

قابلیت تجارت کربن از طریق پروژه های جنگلکاری در اطراف مناطق صنعتی

سیاوش بختیاروند بختیاری، هرمز سهرابی

کارشناس فضای سبز شرکت فولاد مبارکه

چکیده

مکانیزم توسعه پاک (CDM) در معاهده کیوتو، به کشور های صنعتی اجازه می دهد تا پروژه های توازن کربن خود را در کشورهای در حال توسعه تعریف و پایه ریزی نمایند. از جمله پروژه های توازن کربن که در این معاهده به آن اشاره شده است، پروژه های جنگلکاری و احیای جنگل است که بعد از سال ۱۹۹۰ پایه ریزی شده باشند. از آنجاییکه جنگلکاریهای وسیعی در اطراف مناطق صنعتی ایران، بعد از سال مذکور بعمل آمده است، فرصت مناسبی برای دستیابی این کشور به بازار تجارت جهانی کربن فراهم می باشد، تا با محاسبه انباشت کربن در این جنگلها و تبدیل آن به معادل گازهای گلخانه ای به ویژه CO₂، بتواند با توجه به قیمت مناسب کاهش گازهای گلخانه ای، سهم قابل توجهی از این بازار را به خود اختصاص دهد. در حال حاضر پروژه های محدودی در قالب CDM در ایران اجراء گردیده و یا در دست اجراء می باشد. در این تحقیق برای دو گونه درختی کاشته شده در اطراف منطقه صنعتی فولاد مبارکه، شامل گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*) و گونه توت (*Morus alba*)، میزان انباشت کربن، در سه بخش اندامهای هوایی، اندامهای زیر زمینی و لایه لاشبریگی و زیر اشکوب، با انتخاب ۳ پلات آماربرداری ۱۰۰٪ و قطع و توزین ۱۵ اصله درخت از هر گونه، به صورت کاملا تصادفی، محاسبه گردید سپس تبدیل کربن به معادل CO₂ و نیز قیمت گذاری از نظر ارزش میزان CO₂ جذب شده نیز با توجه به قیمت جهانی جذب CO₂ انجام شد. نتایج نشان داد CO₂ جذب شده توسط ۴۰۰ هکتار گونه کاج تهران طی ۱۷ سال در این منطقه برابر با ۹۸۶۷۹ تن و توسط ۲۰۰ هکتار گونه توت در مدت مشابه برابر با ۱۱۹۳۵ تن است که در مجموع دارای ۶۴۵۵۹۸۸۰۰۰ ارزش ریالی می باشند.

واژه های کلیدی: تجارت کربن- مکانیزم توسعه پاک- پروژه جنگلکاری- کاج تهران- توت- فولاد مبارکه

مقدمه

گرمايش زمين به معنی افزايش میانگین دمای اتمسفر در نزدیکی سطح زمین است که به صورت طبیعی و یا به واسطه فعالیت های انسانی رخ می دهد. افزايش دمای زمین سبب افزايش نرخ تبخیر و ایجاد شرایط بسیار خشک در بسیاری از نقاط جهان گردیده است. تعداد توفانهای شدید، تورنادوها، بالا آمدن سطح آب دریاها و دیگر وقایع طی ۱۵ تا ۲۰ سال اخیر به شدت افزايش یافته است [1]. تهدیدهایی که گرمايش زمین مطرح ساخته تا تبدیل شدن به دغدغه های غالب زیست محیطی تداوم یافته است [2].

علت افزايش دمای زمین در دهه های اخیر، افزايش غلظت گازهای گلخانه ای در اتمسفر است. مهمترین گاز گلخانه ای اتمسفر، بخار آب است، اما میزان این گاز به سبب فعالیتهای انسانی به صورت مستقیم تغییر نمی کند. مهمترین گاز گلخانه ای که میزان آن در اتمسفر با فعالیت های انسانی در ارتباط مستقیم است، گاز گلخانه ای دی اکسید کربن یا CO₂ است. به طوریکه حدود ۷۰٪ از تأثیرات گازهای گلخانه ای در فرآیند گرمايش زمین و تبعات آن را سهم این گاز می دانند و سهم گازهای متان و اکسیدهای نیتروژن به ترتیب حدود ۲۴ و ۶ درصد برآورد شده است غلظت [3]. جهانی گاز CO₂ از ppm ۳۷۹ در سال ۲۰۰۵ رسیده است، که این مقدار فراتر از میانگین وحشی مقدار حداکثر آن طی ۶۵۰۰۰۰ سال گذشته بوده است (۳۰۰-۱۸۰ ppm). میانگین رشد سالانه غلظت CO₂ طی ده سال اخیر بیشترین مقدار (1/9 ppm per year) بوده است [4].

از زمانی که تأثیر گاز CO₂ در فرآیند گرمايش زمین شناخته شده، فعالیتهای انسان برای کاهش غلظت آن در اتمسفر هم شروع گردیده است. یکی از اقدامات موثر در کاهش غلظت گازهای گلخانه ای توسط کشورهای توسعه یافته تصویب پروتوکل کیوتو و ملزم شدن کشورهای صنعتی جهان در کاهش غلظت این گازها و رساندن آن به ۵/۲ درصد زیر سطح آن در سال ۱۹۹۰ تا پایان سال ۲۰۱۲ است که فاز اول آن در سال ۲۰۰۷ پایان یافت و فاز دوم آن از سال ۲۰۰۸ شروع شده و تا کنون ادامه دارد. کاهش انتشار گاز CO₂ از دو راهکار متفاوت دنبال می شود؛ اول کاهش فعالیتهای انسانی در انتشار CO₂ و دوم؛ ایجاد ویا بهبود سینک های کربن (Carbon sinks) در زیست کره [1].

درختان با جذب اصلی ترین گاز گلخانه ای یعنی CO₂ و ذخیره آن به صورت کربن در برگها، شاخه ها، تنه و ریشه خود نقش مهمی در کاهش غلظت این گاز دارند. هر تن کربن در درختان حاصل حذف ۳/۶۷ تن دی اکسید کربن از اتمسفر است. در حال حاضر مقدار کربنی که جنگلها در خود ذخیره کرده اند، از میزان کل آن در اتمسفر بیشتر است. اما بخش عمده ای از این کربن از طریق تخریب جنگلها در کشورهای در حال توسعه مناطق حاره به سرعت در حال برگشت به اتمسفر است، بطوریکه حدود ۱۷٪ از کل انتشار این گاز به اتمسفر، سهم تخریب جنگل در این مناطق است [5].

در ماده ۳ پروتوکل کیوتو به فعالیتهای جنگلکاری و احیای جنگل به عنوان سینکهای مهم کربن اشاره شده است و پتانسیل این بخش در جذب و انتشار گاز CO₂ مد نظر قرار گرفته است. و در ماده ۱۲ این پروتوکل تحت عنوان سازوکار توسعه پاک یا Clean Development Mechanism (CDM)، به کشورهای توسعه یافته اجازه می دهد که پروژه های توازن کربن خود، که از آن جمله پروژه های جنگلکاری و احیای جنگل می باشند را مشروط به آن که بعد از سال ۱۹۹۰ اجراء شده باشند، در کشورهای در حال توسعه پایه ریزی و اجراء نمایند. به این مفهوم که کشورهای در حال توسعه که تعهدی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه ای ندارند، می توانند با اجرای طرحهایی نظیر جنگلکاری و احیای جنگلهای خود، برای میزان کربن و یا دی اکسید کربن جذب شده از طریق اجرای این طرحها اعتبار دریافت نموده و این اعتبار را به کشوری که در انجام تعهدات خود در کاهش انتشار گازهای گلخانه ای ناکام مانده بفروشد [6]. به این ترتیب اساس تجارت کربن (Carbon trading) یا تجارت انتشار CO₂ (Emissions trading) پایه ریزی گردید.

تجارت کربن، جزئی از یک سری اقدامات ملی یا بین المللی برای کاهش رشد غلظت گازهای گلخانه ای است. تجارت کربن در واقع تجارت اعتبار کربن (Carbon credit) است. اعتبار کربن یک واژه عام برای هر گونه گواهی ویا مجوزی است که دال بر کاهش یک تن دی اکسید کربن یا جرم معادل آن از سایر گازهای گلخانه ای بوده و قابلیت خرید و فروش داشته باشد. اعتبار کربن نوع جدیدی از کالاهای غیر مادی است که وابستگی شدیدی به تصمیمات سیاسی و شرایط عمومی اقتصاد دارد. اعتبار کربن از طریق پروژه های CDM معادل میزان کاهشی است که در مقدار CO₂ توسط یک شرکت یا دولت انجام میگردد و گواهی دریافت می کند که به اختصار به آن CER (Certified Emission Reduction) گفته می شود. غیر از پروژه های CDM، پروژه های دیگری مانند JI (Joint Implementation) و IET (International Emission Trading) نیز در پروتوکل کیوتو برای کاهش میزان گازهای گلخانه ای در نظر گرفته شده است [7].

در ایران سالانه طرحهای زیادی برای جنگلکاری و احیای جنگل در سراسر کشور اجراء میگردد. از آنجمله جنگلکاریهای اطراف مناطق صنعتی است که اکثرا مساحتی بسیار بیشتر از آنچه بر طبق قوانین محیط زیست ملزم به کاشت آن بوده اند را ایجاد نموده اند. بسیاری از این طرحها بعد از سال ۱۹۹۰ یعنی سال پایه در پروتوکل کیوتو اجراء گردیده اند که می توانسته مشمول پروژه های CDM قرار گیرد، اما از این پتانسیل استفاده بهینه بعمل نیامده است. در این تحقیق مساحتی بالغ بر ۶۰۰ هکتار شامل ۴۰۰ هکتار از گونه کاج تهران (*Pinus eldarica*) و ۲۰۰ هکتار از گونه توت (*Morus alba*) از جنگلکاریهای اطراف کارخانه فولاد مبارکه از دیدگاه تولید کربن و جذب CO₂ مورد بررسی قرار گرفته است و قابلیت تجارت کربن حاصل از اجرای این پروژه ها برآورد گردیده است. هدف از این تحقیق معرفی فرصتی است که مسئولان با اجرای پروژه هایی از این قبیل در ایجاد درآمد و اشتغال پیش روی داشته و می توانند با صرف اندکی هزینه منافع زیادی را برای کشور کسب نمایند.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه

منطقه ای که مطالعه در آن انجام شده ، منطقه نیمه خشک فولاد مبارکه است که در ۵۰ کیلومتری جنوب غربی شهر اصفهان بین عرض های جغرافیایی " ۱۳' ۸" تا " ۳۲' ۴۱" ۱۷' ۴۱" شمالی و طول های " ۱۹' ۲۳' ۵۱" تا " ۵۱' ۲۷' ۵۱" شرقی واقع شده است. اقلیم منطقه به روش آمبرژه، خشک و سرد و میانگین بارندگی سالانه ۱۵۰ میلیمتر است [8].

این منطقه دارای جنگلکاریهای به وسعت ۱۵۰۰ هکتار از گونه های پهن برگ همانند توت (*Morus alba*) ، افاقیا (*Robinia pseudacacia*) و چند گونه پهن برگ دیگر ونیز سوزنی برگانی نظیر کاج تهران (*Pinus eldarica*) و سرو نقره ای (*Cupressus arizonica*) است که به صورت توده های خالص و همسال کاشته شده اند. وسعت جنگل کاری ها با گونه کاج تهران حدود ۴۰۰ هکتار و با گونه توت آن حدود ۲۰۰ هکتار است.

روش مطالعه

برای بدست آوردن محتوی کربن در دو گونه درختی کاج تهران و توت ، ابتدا از میان جامعه آماری یعنی مجموع ۶۰۰ هکتار از هر دو گونه، پلاتهایی به صورت تصادفی انتخاب گردید. تعدا پلاتها به ازای هرگونه ۳ پلات ، ابعاد پلاتها ۲۰ در ۲۱ متر و مساحت آنها ۴۲۰ متر مربع در نظر گرفته شد. در درون هر پلات درختها ، بر اساس متغیری که بیشترین همبستگی با میزان زیتوده برای آنها فرض می گردید و در عین حال به راحتی قابل اندازه گیری بودند (برای کاج ، قطر برابر سینه و برای توت، قطر در ارتفاع ۳۰ سانتی متری) آمار برداری ۱۰۰٪ گردیدند. سپس بر اساس طبقات قطری به دست آمده ، پنج کلاسه قطری تشکیل و در هر کلاسه ، یک درخت نشانه گذاری و قطع گردید. به این ترتیب در هر پلات ۵ اصله و به ازای هر گونه ۱۵ اصله درخت قطع گردید. پس از قطع، اندامهای هوایی درخت به اجزای مختلف شامل تنه، شاخه اصلی سرشاخه، برگ ، پوست و در گونه کاج، مخروط، تبدیل گردیده و وزن تر هر کدام بلافاصله با ترازوی دیجیتالی و با دقت ۱۰ گرم محاسبه گردید.

برای استقرار معادلات آلومتریک در بخش اندامهای زیرزمینی (ریشه ها) از هر گونه تعداد ۵ اصله درخت در طبقات قطری مختلف انتخاب و کل سیستم ریشه ای آن با بیل مکانیکی از خاک خارج گردید. سپس وزن تر کلیه ریشه هایی که قطر آنها بیشتر از دو میلیمتر بود همانند اندامهای هوایی محاسبه گردید.

پس از محاسبه وزن تر هر کدام از اندامهای درخت، برای محاسبه وزن خشک این اندامها و در نهایت وزن خشک کل درخت نمونه هایی به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم از هر کدام از اندامها گرفته و وزن تر آنها نیز با ترازوی دیجیتال وبا دقت ۰/۰۱ گرم به دست آمد. سپس نمونه ها درون پاکتهای پلاستیکی قرار گرفته و برای تعیین وزن خشک به آزمایشگاه انتقال یافته و تا رسیدن به وزن خشک پایدار در درون آون قرار داده شدند. وزن خشک هر کدام از اندامهای درخت با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید [9].

$$WDC = \frac{WFC + WDS}{WFS} \quad (\text{رابطه ۱})$$

که در آن

WDC وزن خشک هر جزء از درخت، WFC وزن تر هر جزء از درخت، WDS وزن خشک هر نمونه و WFS وزن تر هر کدام از نمونه ها می باشد

حاصل جمع وزن خشک های به دست آمده از رابطه (۱) برابر وزن خشک کل درخت خواهد شد) از این رابطه هم برای اندامهای هوایی و هم برای اندامهای زیر زمینی استفاده گردید).

برای محاسبه میزان کربن در لایه لاشبرگی و زیر اشکوب جنگل، در درون هر پلات ۲ پلات کوچک به ابعاد ۴ در ۴/۲ متر و به مساحت ۱۶/۸ متر مربع استقرار نموده و کل لاشبرگ و گیاهان زیر اشکوب موجود در این مساحت جمع آوری و توزین گردید. سپس نمونه ای به وزن تقریبی ۱۰۰ گرم از آن تهیه و در محل وزن گردید. این نمونه برای تعیین وزن خشک لایه لاشبرگی و زیر اشکوب در آزمایشگاه در درون آون قرار گرفته و پس از رسیدن به وزن پایدار مجدداً وزن گردیده و وزن خشک کل لایه لاشبرگی و زیر اشکوب از طریق نسبت گیری محاسبه گردید.

برای محاسبه درصد کربن (carbon fraction) در این تحقیق از روش احتراق کامل و توزین خاکستر بجای مانده استفاده گردید.

روش تحلیل داده ها

برای برآورد کل کربن در جامعه آماری از معادلات آلومتریک استفاده گردید. معادله مورد استفاده معادله توانی با فرمول $\hat{Y}_i = ax_i^b$ (رابطه ۲) که در آن \hat{Y}_i زیتوده و x_i مقدار متغیر مستقل فرد آماری نام است (فرد آماری درخت و متغیر مستقل قطر برابر سینه یا قطر در ارتفاع ۳۰ سانتی متری درخت می باشد) و a و b ضرایب رگرسیون هستند. با استفاده از معادلات رگرسیونی میزان کربن هر درخت به دست می آید و با توجه به اینکه هر پلات آمار برداری ۱۰۰٪ گردیده، با قرار دادن داده های حاصل از آمار برداری در درون این معادلات، میزان کل کربن برای هر پلات برآورد می گردد. به این ترتیب میزان کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی و زیر زمینی درختان محاسبه می گردد. این مقدار کربن به دست آمده برای ۴۲۰ متر مربع است که قابل تعمیم به واحد سطح و محاسبه کربن در اندامهای (روی زمینی و زیر زمینی) کل درختان می باشد. تحلیل رگرسیون در نرم افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام گردید.

برای برآورد کربن در لایه لاشبرگی و زیر اشکوب پس از مشخص شدن میزان کربن در نمونه آزمایشگاهی و با داشتن وزن خشک کل پلاتهای ۱۶/۸ متر مربعی، از رابطه زیر استفاده گردید [9].

$$WCp = \frac{WFp * WDs * \%Cs}{WFs} \quad (\text{رابطه ۲})$$

که در آن

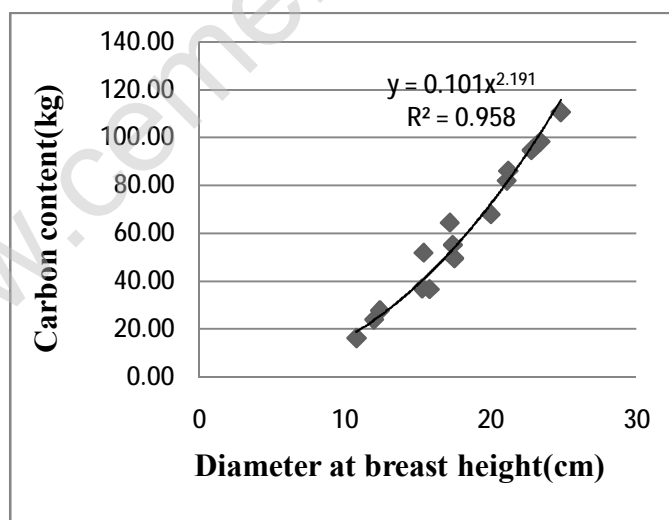
Wcp برابر با وزن کربن در هر پلات ، Wfp وزن تر مواد آلی هر پلات ، Wds وزن خشک نمونه ، %Cs درصد کربن نمونه و Wfs وزن تر نمونه می باشد.

نتایج

بررسی محتوی کربن جنگلکاریهای دو گونه توت و کاج تهران در سه بخش مجزا شامل ۱- اندامهای هوایی ۲- اندامهای زیر زمینی (ریشه ها) و ۳- لایه لاشبرگی و زیر اشکوب انجام گردید که نتایج هر کدام در ادامه می آید.

محتوی کربن اندامهای هوایی

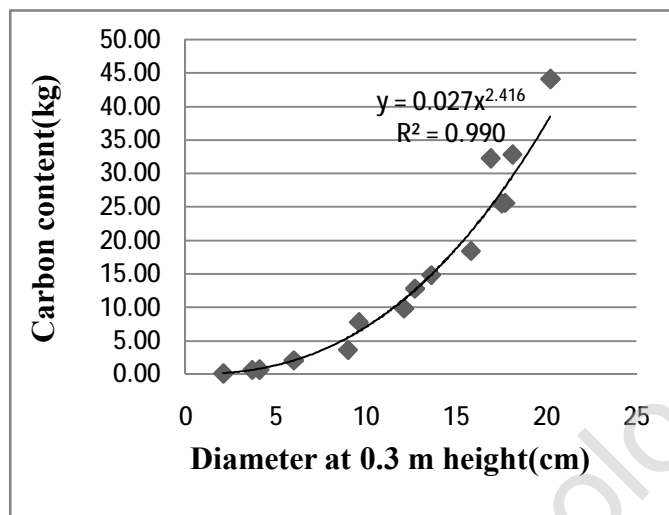
در این قسمت معادلات آلومتریک برای برآورد محتوی کربن اندامهای هوایی درختان توت و کاج به طور جداگانه و با استفاده از تحلیل رگرسیون غیر خطی استقرار یافتند. در مورد گونه کاج ، ضرائب مدل به دست آمده با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار بود ($p < 0.000$). همچنین تحلیل واریانس رگرسیون حاکی از معنی داری مدل به دست آمده بود ($F = 302/387$ ، $p < 0.000$). همبستگی و ضریب تبیین به دست آمده برای این مدل به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۶ به دست آمد (شکل ۱).



شکل ۱- ابر نقاط و منحنی برازش داده شده محتوی کربن اندامهای هوایی درخت در مقابل قطر برابر سینه در گونه کاج

برآورد میانگین محتوی کربن اندامهای هوایی درختان کاج در هکتار ۵۳/۶۴ ($\pm 3/05$) بود که اشتباه آماری برآورد این مقدار ۵/۷ درصد به دست آمد. با توجه به اینکه مساحت جنگلکاری گونه کاج تهران برابر با ۴۰۰ هکتار است، در نتیجه مقدار ۲۱۴۵۶ تن کربن در اندامهای هوایی این درختان طی مدت عمر آنها ذخیره شده است.

در مورد گونه توت، نیز ضرائب مدل به دست آمده، با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار بود ($P < 0.000$) و تحلیل واریانس رگرسیون نشان دهنده معنی داری مدل به دست آمده بود ($F = 1369/031$ ، $P < 0.000$). همبستگی و ضریب تبیین به دست آمده برای این مدل به ترتیب ۰/۹۹۱ و ۰/۹۹۵ به دست آمد (شکل ۲).



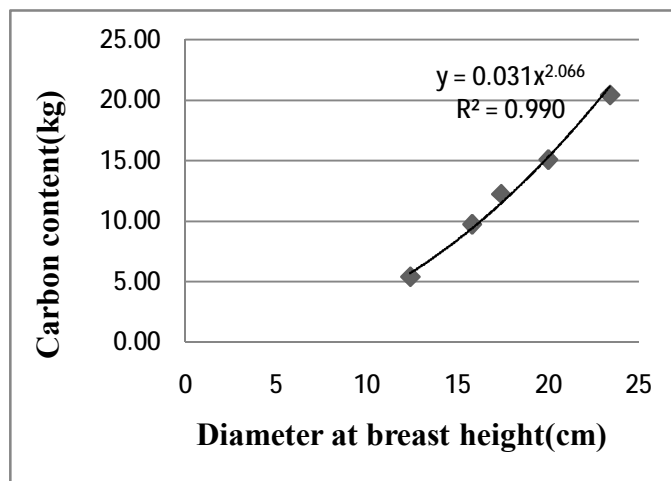
شکل ۲- ابر نقاط و منحنی برازش داده شده محتوی کربن اندامهای هوایی درخت در مقابل قطر در ارتفاع ۰/۳ متری در گونه توت

برآورد میانگین محتوی کربن در اندامهای هوایی درختان توت در هکتار ۱۱/۵۶ ($\pm 1/85$) بود که اشتباه آماری برآورد این مقدار ۱۶ درصد به دست آمد. با توجه به مساحت ۲۰۰ هکتاری جنگلکاری گونه توت، مقدار ۲۳۱۲ تن کربن در اندامهای هوایی این درختان طی مدت عمر آنها ذخیره شده است.

محتوی کربن اندامهای زیر زمینی

برای برآورد محتوی کربن در اندامهای زیر زمینی همانند اندامهای هوایی، معادلات آلومتریک برای هر دو گونه کاج و توت به صورت جداگانه استقرار یافت. برای گونه کاج از دو متغیر قطر برابر سینه و وزن کربن ریشه های قطور تر از ۲ میلیمتر و برای گونه توت از دو متغیر قطر در ارتفاع ۳۰ سانتی متری درخت و وزن کربن ریشه های قطور تر از ۲ میلیمتر به عنوان متغیر های مستقل و وابسته استفاده گردید.

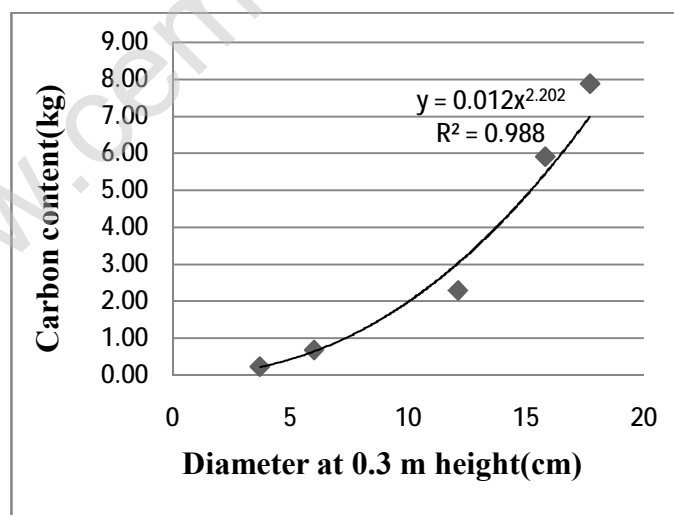
در مورد گونه کاج، ضرائب مدل به دست آمده با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار بود ($P < 0.000$). تحلیل واریانس رگرسیون نشان داد مدل به دست آمده معنی دار است ($F = 315/929$ ، $P < 0.000$). همبستگی و ضریب تبیین به دست آمده برای این مدل به ترتیب ۰/۹۹۵ و ۰/۹۹۱ به دست آمد (شکل ۳).



شکل ۳- ابر نقاط و منحنی برازش داده شده محتوی کربن اندامهای زیر زمینی درخت در مقابل قطر برابر سینه در گونه کاج

برآورد میانگین محتوی کربن در اندامهای زیر زمینی درختان کاج در هکتار ۱۱/۵ (±۰/۷۸) بود که اشتباه آماری این برآورد ۶/۸ درصد محاسبه گردید. با توجه به مساحت جنگلکاری گونه کاج یعنی ۴۰۰ هکتار، مقدار ۴۶۰۰ تن کربن در اندامهای زیرزمینی این درختان طی مدت عمر آنها ذخیره شده است.

در مورد گونه توت نیز ضرائب مدل به دست آمده برای پیش بینی مقدار کربن ذخیره شده در اندامهای زیرزمینی این درختان با ۹۹ درصد اطمینان معنی دار بود ($p < 0.00$) و تحلیل واریانس رگرسیون نشان دهنده معنی داری مدل به دست آمده است ($p < 0.00$ ، $F = 255/8.05$) همبستگی و ضریب تبیین به دست آمده برای این مدل به ترتیب ۰/۹۸ و ۰/۹۹ به دست آمد (شکل ۴).



شکل ۴- ابر نقاط و منحنی برازش داده شده محتوی کربن اندامهای زیر زمینی درخت در مقابل قطر در ارتفاع ۰/۳ متری درخت در گونه توت

برآورد میانگین محتوی کربن در اندامهای زیر زمینی درختان توت در هکتار ۲/۹۳ (±۰/۱۲۱) بود که اشتباه آماری این برآورد ۱۷/۷۵ درصد محاسبه گردید. با در نظر گرفتن مساحت جنگلکاری با گونه توت یعنی ۲۰۰ هکتار، میزان ۵۸۶ تن کربن در مجموع اندامهای زیر زمینی این درختان طی مدت عمر آنها ذخیره شده است.

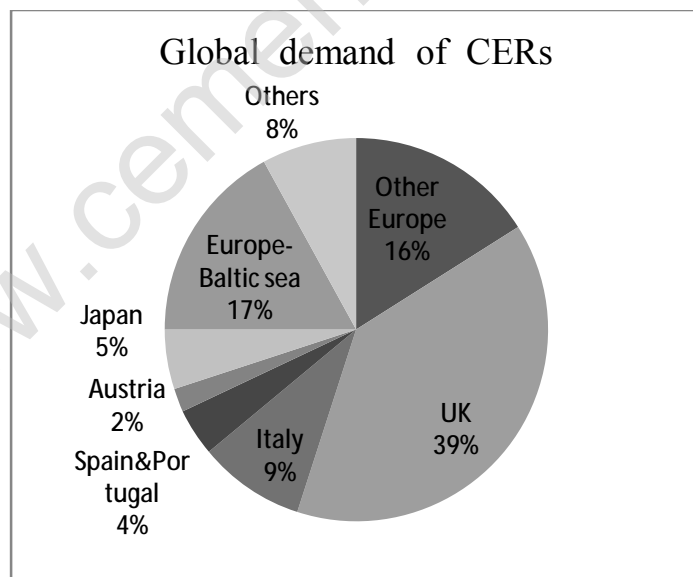
محتوی کربن لایه لاشبرگی و زیر اشکوب

برآورد میانگین محتوی کربن در لایه لاشبرگی و پوشش علفی توده کاج در هکتار ۲/۰۷۹ (± ۰/۲) تن بود که اشتباه آماری این برآورد ۹/۸ درصد محاسبه شد. باتوجه به مساحت ۴۰۰ هکتاری درختان کاج، میزان ۸۳۱/۶ تن کربن در مجموع لایه لاشبرگی این درختان اندازه گیری گردید.

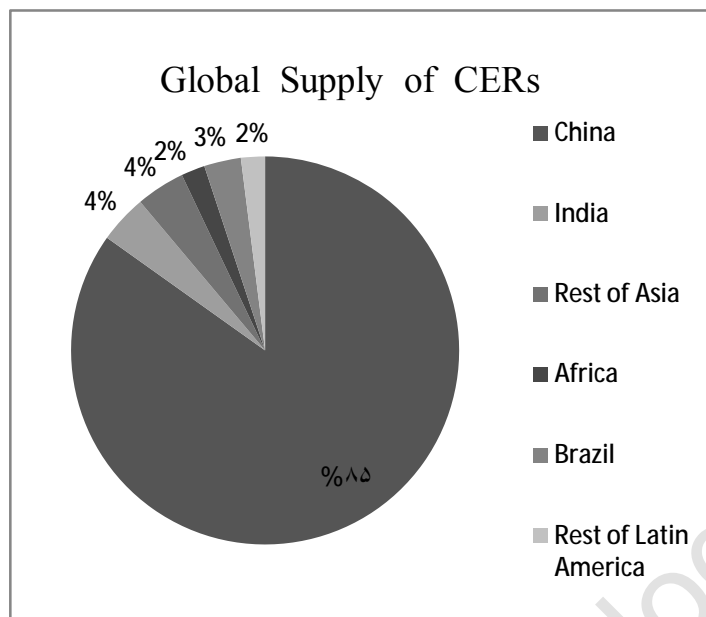
میانگین محتوی کربن در لایه لاشبرگی و پوشش علفی توت در هکتار ۱/۷۶۸ (± ۰/۲) تن و اشتباه آماری این برآورد ۱۱/۳۹ درصد محاسبه گردید که با توجه به مساحت ۲۰۰ هکتاری درختان توت، مقدار ۳۵۳/۶ تن کربن در مجموع لایه لاشبرگی این درختان محاسبه شد.

بحث و نتیجه گیری

از زمان اجرای پروتوکل کیوتو تا کنون کشورهای محدودی از فرصت بوجود آمده در پروژه های CDM و دیگر پروژه های مربوط به تجارت کربن استفاده نموده اند. براساس آمار تا سال ۲۰۱۰ بیشترین عرضه اعتبار کربن در این بازار مربوط به کشور چین است. این کشور که مجری اولین پروژه CDM نیز می باشد به تنهایی ۸۵٪ از عرضه اعتبار کربن را در اختیار دارد. در میان کشورهای آسیایی پس از چین کشور هند بیشترین عرضه را در این بازار داراست. البته این قسمت از بازار یعنی بازار عرضه تنها در اختیار کشورهای در حال توسعه که در مرحله گذار اقتصادی هستند می باشد. در بین این کشورها برزیل در میان کشورهای آمریکای لاتین رتبه نخست را دارد. کشورهایی مثل ایران و ترکیه که مشمول کشورهای در حال توسعه هستند، سهم بسیار ناچیزی از این بازار را در اختیار دارند (شکل ۵). در مقابل بازار عرضه ، بازار تقاضا در اختیار کشورهای توسعه یافته است که بیشترین سهم را از این بازار کشور انگلستان (۳۹٪) دارد [10]. قیمت هر واحد اعتبار کربن (CER) تحت تاثیر فاکتورهای مختلف خصوصا نوسانات قیمت نفت و تصمیمات سیاسی کشورهای عضو پروتوکل تعیین می گردد.



شکل ۵- مقایسه تقاضای اعتبار کربن در مقیاس جهانی برای کشورهای توسعه یافته (کشور انگلستان با ۳۹٪ در صدر این کشورهاست) [10]



شکل ۶- مقایسه عرضه اعتبار کربن در مقیاس جهانی برای کشورهای در حال توسعه (کشور چین با ۸۵٪ در صدر این کشورهاست) [10].

ایران به عنوان کشوری در حال توسعه، شرایط بسیار ویژه برای بهره مندی از این بازار را دارا می باشد. بر اساس الزامات زیست محیطی کشور، کارخانجات صنعتی ملزم به اختصاص بخشی از عرصه خود به درختکاری هستند. با توجه به فراهم بودن شرایط کاشت درخت در بسیاری از این مناطق می توان علاوه بر این بخش، بخشهای وسیعتری را در قالب پروژه های CDM به این امر اختصاص داد. مزیت این امر آن است که با دریافت اعتبار کاهش گازهای گلخانه ای، که از این طریق حاصل می شود، می توان بخش عمده ای از هزینه های نگهداری یا توسعه فضای سبز در این مناطق را جبران نمود. به عنوان مثال در تحقیق حاضر با در نظر گرفتن سه بخش اندامهای هوایی، اندامهای زیر زمینی و لایه لاشبرگی و زیر اشکوب، هر هکتار از گونه کاج تهران، ۶۷/۲۲ و در مجموع ۴۰۰ هکتار آن معادل ۲۶۸۸۸ تن کربن را در این بخشها ترسیب نموده اند (معادل ۹۸۶۷۹ تن جذب گاز CO₂). این مقادیر برای گونه توت به ترتیب برابر با ۱۶/۲۶ و ۳۲۵۲ تن محاسبه شده است (معادل ۱۱۹۳۵ تن جذب گاز CO₂). با توجه به قیمت جهانی کربن یعنی ۱۲/۶ یورو بازای هر تن [10] ارزش ریالی این میزان کربن تقریباً برابر با ۶۴۵۵۹۸۸۰۰۰ ریال برآورد میگردد، این درآمد که تنها با هزینه ثبت پروژه به عنوان پروژه CDM قابل حصول است، برای نگهداری و یا توسعه فضاهای مشابه آن که خود در آینده منشاء تولید کربن خواهد بود، می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

منابع و مراجع

- 1- Jana Bipal k. and Mjumder Mirnmoy. 2010. Impact of climate change on natural resource management. London and New York. Springer.
- 2- Barker Terry, Ekins Paul and Johnston Nick. 2005. Global warming and enrgy demand. USA and Canada . Routledge.
- 3- Houghton John. 2004. Global warming, the complete briefing. New York. Cambridge.
- 4- IPCC(2007). Climate change 2007 : the physical sciences basis. Available on [http:// www.ipcc-wgl.ucar.edu/wg1/wg1-report.html](http://www.ipcc-wgl.ucar.edu/wg1/wg1-report.html). on 10th August 2011.
- 5- Hunt Colin A.G. 2009. Carbon sinks and climate change. Cheltenham, UK • Northampton, MA, USA. Edward Elgar
- 6- Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change. Available on [http:// www.unfccc.int/resources/docs/convkp/kpeng.html](http://www.unfccc.int/resources/docs/convkp/kpeng.html). on 10th August 2011.

- 7- Carbon credit. Available on [http:// www.en.wikipedia.org/wiki/carbon_credit](http://www.en.wikipedia.org/wiki/carbon_credit) . on 18th Augut 2011.
- 8- Anonymous. 1992. Comprehensive and detailed plan for landscape of Mobarakeh Steel industris. Industrial report.
- 9- Anonymous. 2005. Manual of biomass survey and analysis. Japan international cooperation agency.
- 10- Staun Frederik. 2010. Examples of financial benefits of the CDM. UNEP Risoe Centre, Carbon finance

Abstract

The clean development mechanism(CDM) in Kyoto protocol allowed developed countries to define and establish thire carbon offset projects in developing countries. Among carbon offset projects wich have been mentioned in this protocol are afforestation/reforestation projects wich have been established after the year 1990. Since wide plantations was performed around industrialized zones of Iran after the year 1990, a great oppotunity has been created for this country to access the world carbon trading, so that by calculating carbon accumulation in these plantations and changing it to greenhouse gases, especially CO₂ equivalent , it could allocate the large amount of this business, since it has an affordable price of greenhouse gas mitigation. In the present limited projects have been performed in the CDM in Iran or if so they are under constraction. In this research for two tree species that have been planted around industrialized zone of Mobarakeh Steel Complex, include Eldar Pine(*pinus eldarica*) and Mulberry(*morus alba*) amount of carbon accumulation was calculated in the three part: Aboveground, belowground and litter and understorey, using selecting three100% inventory plots and felling and weighting 15 trees from each species based on completely randomized method. Then amount of carbon was transformed in to CO₂ equivalent and expenses were caculated based on the world price of CO₂ metigation. The results showed the CO₂ wich was absorbed by 400 ha of Eldar Pine a17 period was 98679 tone and by 200 ha of Mulberry in the same time span was equal to 11935 tone that in total they have a value of 6455988000 Rials.