پژوهش‌های محیط‌زیست، سال ۸، شماره ۱۵، بهار و تابستان ۱۳۹۶، از صفحه ۱۹۳ تا ۲۰۲

برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو مطالعه موردی: تثبیت گاز دی‌اکسید کربن و عرضه اکسیژن

حمید امیرنژاد*[۱]؛ کمال عطائی سلوط[۲]

۱ دانشیار اقتصاد منابع‌طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری
۲ دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه زابل و مدرس دانشگاه

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۸/۱۱؛ تاریخ تصویب: ۱۳۹۶/۰۴/۲۶)

چکیده

ترسیب کربن در خاک و زی‌توده گیاهی به عنوان ساده‌ترین گزینه و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی‌اکسیدکربن اتمسفری مطرح شده است به طوری که حتی اصلاح اراضی مخروبه مرتعی از اهمیت زیادی در ترسیب کربن برخوردار است. در این مطالعه ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز شامل کارکرد تثبیت دی‌اکسید کربن و عرضه اکسیژن توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو برآورد شده است. برای تعیین کمی دی‌اکسید کربن جذب شده از روش عامل بسط بیوماس و در نهایت رابطه فتوسنتز و تعیین ارزش آن از روش هزینه جایگزین استفاده شده است. بر اساس نتایج مطالعه، میزان گاز CO_2 جذب شده توسط پوشش گیاهی و خاک در هر هکتار از پارک ملی بمو به ترتیب ۱۰/۹ و ۱۴۰ تن و در کل مساحت پارک به ترتیب برابر ۴۶۴۳۶۰ و ۵۲۸۴۱۸۵ تن بوده است. با لحاظ هزینه ۷۵/۳۴ دلاری هر تن تثبیت گاز CO_2 در پروژه CCS به عنوان روش جانشین کارکرد تنظیم گاز، ارزش اقتصادی این کارکرد، ۳۷۳ میلیون ریال در هر هکتار و نیز ۱۴۱۷۶/۲۶۶ میلیارد ریال در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری از پارک در سال ۱۳۹۱ برآورد شده است. پیشنهاد می‌شود تا با برقراری مکانیسم‌های نظارت محلی در جوامع محلی حاشیه پارک ملی بمو و افزایش مسئولیت‌پذیری مسئولین محلی پارک ملی بمو برای برنامه‌ریزی منطقه و کاربرد مواردی که برای حفاظت بیشتر طبیعت مناسب‌تر است؛ در جهت حفظ و گسترش کارکردهای اکوسیستمی فعلی پارک و نیز ارزش اقتصادی آن تلاش شود.

کلید واژه‌ها: ارزش اقتصادی، پارک ملی بمو، کارکرد تنظیمی، عامل بسط بیوماس، روش هزینه جایگزین

* نویسنده مسئول: Email: Hamidamirnejad@gmail.com

Archive of SID
www.SID.ir

سرآغاز

در سال‌های اخیر، افزایش تهدیدات گرمایش جهانی و تغییرات آب و هوایی، موجب شده است که این موضوع بیش از پیش مورد توجه و بحث مجامع محیط‌زیستی بین‌المللی قرار گیرد. افزایش میانگین دمای هوا و اقیانوس‌ها، گسترش ذوب شدن برف‌ها و یخ‌ها و به دنبال آن افزایش جهانی سطح آب دریا، تنها یکی از شواهد آشکار گرمایش جهانی است (Saboori et al., 2012). به طورکلی، تغییرات آب و هوایی یکی از تهدیدهای جدی است که بشر با آن روبرو است و طبق (پیمان کیوتو ۱۹۹۷) می‌باید انتشار گازهای گلخانه‌ای(GHG's) [1] شامل دی‌اکسیدکربن، متان، نیتروپن مونوکسید، هگزافلورید سولفور، هیدرو فلوروکربنو پرفلوروکربن از سوی کشورهای صنعتی در هر زمینه‌ای از فعالیت‌ها کاهش یابد (Karki et al., 2013).

اکوسیستم‌های طبیعی نقش مهمی را در تنظیم و حفظ فرآیندهای اکولوژیکی و سامانه‌های حفظ حیات و پیشگیری از تهدیدهای بین‌المللی محیط‌زیستی مانند گرمایش جهانی ایفا می‌کند. حفظ زیست‌کره به عنوان تنها سیستم حافظ حیات انسان به یک تعادل حساس بین بسیاری از فرآیندهای اکولوژیکی مانند تبدیل انرژی، به طور اساسی از تابش خورشیدی به زیست‌توده (محصول اولیه)، ذخیره‌سازی و تبدیل انرژی و مواد معدنی در زنجیره غذایی (محصول ثانویه) و چرخه زیستی مواد شیمیایی (چرخه نیتروژن و سایر مواد غذایی در زیست‌کره) بستگی دارد. تمام این فرآیندها به نوبه خود به وسیله تاثیر متقابل عوامل غیرحیاتی (مثل اقلیم) با ارگانیسم‌های زنده در میان سازوکارهای کنترل و تکامل تنظیم می‌شوند (امیرنژاد و عطائی سلوط، ۱۳۹۰). در این میان، ترسیب کربن در خاک و زی‌توده گیاهی به عنوان ساده‌ترین گزینه و از نظر اقتصادی عملی‌ترین راهکار ممکن برای کاهش دی‌اکسیدکربن (CO_2) اتمسفر مطرح شده است به طوری که حتی اصلاح اراضی مخروبه مرتعی از اهمیت زیادی در ترسیب کربن برخوردار است (شیدایی و همکاران، ۱۳۹۲؛ Derner & Schuman, 2007؛ Olsson & Ardoe, 2006).

پارک ملی بمو واقع در استان فارس، دارای بسیاری از کارکردهای اکوسیستمی از جمله کارکردهای تنظیمی است. کارکردهای تنظیمی مربوط به توانایی اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی برای تنظیم فرآیندهای ضروری اکولوژیکی و سامانه‌های حمایت از حیات از طریق چرخه‌های بیوژئوشیمیایی و فرآیندهای زیست‌کره‌ای (بیوسفر) می‌باشند. کارکردهای تنظیمی، بسیاری از خدماتی را که منافع مستقیم و غیرمستقیمی برای انسان‌ها دارند، فراهم می‌کنند. به بیان دیگر، خدمات تنظیم‌کنندگی، از ظرفیت اکوسیستم‌ها در تنظیم آب و هوا، چرخه‌های هیدرولوژیکی و بیوشیمیایی، فرآیندهای سطح زمین و فرآیندهای گوناگون زیست‌شناختی ناشی می‌شوند (اداره کل محیط‌زیست استان فارس، ۱۳۸۱).

ارزشگذاری تمامی فرآوردهای منابع محیط‌زیستی به تنهایی راهی برای حل کلیه مشکلات آن‌ها نیست و ارزش پولی تعیین شده، حتی اگر بالا هم باشد، نمی‌تواند پایداری و حفاظت اکوسیستم را تضمین نماید. به طور ساده باید گفت که آن ارزشگذاری می‌تواند به صورت ابزاری مفید در تصمیم‌گیری‌های مدیریتی وارد شود. تصمیم‌گیران بیشتر به اعداد و ارقام بسیار دقیقی از ارزش منابع نیاز ندارند و ارزش‌های تقریبی از آن‌ها کفایت می‌کند (Kangan, 2013).

در سال‌های اخیر محققین از روش‌های مختلف ارزشگذاری غیر بازاری برای آشکار کردن ارزش کارکردهای اکوسیستم‌های مرتعی استفاده کرده‌اند. (مبرقعی و همکاران، ۱۳۸۸) در تحقیق خود با عنوان ارایه الگوی ارزشگذاری مکانی کارکرد جذب گاز دی‌اکسیدکربن در جنگل‌های خزری ایران، به اندازه‌گیری و ارزشگذاری کارکرد ترسیب کربن در این اکوسیستم جنگلی پرداختند. نتایج این تحقیق نشان داد که عرصه ۲۰۵۸۲ هکتاری از منطقه مورد مطالعه، سالانه از ارزشی بالغ بر ۸۰ میلیارد ریال در رابطه با جذب گاز دی‌اکسیدکربن برخوردار است. (ورامش و همکاران، ۱۳۹۰)، به برآورد نیروی جنگل شهری در ترسیب کربن اتمسفری توسط دو گونه گیاهی اقاقیا و زبان‌گنجشک در پارک جنگلی چیتگر تهران پرداختند. نتایج نشان داد که هر یک از توده‌های اقاقیا و زبان‌گنجشک به ترتیب سالانه ۹/۶۳ و ۳/۵ تن در هر هکتار کربن ترسیب کرده و منجر به افزایش نیروی ترسیب کربن در حدود ۴۸۲/۵ و ۱۴۰ تن در هکتار شده‌اند. همچنین، وی با لحاظ۲۰۰ دلار به عنوان هزینه ترسیب هر تن کربن، ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن را برای این دو گونه، به ترتیب ۲۰ و ۲/۵ میلیون دلار در سال برآورد نمودند. (شیدایی و همکاران، ۱۳۹۲) در مطالعه خود به مقایسه هزینه ترسیب کربن خاک در عملیات احیای مرتع توسط کاشت

Archive of SID

www.SID.ir

گونه‌های *آگروپایرون الونگاتم*[۲] و *آتریپلکس لنتیفورمیس*[۳] در منطقه چپر قویمه شهرستان گنبد پرداختند. نتایج یافته‌های آن‌ها حاکی از آن است که احیای مراتع مورد مطالعه تحت کاشت گونه‌های *آگروپایرون* و *آتریپلکس* در هر هکتار از خاک عرصه به ترتیب در حدود ۲۱/۹۷۴ و ۱۲/۸۷۲ تن کربن ذخیره کرده است. همچنین، از نظر اقتصادی نیز هزینه ترسیب سالانه هر تن کربن در خاک را از طریق احیای مراتع در سایت *آتریپلکس* ۱۷/۰۵۶ میلیون ریال و برای *آگروپایرون* ۲۰/۱۱۵ میلیون ریال برآورد کردند.

استافبرگ و همکاران (Stoffberg et al., 2010)، با استفاده از معادلات آلو متریک[۴] و روابط رگرسیونی، بیوماس توده جنگل‌کاری شده را در سطح شهر Tshwane در جنوب آفریقا برآورد کردند و نتایج به دست آمده را طی ۳۰ سال تعمیم دادند. بنابر نتایج، کربن ترسیب‌شده در سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۳۲ برابر ۵۴/۶۳۰ تن، معادل با جذب ۲۰۰/۴۹۲ تن دی‌اکسیدکربن است. ارزش جذب کربن توسط این درختان بومی معادل ۳ میلیون دلار آمریکا است. درختان بومی کاشته شده در سطح شهر شامل *Combretum erythrophyllum*, *S. Lancea* و *S.Pendulina* است. پاژوت (Pajot, 2011)، در بررسی هزینه‌های اجتماعی کربن در جنگل‌های فرانسه به این نتیجه دست یافت که هزینه‌های نهایی اجتماعی ترسیب کربن بیشتر از هزینه‌های انفرادی (خصوصی) کربن است. وقتی که ذخایر کربن کاهش می‌یابد، هزینه‌های نهایی بیشتر است و این مقدار بین ۱۷۰/۱ تا ۷۱۹/۸ یورو بر تن کربن است ولی با عدم کاهش ذخایر کربن این رقم به ۳۸/۸ تا ۷۸/۴ یورو رسیده است. لیو و لی (Liu and Li, 2011)، در بررسی پتانسیل ترسیب کربن در جنگل شهری شهر شنیانگ چین با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و روابط بیوماس، به دست آوردند که این جنگل‌ها با نرخ ترسیب کربن ۲۹۰۰۰ تن در سال (با ارزش ۱/۱۹ میلیون دلار) ۳۳۷۰۰۰ تن کربن را ترسیب کرده‌اند که ارزش اقتصادی آن ۱۳/۸۸ میلیون دلار است. همچنین، نتایج نشان داد که این جنگل‌ها می‌تواند ۰/۲۶ درصد از کربن منتشر شده در شهر شنیانگ را جذب کند.

با توجه به این که پارک‌های ملی، دارای کارکردهای اکولوژیکی بسیاری هستند که به طور مستقیم و غیرمستقیم در حیات انسان‌ها تاثیرگذارند، در این مطالعه به تعیین ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز که شامل کارکرد تثبیت گاز دی‌اکسیدکربن (CO_2) و عرضه گاز اکسیژن (O_2) توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو در سال ۱۳۹۱ بوده پرداخته شده و تلاش می‌شود تا در گام نخست منافع کارکردهای نامبرده، به صورت کمی بررسی شود و در گام دوم ارزش کارکردهای نامبرده با استفاده از واحدهای پولی تعیین شود.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش، پارک ملی بمو واقع در شمال شهرستان شیراز است. وسعت فعلی این پارک، در اثر تعرضات صورت گرفته از ۱۰۰ هزار هکتار در سال ۱۳۴۱ به ۳۸ هزار هکتار در حال حاضر تقلیل یافته است. مجموعه عناصر غالب گیاهی متشکله تیپ‌های گیاهی پارک ملی بمو از ۳۰ گونه تجاوز نمی‌کند که در عین حال غلبه واقعی با گیاهانی چون گون‌ها، جوخار، بومادران شیرازی، گاو چاق‌کن و گل بی مرگ گنوئی و درمنه کوهی است که در اشکوب فوقانی نیز گاهی با درختان و درختچه‌هایی چون بادام و بنه همراه است (اداره کل محیط زیست استان فارس، ۱۳۹۰).

روش پژوهش

در هر مطالعه‌ای که به تعیین نقش پوشش‌های گیاهی در تنظیم گازهای گلخانه‌ای داشته‌اند، یک تخمین کارا از میزان ترسیب کربن لازم و ضروری است. تخمین ذخیره کربن، اندازه‌گیری بیوماس[۵] گیاه است که چند روش برای این کار وجود دارد. دقیق‌ترین راه برای اندازه‌گیری بیوماس اندام‌های هوایی و تخمین میزان ذخیره کربن برای یک توده جنگلی و مرتعی، برداشت و قطع گیاه است (Saglant et al., 2008). متاسفانه، قطع و اندازه‌گیری به تعداد کافی از گیاهان، که نشان‌دهنده اندازه و پراکنش گونه‌ها در یک اکوسیستم باشد بسیار پیچیده، وقت‌گیر، مخرب و خسته‌کننده بوده و به نیروی انسانی فراوانی نیاز دارد. بنابراین، روش‌های غیرمخرب برای تعیین بیوماس گونه‌های گیاهی توسعه یافتند (IPCC, 2005). برخی از محققین بر این باورند که فاکتور بسط بیوماس[۶] می‌تواند به عنوان یک فاکتور، بهترین توصیف را برای توسعه میزان اندوخته بیوماس گیاه ارایه دهد (Pajdik et al., 2008). در این روش

Archive of SID

www.SID.ir

بیوماس خشک کل گیاه شامل اندام‌های مختلف تنه، شاخه، برگ، پوست تنه، چوب مرده و ... بر اساس حجم تنه گیاه (حجم ساقه) از رابطه یک محاسبه می‌شود که Bi عامل بسط بیوماس، Wi وزن خشک اندام‌های مختلف، V حجم ساقه گیاه است:

$$B_i = W_i/V \quad (۱)$$

در این تحقیق برای محاسبه عامل بسط بیوماس در کلیه گونه‌های مورد بررسی، ابتدا قطر یقه گیاه (قطر در محل برش) و ارتفاع آن‌ها قبل از قطع اندازه‌گیری می‌شود. سپس گیاه را قطع نموده و حجم تنه آن‌ها را پیش از خشک نمودن از رابطه (۲) محاسبه می‌کنند:

$$V= L(A_b+4A_m+A_s)/6 \quad (۲)$$

که L طول تنه، Ab ، Am و As سطح مقطع در قسمت قطور، کم قطر و میانی تنه است. پس از آن گیاه به قطعات مختلف شامل تنه، شاخه‌های اصلی، سرشاخه‌ها، برگ و غیره تقسیم شده و پس از خشک نمودن آن‌ها، بیوماس خشک کل گیاه محاسبه می‌شود. سپس، با استفاده از رابطه (۱)، فاکتور بسط بیوماس محاسبه می‌شود. جهت محاسبه وزن زیست‌توده تولید شده هر کدام از گونه‌ها در مناطق مورد مطالعه با در دست داشتن آمار پوشش گیاهی و میزان وزن هر کدام از گونه‌های مختلف و همچنین با استفاده از تراکم در هکتار (با استفاده از روش خط‌کش T) استفاده شد.

تعیین ضریب تبدیل و میزان کربن آلی (ترسیب کربن)

برای اندازه‌گیری ترسیب کربن در گونه‌های گیاهی باید ضریب تبدیل ترسیب کربن زی‌توده هوایی و زیرزمینی گیاهی به کربن آلی را به دست آورد که برای این منظور از روش احتراق استفاده شده است (Birdsey, 1992). بر این اساس ۱۰ نمونه ۱۰ گرمی از اندام‌های هوایی و زیرزمینی هر گونه تهیه شده و در محیط آزمایشگاه در آون و در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت نگهداری شده است تا وزن خشک آن‌ها اندازه‌گیری شود. سپس، جهت تعیین ضریب تبدیل ترسیب کربن آلی اندام‌های هوایی و زیرزمینی در کوره قرار داده شده و به مدت ۴-۳ ساعت در دمای ۶۰۰-۵۰۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. نمونه‌های سوخته شده پس از خنک شدن در دستگاه دسی‌کاتور، توزین شده و مجدداً در کوره قرار داده شد و مجدداً پس از مدتی وزن شد تا از تثبیت وزن آن اطمینان حاصل شود. با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطه (۳)، میزان کربن آلی در هر کدام از نمونه‌ها قابل محاسبه خواهد بود:

$$OC = 0.5\ OM \quad (۳)$$

(OC: کربن آلی و OM: مواد آلی)

رابطه (۳) گویای آن است که نیمی از خاکستر گیاهان را کربن آلی و نیم دیگر را سایر عناصر تشکیل می‌دهند (روستا، ۱۳۹۰).

روش تعیین میزان جذب دی‌اکسید کربن

به منظور برآورد ارزش اقتصادی کارکرد اکوسیستم‌های خشکی در تثبیت کربن و عرضه O_2 معمولاً از سه روش عمل فتوسنتز و تنفس، آزمایش و پیمایش و الگوهای ریاضی استفاده می‌شود که در این تحقیق از فرمول فتوسنتز استفاده شده است. گیاهان در جریان عمل فتوسنتز، انرژی را از منبع خورشیدی دریافت نموده و ترکیبات غیرآلی مانند آب و گاز CO_2 را به ترکیبات آلی تبدیل می‌کنند. با برآورد میزان خالص و استفاده از عمل فتوسنتز در رابطه (۴) میزان CO_2 تثبیت شده و O_2 عرضه شده را محاسبه نمود (یگانه، ۱۳۹۲؛ امیرنژاد و عطائی سلوط، ۱۳۹۰؛ عاقلی کهنه‌شهری، ۱۳۸۲؛ روستا، ۱۳۹۰):

$$6Co_2\ (264g) + 6H_2o\ (108g) \rightarrow C_6H_{12}O_6\ (180g) + 6O_2\ (193g) \rightarrow Amylase\ (162g) \quad (۴)$$

با توجه به رابطه (۴) و اندازه‌گیری میزان رویش سالانه بیوماس گیاهی در سطح تیپ‌های مرتعی و تعیین وزن خشک آن، میزان CO_2 جذب شده و O_2 آزادشده تعیین می‌شود. در یک اکوسیستم طبیعی ۲۶۴ گرم CO_2 برای تولید ۱۶۲ گرم ماده خشک جذب می‌شود و در نهایت هر تن کربن در هکتار معادل ۳/۶۷ تن دی‌اکسید کربن است. همچنین، بر اساس رابطه (۴) اکوسیستم با تولید ۱۶۲ گرم ماده خشک، می‌تواند معادل ۱۹۳ گرم O_2 آزاد کند؛ به عبارت دیگر، هنگام تشکیل یک تن ماده خشک، ۱/۲ تن O_2 آزاد می‌شود. بنابراین، با تعیین ماده خشک گیاه میزان O_2 تولید شده توسط گیاه به دست می‌آید. با توجه به رابطه فوق و اندازه‌گیری میزان رویش سالانه بیوماس گیاهی در سطح تیپ‌های مرتعی و تعیین وزن خشک آن، می‌توان اکسیژن آزاد شده را محاسبه نمود (یگانه، ۱۳۹۲).

Archive of SID

www.SID.ir

ارزشگذاری کارکرد تنظیم گاز

در این تحقیق، به منظور ارزشگذاری کارکرد تنظیم گاز توسط اکوسیستم پارک ملی بمو، از روش هزینه جانشین[۷] که مبتنی بر هزینه است استفاده شده است. در روش هزینه جانشین از هزینه فراهم‌سازی جانشین‌ها برای یک اکوسیستم یا خدمات آن به عنوان یک برآورد برای ارزش کارکرد و خدمات یک اکوسیستم استفاده می‌شود برای مثال، ارزش خدمات جذب CO_2 توسط یک اکوسیستم مرتعی ممکن است به وسیله هزینه‌های مربوط به ارایه این خدمت توسط احداث مراکز صنعتی جذب CO_2 در اطراف کارخانه‌های آلاینده، جایگزین شود. بنابراین می‌توان از طریق ضرب کردن هزینه‌ی تثبیت صنعتی هر تن دی‌اکسید کربن در مقدار کربن تثبیت‌شده در هر هکتار یا کل پارک، ارزش اقتصادی کارکرد تثبیت CO_2 توسط پوشش‌های گیاهی و خاکی پارک ملی بمو را برآورد کرد (امیرنژاد و عطائی سلوط، ۱۳۹۰).

مرحله اول برای انجام روش هزینه جانشین، تعیین کارکرد مربوطه و چگونگی عرضه‌شان است. مرحله دوم برآورد پتانسیل (توان) فیزیکی مزایای کارکرد و خدمات مربوط به دارایی چه به طور سالیانه یا یک دوره‌ی زمانی خاص و مرحله سوم برای این روش، محاسبه ارزش پولی پتانسیل مزایای کارکرد و خدمات است. بنابراین پس از تعیین مقدار CO_2 تثبیت‌شده و O_2 عرضه‌شده به وسیله اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو در مرحله‌ی دوم و سوم، ارزش اقتصادی آن را می‌توان از رابطه (۵) محاسبه نمود (امیرنژاد و عطائی سلوط، ۱۳۹۰):

$$Ve = Fe \times Ps \qquad (۵)$$

که Ve ارزش اقتصادی اکوسیستم مرتعی برای تنظیم گاز بر حسب واحد پول، Fe تاثیر نتیجه شده از اکوسیستم مرتعی (مقدار گاز CO_2 تثبیت‌شده و یا O_2 عرضه‌شده)، و Ps قیمت اثر اقتصادی (هزینه هر واحد CO_2 تثبیت‌شده و یا O_2 عرضه‌شده برحسب واحد پول) است.

در سال‌های اخیر با توجه به تشدید پدیده تغییر اقلیم ناشی از گازهای گلخانه‌ای، گاز دی‌اکسیدکربن به صورت مصنوعی از جو، جمع‌آوری و ذخیره می‌شود. از آنجایی که جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS)[۸] به عنوان مهم‌ترین وسیله برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای محسوب می‌شود، در این تحقیق از آن به عنوان جانشینی برای کارکرد اکوسیستمی تنظیم گاز استفاده شده است (Jakobsen et al,. 2013; Best, 2012). پروژه‌های جذب و ذخیره‌سازی کربن (CCS)، شامل فرآیند جداسازی CO_2 از منابع تولیدکننده و انتقال آن به مکان‌های جمع‌آوری است. از جمله عمده‌ترین مراکز تولیدکننده CO_2 می‌توان به نیروگاه‌های سوخت فسیلی، کارخانه‌های سیمان، صنایع ذوب فلزات، کارخانه‌های تولید هیدروژن و آمونیاک، صنایع پتروشیمی و فرآیند استخراج سوخت‌های فسیلی اشاره کرد (International Energy Agency, 2013). در فرآیند تثبیت و ذخیره‌سازی کربن، گاز CO_2 پس از جذب و متراکم‌سازی به مکان‌های ذخیره‌سازی منتقل می‌شود. در پی این انتقال که بیشتر با خطوط لوله صورت می‌گیرد، مقادیر متنابهی از این گاز در اعماق ۵۰۰ تا ۲۰۰۰ متری زمین یا اعماق بیش از ۳۰۰۰ متری اقیانوس‌ها دفن می‌شود. در حال حاضر بزرگ‌ترین پروژه CCS که در دنیا فعالیت دارد، محل ذخیره‌ای واقع در دریای شمال است که به طور متوسط از سال ۱۹۹۶ تاکنون سالانه، یک میلیون تن CO_2 را در خود جای داده است. آمریکا به عنوان پیشگام فرآیند جذب و ذخیره‌سازی صنعتی CO_2 در جهان با دارا بودن بیش از ۲۵۰۰ کیلومتر خط لوله انتقال، سالانه ۴۰ میلیون تن CO_2 را در مکان‌های جذب، ذخیره می‌کند (مبرقعی و همکاران، ۱۳۸۸). جدول (۱) هزینه جذب، انتقال و ذخیره‌سازی CO_2 به روش‌های صنعتی را در سال ۲۰۰۵ نشان می‌دهد. با توجه به این جدول، میانگین هزینه جذب و ذخیره‌سازی CO_2 به روش صنعتی در سال ۲۰۰۵ معادل ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن است. ضمن لحاظ یک نرخ تورم ۲/۲ درصدی، می‌توان میانگین هزینه جذب و ذخیره‌سازی هر تن CO_2 را در سال ۲۰۱۳ تقریباً معادل ۷۵/۳۴ دلار برآورد نمود (Annual Report of Tradingeconomics, 2013). با توجه به نرخ مبادله‌ای دلار در سال ۱۳۹۱ که از سوی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران برابر ۲۴۵۸۱ ریال اعلام شده معادل ریالی ارزش جذب هر تن گاز دی‌اکسیدکربن از هوا توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو، ۱۸۵۱۹۳۲ ریال برآورد می‌شود. لازم به توضیح است که واحد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز طی سال‌های مختلف توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بمو بر حسب واحد پول خواهد بود که می‌توان به صورت ارزش فعلی یا حال (PV)[۹] بیان کرد. اگر مقادیر پولی R، نرخ تنزیل (بهره) i و زمان t باشد، ارزش حال از رابطه (۶) قابل محاسبه خواهد بود (اسکونژاد، ۱۳۹۰):

Archive of SID

www.SID.ir

$$PV_R = \sum_{t=1}^{n} \frac{R}{(1+i)^t} \qquad t = 1,2,3,\ldots,n \qquad (۶)$$

در نهایت پس از انجام محاسبه‌های مربوطه، تجزیه و تحلیل داده‌ها در محیط نرم‌افزارهای Excel و SPSS انجام شده است.

جدول (۱): هزینه جذب، انتقال و ذخیره‌سازی صنعتی گاز CO_2 در سال ۲۰۰۵ (IPCC, 2005)

نوع عملکرد	نوع عملکرد	هزینه ($/ton)	میانگین ($/ton)	میانگین عملکرد ($/ton)
جذب	جذب از نیروگاه‌های گازی یا زغالی جذب از کارخانه‌های تولید هیدروژن و آمونیاک جذب از سایر منابع صنعتی	۱۵ تا ۷۵ ۵ تا ۵۵ ۲۵ تا ۱۱۵	۴۵ ۳۰ ۷۰	۴۸/۳
انتقال	انتقال به محل ذخیره	۱ تا ۸	۴/۵	۴/۵
ذخیره‌سازی	ذخیره در زمین ذخیره در اقیانوس	۰/۵ تا ۸ ۵ تا ۳۰	۴/۲۵ ۱۷/۵	۱۰/۸
جمع هزینه کلیه مراحل ذخیره‌سازی		۶۳/۳		

یافته‌ها

با توجه به وسیع بودن عرصه پارک ملی بمو، آماربرداری و اندازه‌گیری تمام گونه‌های گیاهی و در تمام عرصه پارک امکان‌پذیر نیست. از این رو عرصه‌هایی که دسترسی به آن‌ها آسان‌تر و از همگنی بیشتری برخوردار بود، انتخاب شد. گونه‌های بررسی شده در سطح پارک ملی بمو شامل گونه‌های (Astragalus rhodosemius) با سطح ۱۵۹۹/۵۳ هکتار، (Astragalus faciulifolius) با مساحت ۱۲۱۵/۳۷ هکتار، (Scariola orientals) با مساحت ۱۰۲۸۶/۳۱هکتار و (ErophoraAchillea) با سطح ۵۶۶/۹۲ هکتار بوده که مورد بررسی، برداشت و اندازه‌گیری قرار گرفت. مجموع مساحت برداشت شده ۱۳۶۶۶/۷۳ هکتار است که ۲۹/۱۳ درصد از سطح پارک را تشکیل می‌دهد. سطح اشغال شده توسط دو گونه بادامک (Amygdalu scoparia) و تنگرس (Amygdalus lyciodius) نیز ۱۲۴۵۸/۹۴هکتار معادل ۲۶/۵۵ درصد از سطح پارک است. در مجموع ۵۵/۶۸ درصد از سطح پارک (۲۶۱۲۵/۶۷ هکتار)، در این مطالعه مورد بررسی اندازه‌گیری‌های ترسیب کربن، جذب CO_2 و عرضه O_2 قرار گرفته است. شایان ذکر است که در مطالعه (مصباح و همکاران، ۱۳۸۷) نیز جهت برآورد ترسیب کربن خاک و پوشش گیاهی غالب در پارک ملی بمو، ۳ گونه گیاهی غالب گون پنبه‌ای (Astragalus gossypinus)، گون انذروت (Astragalus susianus) و جو سیخ (Ebenus stellata) مورد بررسی قرار گرفته است که ۳۵/۷۱ درصد (۱۶۶۲۱/۲۷ هکتار) از سطح پارک است. بنابراین، با احتساب ۵۵/۶۸ درصد اراضی در این مطالعه، در مجموع با در نظر گرفتن سطوح اشغالی مشترک، ۸۴/۸۳ درصد از کل پارک مورد بررسی قرار خواهد گرفت. در جدول (۲) نتایج حاصل از ترسیب کربن پوشش گیاهی و خاک در سطح ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتاری مورد مطالعه از پارک ملی بمو نشان داده شده است. بر این اساس، در هر هکتار از سطح مورد بررسی پارک ملی بمو ۴۱/۲۲ تن و در کل سطح مورد نظر ۱۳۹۶۰۸۰/۸۱ تن کربن ذخیره شده است.

بنابراین، با استفاده از تناسب، می‌توان میزان ترسیب کربن در سطح ۳۸۰۰۰ هکتاری فعلی، را در هر هکتار از پارک ملی بمو ۴۶/۲۴۹ تن و در کل سطح پارک ۱۵۶۶۴۱۴/۸۱ تن برآورد کرد. کربن ترسیب شده توسط پوشش گیاهی معادل ۲/۹۷ تن در هکتار و مجموع آن در سطح مورد مطالعه پارک (در سطح ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتار)، ۱۰۰۶۳۶/۳۲ تن است. همچنین، در مطالعه مصباح و همکاران (۱۳۸۷)، میزان ذخیره کربن در هر هکتار از خاک پارک ملی بمو ۳۸/۲۵ تن تعیین شده است که در سطح ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتار از پارک معادل ۱۲۹۵۴۴۴/۴۹ تن است. طی فرآیند فتوسنتز، گیاه با جذب CO_2 و آزادسازی O_2، تولید بیوماس می‌کند. با توجه به اینکه هر تن کربن در هکتار معادل ۳/۶۷ تن دی‌اکسیدکربن است (عاقلی کهنه شهری، ۱۳۸۲)، در اثر ترسیب ۲/۹۷ تن کربن توسط پوشش گیاهی در هر هکتار از سطح مورد مطالعه، میزان جذب CO_2 در هر هکتار ۱۰/۹۰ تن و در کل سطح مورد مطالعه از پارک ملی بمو ۳۶۹۱۵۹/۳۴ تن

Archive of SID

www.SID.ir

جدول (۲): میزان ترسیب کربن در گونه‌های غالب و خاک پارک ملی بمو (یافته‌های تحقیق)

گونه	تراکم در هکتار	مساحت (hec)	میزان ترسیب کربن (ton/hec)	ترسیب کربن در سطح پارک (ton)
بادامک	۴۰۰	۹۳۹۲/۶۷	۰/۵۷۶	۵۴۱۰/۱۷
تنگرس	۱۱۸	۳۰۶۶/۲۷	۲/۱۲۴	۶۵۱۲/۷۵
نوعی گون	۳۶۰۰	۱۵۹۹/۵۳	۱/۰۲۴	۱۶۳۸
نوعی گون	۲۲۰۰	۱۲۱۵/۳۷	۰/۴۰۷	۴۹۴/۶۵
کاهو وحشی	۱۶۰۰	۱۰۲۸۶/۳۱	۰/۰۴۲۸	۴۴۰/۲۵۴
بومادران	۵۵۰	۵۶۶/۹۲	۰/۰۲۱۴	۱۲/۱۳
گون پنبه‌ای، انذروت و جوسیخ		۱۶۶۲۱/۳۵		۸۶۱۲۸/۲
مجموع پوشش گیاهی			۲/۹۷	۱۰۰۶۳۶/۳۲
خاک			۳۸/۲۵	۱۲۹۵۴۴۴/۴۹
مجموع خاک و پوشش گیاهی		۳۳۸۶۷/۸۳*	۴۱/۲۲	۱۳۹۶۰۸۰/۸۱

*: مجموع مساحت‌ها برای گونه‌ها بیش از ۴۲۰۰۰ هکتار است، ولی به دلیل هم‌پوشانی‌های مساحت گونه‌ها، مجموع سطح برداشت شده در پارک ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتار به دست آمده است.

برآورد شده که در جدول (۳) نشان داده شده است. حال با استفاده از تناسب، در سطح ۳۸۰۰۰ هکتاری فعلی پارک ملی بمو، میزان جذب CO_2 ۴۶۴۳۶۰ تن برآورد می‌شود. در نهایت، مجموع CO_2 جذب شده توسط خاک و پوشش گیاهی، ۱۵۱ تن در هکتار و ۵۱۲۳۴۰۶ تن در کل مساحت مورد مطالعه برآورد شده است. مجدداً با به‌کارگیری تناسب، میزان CO_2 جذب شده توسط خاک و پوشش گیاهی در سطح ۳۸۰۰۰ هکتاری از پارک ملی بمو، ۵۷۴۸۵۴۵ تن برآورد شده است.

در بررسی برآورد میزان O_2 تولید شده توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو، نیز از رابطه فتوسنتز استفاده شده است، بر این اساس گیاه با جذب کربن، اقدام به انباشته کردن هیدرات‌های کربن در بافت خود می‌کند. در نتیجه این فرآیند، هر تن ماده خشک تولید شده در گیاه، ۱/۲ تن O_2 آزاد می‌شود. بنابراین با برآورد میزان ماده خشک گیاه، مقدار O_2 عرضه شده تعیین می‌شود. با توجه به جدول (۴)، در هر هکتار از اراضی پارک ملی بمو ۶/۶۳۶ تن و در کل سطح پارک، ۲۲۴۷۴۶/۹۲ تن گاز O_2 آزاد شده است. با استفاده از رابطه تناسب، میزان عرضه گاز O_2 در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری فعلی از پارک به ترتیب برابر ۲۵۲۱۶۸ تن خواهد بود.

جدول (۳): میزان گاز CO_2 جذب شده در پارک ملی بمو (مساحت ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتاری) (یافته‌های تحقیق)

نوع	میزان CO_2 جذب شده (ton/hec)	میزان CO_2 جذب شده در سطح پارک (ton)
پوشش گیاهی	۱۰/۹۰	۳۶۹۱۵۹/۳۴۷
خاک	۱۴۰/۳۷۷۵	۴۷۵۴۲۸۱/۳۰۶
جمع	۱۵۱/۲۷۶۵	۵۱۲۳۴۰۶/۷۸۵

جدول (۴): میزان O_2 عرضه‌شده توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو (مساحت: ۳۳۸۶۷/۸۳ هکتار) (یافته‌های تحقیق)

کربن تثبیت‌شده (ton/hec)	زی‌توده (ton/hec)	O_2 عرضه‌شده (ton/hec)	O_2تولیدی در سطح پارک (ton)
۲/۹۷	۵/۵۳	۶/۶۳۶	۲۲۴۷۴۶/۹۲

در گام بعدی، به منظور ارزشگذاری کارکرد جذب CO_2 و آزادسازی O_2 از هزینه‌های پروژه CCS به عنوان یک هزینه جانشین استفاده شده است. بر این اساس، با توجه به این که هزینه صنعتی تثبیت هر تن CO_2 معادل ۱۸۵۱۹۳۲ ریال است، ارزش اقتصادی کارکرد جذب CO_2 توسط پوشش گیاهی و خاک، معادل ۲۸۰/۱۵۵ میلیون ریال در هکتار و نیز ۱۰۶۴۵/۹۱۴

Archive of SID
www.SID.ir

میلیارد ریال در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری پارک قابل برآورد است که در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵): ارزش اقتصادی کارکرد جذب CO_2 پارک ملی بمو
(یافته‌های تحقیق؛ *: میلیون ریال و **: میلیارد ریال)

نوع	میزان جذب‌شده (ton/hec)	ارزش اقتصادی CO_2 جذب‌شده*	میزان CO_2 جذب‌شده در کل سطح پارک (ton)	ارزش اقتصادی CO_2 جذب‌شده در کل سطح پارک
پوشش گیاهی	۱۰/۹۰	۲۰/۱۸۶	۴۶۴۳۶۰	۸۵۹/۹۶۳
خاک	۱۴۰/۳۷۷۵	۲۵۹/۹۶۹	۵۲۸۴۱۸۵	۹۷۸۵/۹۵۱
جمع	۱۵۱/۲۷۶۵	۲۸۰/۱۵۵	۵۷۴۸۵۴۵	۱۰۶۴۵/۹۱۴

بر اساس نتایج تحقیق در جدول (۴)، در هر هکتار از اراضی ۳۸۰۰۰ هکتاری پارک ملی بمو ۶/۶۳۶ تن گاز O_2 تولید شده است. به منظور تعیین ارزش اقتصادی کارکرد عرضه O_2 توسط پارک ملی بمو نیز می‌توان از هزینه روش صنعتی تولید گاز O_2 به عنوان یک هزینه جانشین استفاده کرد. در روش صنعتی، گاز O_2 از روش فشرده‌سازی هوا در کپسول‌های مخصوص تهیه می‌شود که در اثر این فرآیند، گاز O_2 به صورت مایع (و تفکیک شده از سایر مواد) تبدیل شده و از کمپرسور خارج می‌شود. بر اساس اطلاعات جمع‌آوری شده از سطح بازار، قیمت بازاری هر کیلوگرم O_2 تولید شده از این روش ۱۴۰۰۰ ریال است. بنابراین، قیمت هر تن O_2 تولید شده به روش صنعتی ۱۴ میلیون ریال می‌باشد. حال می‌توان از طریق ضرب کردن هزینه هر واحد O_2 تولید شده در مقدار O_2 عرضه شده توسط اکوسیستم پارک ملی بمو، ارزش اقتصادی کارکرد عرضه O_2 توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو را محاسبه کرد که نتایج آن در جدول (۶)، نشان داده شده است. با توجه به این جدول، ارزش اقتصادی کارکرد عرضه O_2 توسط پارک ملی بمو، در هر هکتار ۹۲/۹۰۴ میلیون ریال و برای کل سطح پارک ۳۵۳۰/۳۵۲ میلیارد ریال برآورد شده است. بنابراین، بر اساس یافته‌های تحقیق حاضر، ارزش اقتصادی کارکرد تثبیت CO_2 و آزادسازی O_2 در سال ۱۳۹۱ توسط اکوسیستم پارک ملی بمو، ۱۴۱۷۶/۲۶۶ میلیارد ریال در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری فعلی و نیز ۳۷۳/۰۵۹ میلیون ریال در هر هکتار از آن برآورد شده است.

جدول (۷) ارزش اقتصادی تنزیل یافته کارکرد جذب CO_2 و عرضه O_2 پارک ملی بمو را طی دوره ۳۰ و ۵۰ ساله نشان می‌دهد. البته با توجه به این که ارزش هر یک از کارکردهای پارک ملی بمو در دوره‌های ۳۰ و ۵۰ ساله آینده نامشخص است، تمامی ارزش‌های فعلی پارک با نرخ مرکب به زمان آینده برده می‌شود تا ارزش آن‌ها در ۳۰ و ۵۰ سال آینده مشخص شود. برای این کار، از سه سناریو با نرخ‌های تنزیل (مرکب) ۱۲، ۱۵ و ۱۸ درصد به منظور تعیین ارزش کارکردهای موردنظر استفاده شده است.

جدول (۶): ارزش اقتصادی O_2 عرضه‌شده توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو
(یافته‌های تحقیق؛ *: میلیون ریال و **: میلیارد ریال)

O_2عرضه‌شده (ton/hec)	ارزش اقتصادی O_2 عرضه شده در هکتار*	مقدار O_2 عرضه‌شده در سطح پارک (ton)	ارزش اقتصادی O_2 عرضه شده در سطح پارک **
۶/۶۳۶	۹۲/۹۰۴	۲۵۲۱۶۸	۳۵۳۰/۳۵۲

جدول (۷): ارزش اقتصادی کارکرد جذب CO_2 و عرضه O_2 توسط پوشش گیاهی پارک ملی بمو
(یافته‌های تحقیق؛ *: میلیون ریال و **: میلیارد ریال)

	نرخ در دوره ۳۰ ساله			نرخ در دوره ۵۰ ساله		
	۱۲ درصد	۱۵ درصد	۱۸ درصد	۱۲ درصد	۱۵ درصد	۱۸ درصد
ارزش هر هکتار*	۱۱۱۷۷	۲۴۷۰۱	۵۳۴۸۶	۱۰۷۸۱۵	۴۰۴۲۶۸	۱۴۶۵۱۳۶
ارزش کل پارک**	۴۲۴۷۲۰	۹۳۸۶۳۶	۲۰۳۲۴۶۰	۴۰۹۶۹۷۲	۱۵۳۶۲۲۱۶	۵۵۶۷۵۲۵۶

Archive of SID

www.SID.ir

بحث و نتیجه‌گیری

در این تحقیق، ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز شامل تثبیت گاز CO_2 و آزادسازی گاز O_2 در اراضی پارک ملی بمو در سال ۱۳۹۱ مورد بررسی قرار گرفت. برآوردهای صورت گرفته در این تحقیق نشان داد که پوشش گیاهی این پارک، پتانسیل تثبیت کربن به میزان ۲/۹۷ تن در هکتار را داشته است. این ارقام از نتایج تحقیق (ورامش و همکاران، ۱۳۹۱) که تثبیت کربن توسط گونه‌های اقاقیا و زبان گنجشک را به ترتیب سالانه ۹/۶۳ و ۳/۵ تن در هکتار برآورد کرده‌اند کمتر است چرا گونه مورد مطالعه آن‌ها جنگلی و در مطالعه حاضر مرتعی است. بر اساس برآوردهای صورت گرفته، ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز از طریق تثبیت گاز CO_2 و آزادسازی گاز O_2 در اراضی پارک ملی بمو ۳۷۳ میلیون ریال در هکتار و ۱۴۱۷۶/۲۶۶ میلیارد ریال در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری فعلی از پارک است که این ارزش، نشان از اهمیت بسیار بالای کارکرد محیطزیستی نامبرده در الگوهای برنامه‌ریزی اکوسیستم منطقه دارد. برداشت غیرمجاز علوفه و گیاهان دارویی، حفر بی‌رویه چاه‌های اطراف پارک و به دنبال آن کاهش منابع آبی داخل پارک ملی بمو از جمله مهم‌ترین تهدیدات پوشش‌های گیاهی پارک ملی بمو به شمار می‌روند. بر این اساس، در صورتی که در اثر هر یک از تهدیدهای نامبرده، تنها ۵ ارزش کارکرد تنظیم گاز از طریق تثبیت گاز CO_2 و عرضه گاز O_2 در اراضی پارک ملی بمو کاسته شود، زیانی معادل ۷۰۸/۸۱۳ میلیارد ریال به جامعه وارد می‌شود.

کمی کردن خدمات اکوسیستمی پارک ملی بمو، این امکان را فراهم می‌کند که به ارزش تقریبی تنها یکی از بسیار کارکردهای محیطزیستی آن دست یافت؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود تا با ۱. تدوین دستورالعمل حفاظتی مناسب، جهت جلوگیری از تعارضات جوامع محلی اعم از ساکنین حاشیه پارک و یا نهادهای دولتی و حکومتی برای ایجاد کاربری‌های ناسازگار با محیط پارک ملی، مانند پادگان و یا شرکت‌های پالایش و انتقال فرآورده‌های نفتی و غیره که کمترین آثار جانبی آن پیش‌تر نامبرده شد؛ ۲. آشنایی مردم و ساکنین جوامع محلی و روستاهای حاشیه پارک با مشارکت در روش‌های برنامه‌ریزی؛ ۳. تنویر افکار عمومی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم با ارزش‌های محیطزیستی، اکولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی پارک ملی بمو و در نتیجه جلب رضایت آن‌ها در مشارکت زیرساخت‌های مورد نیاز برای پارک؛ ۴. برقراری مکانیسم‌های نظارت محلی در جوامع محلی حاشیه پارک ملی بمو؛ ۵. افزایش مسئولیت‌پذیری مسئولین محلی حاشیه پارک ملی بمو برای برنامه‌ریزی منطقه و کاربرد مواردی که برای حفاظت طبیعت مناسب‌تر است؛ در جهت حفظ و گسترش کارکردهای اکوسیستمی فعلی پارک و نیز افزایش ارزش اقتصادی آن تلاش کرد.

تشکر و قدردانی

نگارش حاضر، بخشی از نتایج طرح ملی پژوهشی ارزشگذاری اقتصادی منابع محیطزیستی پارک ملی بمو ما بین سازمان حفاظت محیطزیست (کارفرما) و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری (مشاور) بوده که از محل اعتبارات طرح ارزشگذاری اقتصادی منابع محیطزیستی سازمان حفاظت محیط زیست به شماره ۴۰۴۰۸۰۰۷ تامین شده است.

یادداشت‌ها

1. Greenhouse gas emissions
2. Agropyron elongatum
3. Atriplex lentiformis
4. Allometric equations
5. Biomas
6. Biomass Expansion Factors
7. Replacement Cost Method
8. Carbon Capture and Storage
9. Present Value

فهرست منابع

اسکونژاد، م. ۱۳۹۰. اقتصاد مهندسی. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۴۲۰ ص.

امیرنژاد، ح. و عطائی سلوط، ک. ۱۳۹۰. ارزشگذاری اقتصادی منابع زیست‌محیطی. انتشارات آوای مسیح، ۴۳۲ ص.

بی‌نام. ۱۳۹۰. گزارش طرح پارک ملی بمو، اداره کل محیط زیست استان فارس، شیراز.

بی‌نام. ۱۳۸۱. گزارش طرح مدیریت پارک ملی بمو، اداره کل محیط زیست استان فارس، شیراز.

Archive of SID

www.SID.ir

روستا، ط. ۱۳۹۰. برآورد ارزش اقتصادی ترسیب کربن توسط بنه و بادامک وحشی در دشت تحقیقاتی فیروزآباد استان فارس. کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ۹۶ ص.

شیدایی کرکج، ا.؛ بارانی، ح.؛ اکبرلو، م.؛ حشمتی، غ.ع. و خرمالی، ف. ۱۳۹۲. مقایسه هزینه ترسیب کربن در عملیات احیای مرتع توسط کاشت گونه‌های آگروپایرون الونگاتم و آتریپلکس لنتی فورمیس مطالعه موردی: چپرقویمه گنبد. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک. جلد ۲۰ (۱): ۵۲-۲۴۱.

عاقلی کهنه‌شهری، ل. ۱۳۸۲. محاسبه GNP سبز و درجه پایداری درآمد ملی ایران. رساله دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه تربیت مدرس، ۲۳۰ ص.

مصباح، ح.؛ طیبی‌خرمی، م.؛ انصاری، م.؛ دیانت‌طلب، ق. و سامانیان، ر. ۱۳۸۷. طرح پژوهشی برآورد ترسیب کربن خاک و گونه‌های گیاهی غالب در پارک ملی بمو. سازمان حفاظت محیط زیست، اداره کل محیط زیست استان فارس.

مبرقعی، ن.؛ شرزه‌ای غ. ع.؛ مخدوم فرخنده، م.؛ یاوری، ا. و جعفری، ح. ۱۳۸۸. ارایه ی الگوی ارزشگذاری مکانی کارکرد جذب گاز دی‌اکسید کربن، در جنگل‌های خزری ایران. مجله محیط‌شناسی، ۵۱: ۶۴-۵۷.

ورامش، س.؛ حسینی، م. و عبدی، ن. ۱۳۹۰. برآورد نیروی جنگل شهری در ترسیب کربن اتمسفری. مجله محیط‌شناسی، ۵۷: ۱۲۰-۱۱۳.

یگانه، ح. ۱۳۹۲. ارزیابی و ارزشگذاری اقتصادی پروژه‌های احیایی در اکوسیستم‌های مرتعی کشور حوزه آبخیز تهم زنجان. دکتری مرتعداری، دانشگاه تهران، ۳۲۵ ص.

Annual Report of Tradingeconomics. 2013. Available from: http://www.tradingeconomics.com/united-states/inflation-cpi.

Best, D. 2012. CCS: An option to reduce CO2 emissions. International Energy Agency, Jakarta, 21-23 September 2012.

Birdsey, R.A. 1992. Carbon storage and accumulation in United States forest ecosystems. General Technical Report WO-59, United States Department of Agriculture. 55p.

Derner, J.D. & Schuman, G.E. 2007. Carbon sequestration and rangelands: A synthesis of land management and precipitation effects. J. Soil and Water Cons. 62 (2): 77-85.

International Energy Agency. 2013. Global Action to Advance Carbon Capture and Storage: A Focus on Industrial Applications. www.iea.org.

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. 2005. IPCC special report on carbon Dioxide capture and storage. Prepared by Working Group III of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA 442 PP.

Jakobsen, J.P.; Roussanaly, S.; Molnvik, M.J. & Tangeh, G. 2013. A standardized approach to multi-criteria assessment of CCS chains. Energy Procedia 37: 2765– 2774

Kangan, S. 2013. Economic Evaluation of Jungle Natural Resources for Decision, Practical course and revised proposed. Translated by Heshamtolvaezin, S.M. Publication of Jihad Daneshgahy Organization, 312 P.

Karki, J.; Tsupari, E. & Arasto, A. 2013. CCS feasibility improvement in industrial and municipal applications by heat utilization. Energy Procedia 37: 2611–2621.

Liu, C. & Li, X. 2011. Carbon storage and sequestration by urban forests in Shenyang, China, Urban Forestry and Urban Greening.

Olsson, L. & Ardoe, J. 2006. Soil carbon sequestration in degraded semiarid agro-ecosystems-perils and potentials. Ambio. 31: 471-477.

Pajdik, G.; Curran, L.; Slik, J. & Nelson, B.W. 2008. Wood density in foewsts of Brazil's 'arc of deforestation': implication for biomass and flux of carbon from land-use change in Amazonia. Forest Ecol Management, 248:119-135.

Pajot, G. 2011. Rewarding carbon sequestration in South-Western French forests: A costly operation? Journal of Forest Economics.

Saboori, B.; Sulaiman, J. & Mohd, S. 2012. Economic growth and CO2 emissions in Malaysia: A cointegration analysis of the Environmental Kuznets Curve. Energy Policy 51: 184–191.

Saglant, B.; Kucuki, O.; Bigili, E.; Durmaz, D. & Basal, I. 2008. Estimating fuel biomass of some shrub species (Maquis) in Turkey. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 32: 349-356.

Archive of SID

www.SID.ir

Stoffberg, G.H.; Vanrooyen, M.W.; Vanderlinde, M.J. & Groeneveld, H.T. 2010. Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, South Africa, Urban Forestry and Urban Greening (9): 9–14.

Archive of SID

www.SID.ir