای هر تن و با احتساب هر یورو ۴۰۰۰۰ ریال، هر هکتار از منطقه مورد مطالعه در بحث ترسیب کربن معادل ۳۶۳۳۸۹۰۴ ریال (حدود سه میلیون و ششصد هزار تومان) ارزش اقتصادی دارد. با توجه به نتایج اخذ شده هر گونه تغییر و تبدیل در این عرصه‌ها آثار جبران ناپذیری در پی خواهد داشت.

کلمات کلیدی: ترسیب کربن، باشت، تک‌پایه، جست‌گروه، خاک

مقدمه

درختان از طریق فرآیند فتوسنتز، دی اکسیدکربن اتمسفر را جذب و برای مدت زمانی طولانی در چوب و دیگر مواد آلی تثبیت می‌کنند (Cacho et al., 2003). توجه به این مطلب که افزایش ماده آلی تشکیل دهنده خاک به طور موثری می‌تواند CO_2 را از اتمسفر جذب کند، ترسیب کربن را به یک موضوع مهم تحقیقی در سال‌های اخیر تبدیل نموده است. از سوی دیگر، امروزه توجه ویژه‌ای در برآورد زی‌توده جنگل‌ها هم در جنگلداری عملی و هم مقاصد علمی وجود دارد (Parresol, 1999). علاوه بر آن، رشد درخت در واقع یک فرآیند بیولوژیکی چند وجهی است که به طور همزمان تحت تأثیر عوامل محیطی زنده و غیر زنده قرار می‌گیرد (Gonzalez and Zavala, 2014)، این ویژگی یکی از اجزای مهم

www.SID.ir

Archive of SID

بخش زنده بوم‌سازگان جنگلی است که تعیین کننده مقدار زی‌توده و کربن در بالای سطح زمین است (Djomo et al., 2011). در طول یک دوره معین زمانی، رویش در اجزای مختلف درخت از جمله قطر، سطح مقطع، حجم و زی‌توده به صورت حلقه‌های سالانه پدیدار می‌شود (West, 2009).

ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی ساده‌ترین و به لحاظ اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی اکسیدکربن اتمسفری است (William, 2002). جنگل‌ها کربن را به شکل درختان زنده و مرده، لاشبرگ، خاک و غیره ذخیره می‌کنند. درختان دی اکسیدکربن که مهمترین گاز گلخانه‌ای است را جذب کرده و در برگ‌ها، شاخه‌ها، کنده، تنه و ریشه خود برای مدت زمانی نسبتاً طولانی ذخیره می‌کنند. به عبارت دیگر درختان در نتیجه فرآیند فتوسنتز از کربن ساخته می‌شوند و این دلیلی است تا جنگل‌ها را به عنوان یکی از مهمترین منابع کربن قلمداد نماییم. یک کیلوگرم کربن در اندام-های درخت حاصل جذب ۳/۶۷ کیلوگرم دی‌اکسید کربن از اتمسفر است، تقریبا ۶۸۰ بیلیون تن کربن در اتمسفر نگهداری می‌شود، جنگل‌ها معمولا حدود ۱۰۸۸ بیلیون تن کربن را در زی‌توده گیاهی و خاک‌های تحت این زی‌توده نگهداری می‌نمایند. در مجموع ۱۸۱۴ بیلیون تن در کل پوشش گیاهی و خاک‌های جهان نگهداری می‌شود (Colin, 2009).

خدمات و کارکردهای محیط‌زیستی جنگل‌ها رایگان نبوده و ارزش و بهای اقتصادی نهفته‌ای دارند که قابل ملاحظه هستند. در صورتی‌که این خدمات رایگان تلقی شوند، اکوسیستم‌های جنگلی مورد بهره‌برداری بی رویه قرار می‌گیرند که به تدریج منجر به کاهش توان اکوسیستم و در نهایت باعث تخریب شده و یا سبب تبدیل به کاربری‌های دیگر می‌شوند. بهره‌مندی از این خدمات شاید متضمن پرداخت هزینه‌های پولی خاصی نباشد. با وجود این، محرومیت از دست‌یابی به این خدمات آسان نیست (پناهی، ۱۳۸۴؛ مشایخی، ۱۳۸۶). دامنه تغییرات ارزش‌گذاری تثبیت کربن توسط جنگل در مطالعات گوناگون، بسیار متفاوت است. در برآوردی که پس از بررسی چندین گزارش از ارزش‌گذاری کربن انجام شده است، مشخص شد که این تغییرات بین ۵۰۰-۲ دلار به ازای هر تن کربن ترسیب شده، متغیر است (Pearce and Moran, 1994).

از سوی دیگر استفاده از قیمت‌های بازاری برای کارکردهای اکوسیستمی مانند ترسیب کربن دارای دشواری‌های زیادی نیز است. زیرا، این خدمات در بازار عرضه نمی‌شوند و ارزش‌گذاری آن‌ها نیاز به تمهیدات ویژه‌ای دارد. در سال‌های اخیر، در ایران تلاش‌هایی در جهت ارزش‌گذاری کارکردها و خدمات برآمده از اکوسیستم‌های جنگلی صورت گرفته که دریکی از این پژوهش‌ها، کارکرد تنظیم گازها توسط جنگل‌های شمال کشور ۷۳۰ دلار در هکتار برآورد شده است (Karimzadegan et al, 2007). در بررسی دیگر، ضمن ارائه نقشه توزیع مکانی ارزش جذب دی‌اکسیدکربن توسط درختان جنگلی در شمال کشور، ارزش متوسطی معادل ۳/۹۳ میلیون ریال در هکتار در سال برای کارکرد ترسیب کربن، به بخشی از جنگل‌های خزری منتسب شده است (مبرقعی و همکاران، ۱۳۸۸). در پژوهشی دیگر، با بهره‌گیری از روش‌های مبتنی بر هزینه، متوسط ارزش ریالی (سال/ هکتار) کارکرد جذب کربن جنگل‌های شمال را در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۷۹، ۱/۸۲ میلیون ریال برآورد کرده‌اند (یزدانی و عباسی، ۱۳۸۹).

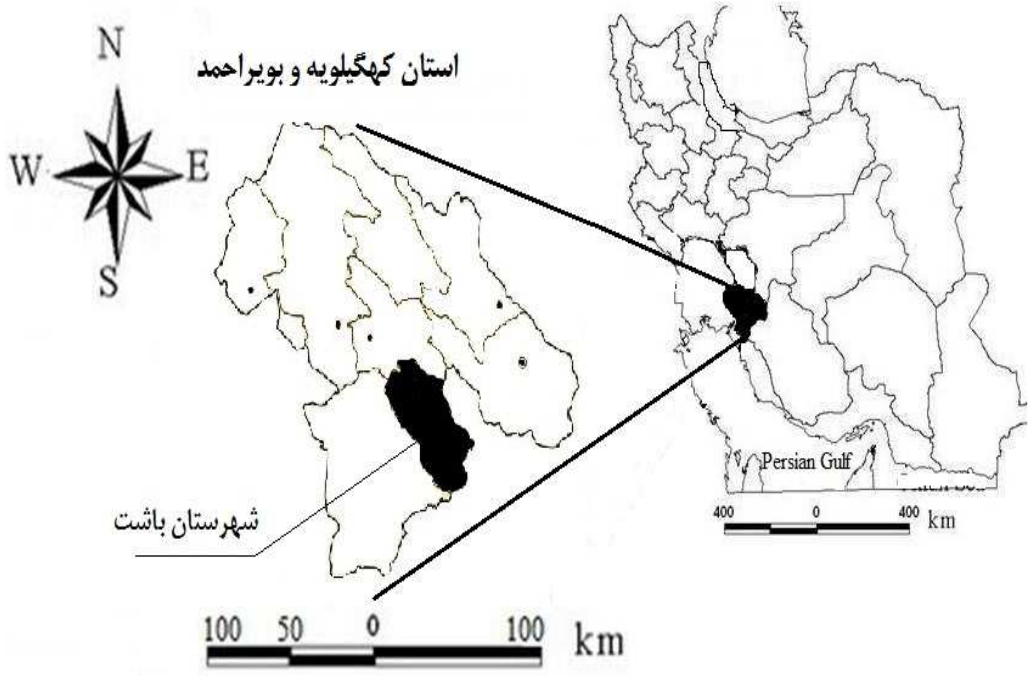
در این مطالعه، میزان ترسیب کربن گونه برودار و همچنین خاک و لاشریزه مورد نظر اندازه‌گیری خواهد شد و در نهایت با توجه به قیمت جهانی کربن یعنی ۱۲/۶ یورو به ازای هر تن (Staun, 2010)، ارزش اقتصادی این میزان کربن ترسیب یافته محاسبه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

مواد و روش ها

اطلاعات مورد نیاز این تحقیق در روستای چهارراه گشین از توابع شهرستان باشت برداشت گردید. شهرستان باشت از نظر جغرافیایی در طول ۵۱ درجه و ۹ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۰ درجه و ۲۱ دقیقه شمالی قرار گرفته و میانگین ارتفاع آن از سطح دریا برابر ۸۳۵ متر می‌باشد (ارتفاع از ۷۰۰ تا ۱۱۰۰ متر متغیر است). میزان بارش سالیانه به طور متوسط ۶۳۴ میلیمتر است که در فصل زمستان در ارتفاعات (کوه خامی) به صورت برف می‌باشد (شکل۱). برای این منطقه، دوره خشکی از فروردین شروع و در حدود اوایل ماه اکتبر (مهر) خاتمه می‌یابد. بیشترین و کمترین مقدار باران ماهانه به ترتیب در ماه آذر (دسامبر) با ۱۴۸ و تیر (جولای) با ۰/۵۵ میلی‌متر، ثبت شده است. کمترین دما ۱۰/۵ درجه در دی ماه (ژانویه) و بیشترین دما ۳۳/۹ درجه در تیرماه (جولای) بوده است.



شکل ۱– نقشه منطقه مورد مطالعه نسبت به نقشه استانی و کشوری

نقاط نمونه‌برداری با ابعاد شبکه ۱۰۰×۱۰۰ متر به صورت سیستماتیک و به نحوی طراحی و انتخاب شد که تمام طبقات قطری درختان دانه‌زاد یا تک‌پایه و تمام طبقات قطر تاجی درختان جست‌گروه یا شاخه‌زاد پوشش داده شوند. در مجموع با توجه به همپوشانی درختان در طبقات ذکر شده، تعداد ۱۸ پایه بلوط (به تعداد مساوی تک‌پایه و جست گروه) انتخاب و در عرصه قطع شدند. پس از قطع و جداسازی، قسمت‌های تفکیک شده به صورت جداگانه در محل به کمک باسکول با دقت ۰/۵ کیلوگرم برای تنه‌های قطور و برای وزن‌های کمتر با ترازوی دیجیتال با دقت (۱۰ گرم) توزین شدند. به منظور اندازه-گیری وزن خشک و موجودی کربن، نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی به شرح زیر انجام شد.

www.SID.ir

Archive of SID

نمونه‌برداری از اندام‌های هوایی

براساس تعریف پنل بین دولتی تغییرات آب و هوا (IPCC, ۲۰۰۱)، تمامی زی‌توده زنده بالای خاک شامل تنه، کنده، شاخه‌ها، برگ، و سرشاخه درختان، زی‌توده اندام‌های هوایی درخت را شامل می‌گردد. برای تقسیم‌بندی درخت به قسمت‌های مختلف، عوامل خاصی مانند محتوای رطوبتی، غلظت کربن، عملیاتی بودن، و نیازمندی‌های کاری در نظر گرفته می‌شوند (Snowdon *et al.*, 2002). در این پژوهش با توجه به ساختار رویشی بلوط، درختان نمونه به پنج بخش جداگانه شامل تنه، شاخه اصلی، شاخه فرعی، سرشاخه و برگ تقسیم شدند.

پس از قطع و تکه تکه کردن تاج درخت، تمام اندام‌های هوایی به تفکیک پنج بخش ذکر شده در بالا توزین شدند. به منظور نمونه‌گیری برای تعیین میزان کربن، سه قطعه دیسک با ضخامت پنج سانتی‌متر از پایین، میانه و بالای تنه (محلی که بالاتر از آن تنه قابل تشخیص نیست) و جست‌های اصلی درختان شاخه‌زاد تهیه شد. همچنین ۳۰ قطعه نمونه شامل تمام طبقات پنج سانتی‌متری شاخه‌های اصلی، ۳۰ قطعه نمونه شامل تمام طبقات دو سانتی‌متری شاخه‌های فرعی و ۳۰ قطعه نمونه از سرشاخه‌های هر درخت برداشت شد. و تعداد ۳۰۰ برگ‌ها از قسمت‌های مختلف درخت به منظور برآورد مقدار ترسیب کربن این بخش نیز جمع‌آوری و به همراه سایر نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد.

پس از انتقال نمونه‌ها (تنه، شاخه‌های اصلی و فرعی، سرشاخه و برگ) به آزمایشگاه ابتدا آنها را با ترازوی دیجیتال (دقت ۰/۰۱ گرم) وزن، سپس در آون با درجه حرارت ۸۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده تا کاملاً خشک شده و به وزن پایدار برسد، سپس قطعات خشک شده را وزن کرده و از روی وزن خشک و تر نمونه وزن خشک کل به‌دست آمد. برای اندازه‌گیری درصد کربن آلی نمونه‌ها نیز از روش احتراق در کوره الکتریکی استفاده شد. نمونه‌های خشک شده پس از توزین، به مدت چهار ساعت در کوره الکتریکی با دمای ۴۰۰ تا ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده و پس از خاکستر شدن کامل، دوباره توزین شدند. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی (۵۴ درصد) میزان کربن آلی در اندام‌های مختلف درختان محاسبه و در نهایت ضریب تبدیل وزن خشک به کربن آلی این اندام‌ها محاسبه شد (MacDicken, 1977).

نمونه برداری و آنالیز خاک

خاک‌ها شامل دو نوع کربن آلی و معدنی هستند. تمامی خاک‌های کشاورزی دارای کربن آلی بوده، در حالی‌که کربن غیرآلی در همه خاک‌ها وجود ندارد. در بیشتر موارد کربن آلی به عنوان مهمترین و اصلی‌ترین منبع کربن خاک درنظر گرفته می‌شود (MacDicken, 1977). عمق نمونه‌برداری خاک به منظور بررسی ذخیره کربن به نوع پروژه، شرایط رویشگاه و گونه بستگی دارد. در بیشتر موارد، تراکم کربن آلی خاک در لایه‌های فوقانی خاک بیشتر بوده و با افزایش عمق خاک به صورت تصاعدی کاهش می‌یابد. بیشترین مقدار کربن آلی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری تجمع دارد (IPCC, 2007). در منطقه مورد بررسی، تعداد ۳۰ نمونه خاک در شش سایت مختلف به صورت منظم برداشت شد. نمونه‌های خاک از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری به کمک اوگر تهیه شدند. جهت تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن اندام‌های گیاه به کربن آلی از روش احتراق (بردبار و همکاران، ۱۳۸۳. عابدی و همکاران، ۱۳۸۴) استفاده می‌شود. نمونه‌های خاک آورده شده به آزمایشگاه در هوای آزاد خشک شده و از الک ۲ میلی‌متری (مش ۲۰) عبور داده می‌شود (جعفری حقیقی، ۱۳۸۲)، بافت خاک (درصد اجزای تشکیل دهنده خاک) با استفاده از روش هیدرومتری، اسیدیته خاک با کمک دستگاه pH متر، وزن مخصوص ظاهری به روش کلوخه بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب، هدایت الکتریکی با استفاده از دستگاه سنجش

www.SID.ir

Archive of SID

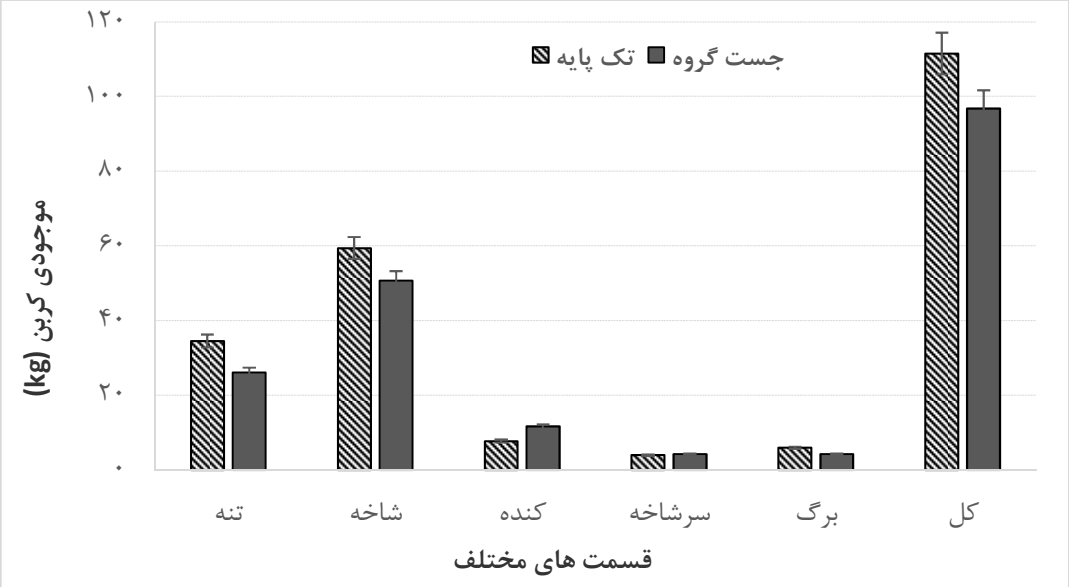
هدایت الکتریکی، کربن آلی به روش دالکی بلاک و درصد رطوبت خاک نیز به روش خشک کردن مقدار معینی از خاک تر در آون یا خشک کن در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد در آزمایشگاه اندازه‌گیری می‌شود (غازان شاهی، ۱۳۷۶؛ جعفری حقیقی ۱۳۸۲). مقدار ترسیب کربن بر حسب گیلوگرم بر متر مربع بر اساس؛

رابطه (۱) $OC= 10000* \%OC* BD*E$

محاسبه می‌شود، در این معادله OC مقدار ترسیب کربن آلی بر حسب کیلوگرم بر متر مربع، OC٪ درصد کربن آلی، BD وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و E عمق نمونه برداری خاک بر حسب سانتی‌متر می‌باشد.

نتایج و بحث

برای تمامی درختان انتخاب شده در دو فرم رویشی تک‌پایه و جست‌گروه، مقدار زی‌توده و موجودی کربن در طبقات قطری مختلف مشخص شد. همچنین درصد کربن و تخصیص زی‌توده در قسمت‌های مختلف درختان تعیین شد. طبق نتایج بدست آمده میانگین موجودی کربن اندام‌هوایی در درختان تک‌پایه ۱۱۱/۴۸ و برای درختان جست‌گروه ۹۶/۸۰ کیلوگرم در هر درخت برآورد شد. شاخه‌ها بیشترین و سرشاخه و برگ کمترین میزان ترسیب کربن را به خود اختصاص دادند (شکل ۲).



شکل ۲- موجودی کربن در قسمت‌های مختلف درخت و در فرم‌های رویشی متفاوت

برای موجودی کربن خاک نیز شش سایت متفاوت در نقاط مختلف طراحی و از هر سایت ۵ نمونه خاک برداشت گردید. خصوصیات کمی خاک‌های برداشت شده و موجودی کربن در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده است. ضعف و کمبود عناصر اصلی در خاک منطقه مشهود است. میانگین موجودی کربن در خاک منطقه مورد مطالعه ۵۹ تن در هکتار است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- خصوصیات خاک رویشگاه باشت (واحد عناصر میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد)

منطقه	بافت	P	K	٪T.N.V	٪N	Fe
سایت ۱	کلی لومی	۶/۷۰	۲۱۲	۳۱	۰/۱۶۵	۴/۸۵
سایت ۲	لومی	۷/۶۰	۲۲۵	۲۸	۰/۲۴۳	۵/۱۵
سایت ۳	کلی لومی	۵/۳۰	۲۳۶	۲۹	۱/۰۲۵	۳/۶۵
سایت ۴	لومی	۵/۷۰	۱۹۹	۳۲/۵	۰/۱۴۷	۴/۱۱
سایت ۵	لومی	۴/۹۰	۱۶۲	۳۰/۵	۰/۱۱۱	۳/۳۳
سایت ۶	کلی لومی	۶/۲۰	۱۵۵	۳۵	۰/۰۸۵	۲/۶۳
میانگین		۶/۰۶±۰/۹۰	۱۹۸/۲±۳۰/۳	۳۱/۰±۲/۲۹	۰/۲۹۶±۰/۳۳	۳/۹۵±۰/۸۷

جدول ۲- سایر خصوصیات خاک منطقه مورد مطالعه

منطقه	pH	EC	٪OC	موجودی کربن (تن در هکتار)
سایت اول	۷/۹۳	۰/۸۵۲	۱/۳۹۶	۵۵/۲۶[c]
سایت دوم	۷/۷۸	۱/۱۳۱	۲/۷۱۳	۱۰۴/۴۶[a]
سایت سوم	۷/۸۵	۰/۶۶۵	۰/۷۳۸	۲۸/۸۰[d]
سایت چهارم	۷/۹۲	۰/۷۵۱	۱/۸۷۵	۷۶/۰۶[b]
سایت پنجم	۷/۸۴	۰/۶۹۵	۱/۴۰۳	۵۵/۹۹[c]
سایت ششم	۷/۹۰	۰/۸۱۹	۰/۹۴۶	۳۸/۵۶[d]
میانگین	۷/۸۷±۰/۰۵	۰/۸۱۸±۰/۱۵	۱/۵۴۵±۰/۷۱	۵۹/۸۶±۲۴/۸۵

a: حروف متفات نشان دهنده اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

در رویشگاه مورد بررسی با توجه به آماربرداری صورت گرفته و کسب میانگین موجودی درخت برای هر فرم رویشی (شکل ۲)، مقدار زی‌توده و موجودی کربن کل در فرم‌های رویشی مختلف درختان برودار مشخص شد و سپس با در نظر گرفتن ضریب ۳/۶۷، میزان دی‌اکسید کربنی که توسط هر درخت، خاک و در کل، از اتمسفر حذف می‌شود، محاسبه شد. با توجه به قیمت جهانی کربن یعنی ۱۲/۶ یورو به ازای هر تن، ارزش این میزان کربن ترسیب یافته نیز بدست آمد (جدول ۳).

جدول ۳- مقدار جذب کربن در فرم‌های رویشی متفاوت، خاک و ارزش اقتصادی کربن ترسیب شده در هکتار

فرم رویشی	تعداد در هکتار	موجودی کربن (تن در هکتار)	مقدار جذب Co_2 (تن)	ارزش (ریال)
تک‌پایه	۶۰/۳۳	۶/۷۲۵	۲۴/۶۸	۳۳۸۹۴۰۰
جست‌گروه	۵۲/۲۲	۵/۰۵۴	۱۸/۵۵	۲۵۴۷۲۱۶
خاک		۵۹/۸۶	۲۱۹/۶۷	۳۰۱۶۹۴۴۰
لاش‌ریزه		۰/۴۶۲	۱/۶۹۵	۲۳۲۸۴۸
مجموع	۱۱۲/۵۵	۷۱/۶۴	۲۶۴/۵۹	۳۶۳۳۸۹۰۴

www.SID.ir

Archive of SID

ارزش ریالی کربن ترسیب شده روی‌زمین (بدون ریشه) در این رویشگاه معادل ۵۹۳۶۶۱۶ ریال (تقریبا ۶۰۰ هزار تومان) در هکتار می‌باشد. با اضافه شدن مقدار ترسیب کربن خاک و لاش‌ریزه به مقدار کربن موجود در درختان برودار، ارزش ریالی کربن ترسیب یافته معادل ۳۶۳۳۸۹۰۴ ریال (سه میلیون و ششصد هزار تومان) در هکتار می‌باشد. مقدار دی-اکسیدکربنی که توسط اندام هوایی گونه برودار و خاک در عرصه منطقه مورد مطالعه از اتمسفر جذب می‌شود، حدود ۲۶۴ تن در هکتار می‌باشد.

پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مثل فیلتر، هزینه های سنگینی در بر دارد، بنابراین به منظور کاهش دی اکسید کربن اتمسفر و ایجاد تعادل در محتوای گازهای گلخانه ای، کربن اتمسفر باید جذب و در شکل‌های متعدد ترسیب شود (نقی‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). ترسیب کربن در زی‌توده گیاهی و خاک هایی که تحت این زی‌توده هستند، ساده‌ترین و از نظر اقتصادی علمی‌ترین راهکار ممکن به منظور کاهش دی اکسید کربن اتمسفری است (Nelson, 1999). پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مانند فیلتر، هزینه‌های سنگینی را دربردارد، به‌طوریکه در آمریکا این هزینه را حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن برآورد کرده‌اند (Finer, 1996). بنابراین اگر قرار بود این مقدار کربن به روش مصنوعی پالایش شود، هزینه‌ای معادل ۵۰۱۴۸۰۰۰۰ ریال (۵۰ میلیون تومان) برای هر هکتار در پی داشت (با درنظر گرفتن میانگین ۲۰۰ دلار برای هر تن کربن و ۳۵۰۰۰ ریال برای هر دلار). و در یک عرصه ۱۰۰ هکتاری این هزینه ۱۰۰ برابر می‌شود. از این‌رو صرف‌نظر از سایر جنبه‌های اقتصادی، زیست محیطی و اکولوژیک این گونه ارزشمند در غرب کشور، خسارت ناشی از قطع هر پایه درخت بلوط ایرانی و فرسایش خاک از جنبه ترسیب کربن قابل ملاحظه است.

منابع

بردبار س.ک. و مرتضوی جهرمی، س.م.، (۱۳۸۵)، بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در مناطق غربی استان فارس، پژوهش و سازندگی، ۷۰: ۱۰۳- ۹۵.

پناهی، م.، (۱۳۸۴)، ارزش‌گذاری اقتصادی جنگل‌های خزری. رساله دکتری، دانشکده منابع‌طبیعی دانشگاه تهران، ۲۹۴ ص.

جعفری حقیقی، م.، (۱۳۸۲)، روش‌های تجزیه خاک؛ نمونه‌برداری و تجزیه‌های مهم فیزیکی و شیمیایی با تأکید بر اصول تئوری و کاربردی، انتشارات ندای ضحی، ۱۸۷ ص.

عابدی، ز.، محرم‌نژاد، ن.، ریاضی، ب. و بیات، م.، (۱۳۹۰)، برآورد خسارت تخریب پوشش گیاهی واقع درمحدوده دریاچه سد سازبن، علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۴ (۴): ۸۰- ۶۷.

غازان شاهی، ج.، (۱۳۷۶)، آنالیز خاک و گیاه. انتشارات هما، ۳۱۱ ص.

مبرقعی، ن.، شرزه‌ای، غ.، مخدوم، م.، یاوری، ا. و جعفری، ح.، (۱۳۸۸)، ارایه الگوی ارزش‌گذاری مکانی کارکرد جذب گاز دی‌اکسیدکربن در جنگل‌های خزری ایران. محیط‌شناسی. ۵۱: ۵۷-۶۸.

مشایخی، ز.، ۱۳۸۶. ارزش‌گذاری اقتصادی اکوسیستم های جنگلی زاگرس در کاهش رواناب سریع به عنوان یک خدمت محیط زیستی (مطالعه موردی: جنگل های بازفت استان چهار محال و بختیاری). پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۳۶ ص.

نقی پور برج، ع. ا.، حیدریان آقاجانی، م.، دیانتی تیکلی، ق. ع. و توکلی، ج.، (۱۳۸۷)، نقش مراتع در جذب گازهای گلخانه ای، مقالات دومین کنفرانس ملی روز جهانی محیط زیست، ۲۱۹-۲۱۸.

www.SID.ir

Archive of SID

یزدانی، س. و عباسی، ا.، (۱۳۸۹)، برآورد ارزش اقتصادی منافع زیست‌محیطی جنگل‌ها (مطالعه موردی: بخش نمخانه جنگل خیرود در شهرستان نوشهر). تحقیقات اقتصاد کشاورزی۳: ۳۳-۵۴.

Cacho, O.J., Marshall, G.R. and Milne, M. (2003), Smallholders Agroforestry Pro-jects; Potential for carbon sequestration and poverty alleviation. ESA Working pa-per. 03-06.

Colin, A., (2009), Carbon sinks and climate change, Cheltenham, UK. Northampton, MA, USA.

Djomo, A.N., Knohl, A. and Gravenhorst, G., (2011), Estimations of Total Ecosystem Carbon Pools Distribution and Carbon Biomass Current Annual Increment of a Moist Tropical Forest. Forest Ecology and Management, 261(8): 1448-1459.

Finer, L., (1996), Variation in the amount and quality of litterfal in a pinus sylvestris L. stand growing on a bog. Forest Ecology and Management 80. 1–11.

González, M.J. and Zavala, M.A., (2014), Competition and Tree Age Modulated Last Century *Pine* Growth Responses to High Frequency of Dry Years in a Water Limited Forest Ecosystem. Agricultural and Forest Meteorology, 192(1): 18-26.

IPCC., (2001), Climate Change. 2001. The Scientific Basis. IPCC third assessment report, Working group I,Technical Summary, Cambridge University Press, Cambridge, UK. 881 pp.

IPCC., (2007), Climate Change. The scientific basis. IPCC fourth assessment report.

Karimzadegan, H., Rahmatian, M., DehghaniSalmasi, M., Jalali, R. and Shahkarami, A., (2007), Valuating forests and rangelands- ecosystem services.International Journal of Environmental Researches. 1(14): 368-377.

MacDicken, K.G., (1997), A Guide to Monitoring Carbon Storage in Forestry and Agro forestry Projects. Winrock International Institute for Agricultural Development, Forest Carbon Monitoring Program. pp 91.

Nelson, B.W., Mesquita, R., Periera, J.L.G., Aquino de Souza, S.G., Batista, G.T. and Couto, L.B., (1999), Allometric regressions for improved estimate of secondary forest biomass in the central Amazon, Forest Ecology and Management. 117, 149–167.

Parresol, B.R., (1999), Assessing Tree and Stand Biomass: A Review with Examples and Critica1 Comparisons,*Science*, 45(4): 573-593.

Pearce, D.W. and Moran, E., (1994), The economic value of biodiversity. Earthscan publication, London.

Snowdon, P., Raison, J. and Eamus, D., (2002), Protocol for sampling tree and stand biomass. Australian Greenhouse Office Publication, 67 p.

Staun, F., (2010), Examples of financial benefits of the CDM. UNEP Risoe Centre, Carbon finance.

West, P.W., (2009), Tree and Forest Measurement. 2nd Edition. Springer, 190 p.

William, E., (2002), Carbon Dioxide fluxes in a semi arid environment with high carbonate soils, Agricultural and Forest Meteorology, 116: 91-102.

www.SID.ir