فصلنامه علمی – پژوهشی گیاه و زیست بوم
سال ۹، شماره ۳۶، پاییز ۱۳۹۲

برآورد ترسیب کربن چهار گونه بنه (*Pistacia atlantica*)، کیکم (*Acer monspessulanum*)، بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) و افدرا (*Ephedra procera*) در منطقه حفاظت‌شده باغ شادی هرات (استان یزد)

فهیمه الفتی[۱]، اصغر مصلح آرانی[۲]*، حمیدرضا عظیم‌زاده[۲]

چکیده

در این تحقیق پتانسیل ترسیب کربن گونه‌های بنه، کیکم، بادام و افدرا در منطقه حفاظت‌شده باغ شادی هرات در استان یزد مورد مطالعه قرار گرفت. در گونه بنه پتانسیل ترسیب کربن علاوه بر منطقه حفاظت‌شده در منطقه تحت‌چراء نیز مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. برای گزینش درختان مورد مطالعه از روش نمونه‌برداری طبقه‌ای (طبقات قطری) استفاده شد. نمونه‌برداری از بنه پس از قطع درخت اندام‌های مختلف (ریشه، تنه و شاخه و برگ‌ها) در هر کلاسه قطری بادقت توزین شدند. به‌منظور تخمین میزان لاشریزه در هر پلات یک قطعه نمونه ۱ متر مربعی پیاده و لاشریزه موجود بادقت توزین شد. نمونه‌ها خشک و سپس درصد کربن آلی به روش احتراق در کوره تعیین شد. با تعیین وزن خاکستر و با دردست‌داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی میزان ترسیب کربن برای هر گیاه به‌صورت جداگانه محاسبه شد. نتایج نشان داد که میزان ترسیب کربن گونه بنه در منطقه حفاظت‌شده برابر ۶/۲۳۲ تن در هکتار و برای منطقه تحت‌چراء این مقدار برابر ۴/۴۶۱ تن در هکتار به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری بین ترسیب کربن هیچ‌کدام از اندام‌های اندازه‌گیری شده درخت بنه بین دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء به‌دست نیامد. مقایسه ترسیب کربن گونه‌های مختلف نشان داد که گونه بادام بیشترین و افدرا کمترین ترسیب کربن را در یک هکتار داشتند. به‌طورکلی نتیجه‌گیری شد که گونه‌های مورد مطالعه نقش مهمی در ترسیب کربن در رویشگاه‌های خود در جنگل‌های خارج از شمال ایفا می‌نمایند.

واژه‌های کلیدی: افدرا، بادام، بنه، ترسیب کربن، کیکم

۱- دانشگاه یزد، گروه جنگلداری، یزد، ایران
۲- دانشگاه یزد، گروه محیط زیست، یزد، ایران
* مکاتبه‌کننده: (amosleh@yazduni.ac.ir)

تاریخ دریافت: زمستان ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: زمستان ۱۳۹۱

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

گرم‌شدن هوا یک پدیده جهانی است و ناشی از افزایش مستمر گازهای گلخانه‌ای مانند گاز کربنیک در اتمسفر و حاصل مصرف رو به ازدیاد سوخت‌های فسیلی، ازبین‌رفتن جنگل‌ها، چرای بی‌رویه مراتع، تغییر کاربری و برخی فعالیت‌های منجربه توسعه در زندگی بشر است (بابایی کفاکی، ۱۳۸۳). از زمان شروع انقلاب صنعتی در قرن نوزدهم غلظت گاز کربنیک در اتمسفر از ۲۸۰ به ۳۶۵ قسمت در میلیون رسیده است و به‌نظر می‌رسد در قرن بیست و یکم به ۶۰۰ قسمت در میلیون برسد که این امر باعث افزایش دمای متوسط سالیانه زمین به میزان ۱ تا ۴/۵ درجه سانتی‌گراد می‌شود (Komer, 2003). گرچه سهم عمده‌ای از کربن توسط اقیانوس‌ها محبوس و به‌صورت ذخیره‌شده نگه‌داری می‌گردد اما مطالعات نشان می‌دهد که مخزن اقیانوس‌ها آنقدر بزرگ نیستند که بتوانند کل کربن اضافی را در خود ذخیره کنند و باقی‌مانده آن باید در خشکی ذخیره گردد. عمده‌ترین منابع جهت ذخیره‌سازی کربن در خشکی پوشش گیاهی می‌باشد. جنگل‌ها در اکوسیستم‌های خشکی نقش عمده‌ای در ترسیب کربن داشته (Sun *et al.*, 2004) و حدود ۷۵ درصد ترسیب کربن این اکوسیستم‌ها را به‌خود اختصاص می‌دهد (Geng *et al.*, 2000). همچنین ۴۹ درصد از ذخیره کل کربن در تنه درختان افتاده و سرپا، ۲۷ درصد در لاشریزه، شاخه‌ها و سایر محصولات چوبی و بقیه در خاک و کف جنگل انباشته شده است (Woodbury, 2007). پالایش کربن با روش مصنوعی مثل فیلتر هزینه‌های سنگینی را دربر دارد به‌طوری که در آمریکا این هزینه را حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن تخمین زده‌اند (Finer, 1996). در این راستا کشورهای صنعتی برنامه‌های درازمدتی جهت کاهش غلظت گاز کربنیک پیش‌بینی کرده‌اند. در کنفرانس کیوتو این مسأله به‌صورت جدی مطرح و در پروتوکل آن، کشورها را ملزم نموده تا با استفاده از پوشش گیاهی به‌خصوص جنگل‌های طبیعی به ترسیب کربن بپردازند (Dixon *et al.*, 1994). کشور ایران با پذیرفتن معاهده بین‌المللی تغییر اقلیم سازمان ملل متحد موظف است که اقدامات جدی مدیریتی در جهت افزایش پتانسیل ترسیب کربن انجام دهد. عمده‌ترین منابع جهت ترسیب‌سازی کربن، پوشش گیاهی به‌خصوص جنگل‌ها می‌باشند. جهت نشان‌دادن اهمیت جنگل‌ها در این زمینه، تحقیقات گسترده‌ای در اکثر کشورهای جهان برای ارزیابی پتانسیل تثبیت کربن و روش‌های مختلف انجام آن در جنگل‌های طبیعی و دست کاشت انجام شده و ادامه دارد. در این بین تحقیقات انگشت‌شماری بر روی جنگل‌های مناطق خشک به‌ویژه در ایران انجام شده است. نتایج تحقیق بردبار و همکاران (۱۳۸۵) در بررسی پتانسیل ترسیب کربن در جنگلکاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در منطقه غربی استان فارس نشان داد که اکالیپتوس در رویشگاه به‌نسبه حاصل‌خیز سالانه ۷/۸ تن در هکتار و در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۱ تن در هکتار و آکاسیا در رویشگاه ضعیف سالانه ۱/۵ تن کربن در هکتار ذخیره کرده است. ورامش و همکاران (۱۳۹۰) در بررسی برآورد نیروی جنگل شهری در ترسیب کربن اتمسفری نشان داد که هر یک از توده‌های اقاقیا و زبان‌گنجشک به‌ترتیب سالانه ۹/۶۳ و ۳/۵ تن در هکتار کربن ترسیب کرده و منجربه افزایش نیروی ترسیب کربن در حدود ۴۸۲/۵ و ۱۴۰ تن در هکتار شده‌اند. از دیگر مطالعاتی که درخصوص ترسیب کربن انجام شده است می‌توان به نقش جنگل‌های

Archive of SID

www.SID.ir

شاخه‌زاد بلوط در ترسیب کربن و جذب CO_2 (خادمی و همکاران، ۱۳۸۸)، برآورد میزان ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (محمودی طالقانی و همکاران، ۱۳۸۶) و مطالعات نوبخت و همکاران(۱۳۹۰) و پناهی و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کرد. مطالعات انجام‌شده درخصوص توان ترسیب کربن جنگل در ایران اغلب در مناطق جنگل‌کاری‌شده یا درمورد ترسیب کربن خاک در جنگل انجام شده است و کمتر روی جنگل‌های طبیعی مطالعه‌ای صورت گرفته است. مطالعه حاضر کربن ترسیب‌شده در زیتوده چهار گونه بنه (*Pistacia atlantica*)، کیکم (*Acer monspessulanum*)، بادام کوهی (*Amygdalus scoparia*) و افدرا (*Ephedra procera*) به‌عنوان گونه‌های شاخص موجود در منطقه باغ شادی هرات در استان یزد انجام شد. نتایج این تحقیق اهمیت گونه‌های فوق را در ترسیب کربن در جنگل‌های خارج از شمال نشان می‌دهد.

مواد و روش‌ها

منطقه مور دمطالعه

منطقه موردمطالعه در جنوبی‌ترین نقطه استان یزد در شهرستان خاتم قرار دارد که از لحاظ نوع، ترکیب و وسعت در استان منحصربه‌فرد می‌باشد. این منطقه به جهت شرایط اکولوژیک خاص خود گونه‌های باارزش بنه، بادام کوهی، افرا، تنگرس، پرند، قیچ، افدرا و تعداد متعددی از گونه‌های مرتعی را در خود جای داده است. مساحت محدوده حفاظت‌شده ۱۱۶۶۵ هکتار می‌باشد. این محدوده در بین عرض‌های جغرافیایی ″۵۰ ′۴۲ °۲۹ و ″۴۱ ′۵۰ °۲۹ و طول جغرافیایی ″۵۰ ′۴۲ °۵۴ و ″۰۰ ′۱۴ °۵۴ واقع می‌باشد. فاصله منطقه تا مرکز شهرستان خاتم (هرات) حدود ۳۰ کیلومتر و تا مرکز استان یزد ۲۷۰ کیلومتری می‌باشد. همچنین این منطقه شامل ۲۰۰۰۰ هکتار مشجر و ۱۴۰۰۰ هکتار مراتع غیرمشجر است. بخش عمده منطقه را اراضی پرشیب کوهستانی و تپه ماهوری تشکیل داده است. در این محدوده روستاها و مزارعی چون مزرعه باغ شادی بالایی، مزرعه باغ شادی پایینی، روستای باغ معدن و روستای بختیاری قرار گرفته‌اند. مرتفع‌ترین ناحیه منطقه دارای ارتفاع ۲۶۶۴ متر و اراضی پست ۱۸۴۰ متر از سطح دریا می‌باشد.

روش تحقیق

باتوجه به این‌که گونه بنه در اندازه‌های متفاوت قرار داشت، برای گزینش درختان از روش نمونه‌برداری طبقه‌ای (طبقات قطری) استفاده شد. بدین منظور نمونه‌برداری از پوشش گیاهی با روش تصادفی- سیستماتیک انجام و تعداد ۸ عدد ترانسکت به طول ۵۰۰ متر و به فواصل ۱۰۰ متری از یکدیگر به‌طور تصادفی در دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء مستقر گردید. تعداد مناسب پلات‌های نمونه‌برداری با استفاده از روش آماری تعیین حجم نمونه‌گیری (مصداقی، ۱۳۸۲) و اندازه مناسب پلات به روش سطح حداقل (Mueller & Ellenberg, 1974) تعیین و بدین‌ترتیب اندازه مناسب هر پلات ۲۰×۲۰ متر و تعداد ۳۹ پلات برای نمونه‌برداری به‌طور تصادفی بر روی خطوط ترانسکت در هر دو منطقه مستقر گردید. در هر پلات اطلاعاتی از درخت شامل قطر برابر سینه (DBH)، ارتفاع درخت (H)، ارتفاع تنه (Hc) و قطرهای کوچک (L) و بزرگ (W) تاج درخت اندازه‌گیری و سپس با رسم منحنی تعداد در طبقات قطری برای گونه بنه ۴ طبقه

Archive of SID

www.SID.ir

انتخاب گردید. باتوجه به پراکنش تعداد در کلاسه‌های قطری و محدودیت در قطع درختان، تعداد یک اصله از هر کلاسه قطری به‌صورت تصادفی انتخاب و نشانه‌گذاری گردید. همچنین به‌منظور مقایسه توان ترسیب کربن گونه بنه با گونه‌های شاخص در منطقه حفاظت‌شده، از گونه‌های کیکم، بادام و افدرا که فراوانی قابل‌توجهی در منطقه داشتند، به روش مشابه ولی در سه کلاسه قطری نمونه‌برداری شد. پس از قطع درخت اندام‌های مختلف (ریشه، تنه و شاخه و برگ‌ها) بادقت توزین و سپس به قطعات ۵ سانتی‌متری بریده شده و ۱۰ نمونه به‌صورت تصادفی از آنها برداشته شد. به‌منظور تخمین میزان لاشریزه در هر پلات یک قطعه نمونه ۱ متر مربعی پیاده و لاشریزه موجود با دقت گرم توزین شد. روش اندازه‌گیری ترسیب کربن مشابه روش استفاده شده توسط فروزه و همکاران (۱۳۸۷) و مطالعات خادمی و همکاران (۱۳۸۹) و بردبار و همکاران (۱۳۸۵) صورت پذیرفت. بدین‌ترتیب نمونه تنه و شاخه، ریشه و برگ و لاشریزه به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد خشک شد و سپس درصد کربن آلی به‌روش احتراق در کوره تعیین شد. با تعیین وزن خاکستر و باتوجه به این‌که نیمی از ماده آلی گیاهان را کربن آلی تشکیل می‌دهد، براساس رابطه‌های زیر میزان کربن آلی و ضریب تبدیل کربن در هر کدام از اندام‌های گیاه به‌صورت جداگانه محاسبه گردید.

$$\text{ضریب تبدیل کربن} = \frac{\text{کربن آلی}}{\text{وزن اولیه ماده خشک}}$$

با دردست‌داشتن ضریب تبدیل و وزن اولیه اندام‌های گیاهان ترسیب کربن محاسبه گردید. به‌منظور بررسی و مقایسه میزان ترسیب کربن بین گیاهان و همچنین اندام‌های مختلف از آنالیز واریانس یک‌طرفه و برای کلاسه‌بندی مقدار میانگین‌ها از آزمون دانکن استفاده شد. بررسی‌ها به کمک نرم‌افزارهای آماری SPSS16 و Excel انجام گرفت.

نتایج

مقایسه میانگین داده‌های خصوصیات کمی توده موردمطالعه در دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء نشان داد که ارتفاع کل، قطر برابر سینه، ارتفاع تنه، تعداد درخت، میانگین دو قطر تاج، تاج پوشش و سطح مقطع برابر سینه درختان در هکتار، در منطقه حفاظت‌شده به‌صورت معنی‌داری بیشتر از منطقه تحت‌چراء بود (جدول ۱).

برآورد ترسیب کربن گونه بنه

ضریب تبدیل کربن برگ بنه (۰/۴۶۷)، چوب بنه (۰/۴۸)، چوب کیکم (۰/۴۸۴)، چوب بادام (۰/۴۹) و چوب افدرا (۰/۴۸) نشان داد که چوب بادام بیشترین و برگ بنه کمترین ضریب تبدیل را دارا است. بر این اساس میزان ترسیب کربن در هر کدام از اندام‌ها و همچنین ترسیب کربن در هکتار برای این گونه در منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء برآورد گردید که نتایج حاصل از آن در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که به‌طور متوسط، میزان ترسیب کربن در هر کدام از اندام‌های تنه (و شاخه)، برگ و ریشه بنه در منطقه حفاظت‌شده به‌ترتیب برابر ۴/۸۳۶، ۰/۰۷۷۱ و ۱/۳۱۹ تن در هکتار بود که این میزان در منطقه تحت‌چراء به‌ترتیب برابر با ۳/۴۰۷، ۰/۰۴۷۸ و ۱/۰۰۷ به‌دست آمد. میزان ترسیب کربن گونه بنه در منطقه حفاظت‌شده برابر ۶/۲۳۲ تن در هکتار و برای منطقه تحت‌چراء این مقدار برابر ۴/۴۶۱ تن در هکتار به‌دست آمد. تفاوت معنی‌داری

Archive of SID

www.SID.ir

بین دخیره کربن هیچ‌کدام از اندام‌های اندازه‌گیری‌شده درخت بنه بین دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء به‌دست نیامد. باتوجه به مساحت جنگل منطقه حفاظت‌شده، میزان ترسیب کربن توسط گونه بنه برای کل این منطقه حدود ۶۵۸۰۶/۸ تن محاسبه شد.

مقایسه ترسیب کربن گونه‌های مختلف نشان داد که گونه بنه با ترسیب کربن ۱۱۳/۸ کیلوگرم بالاترین و افدرا با ۹/۰۵۴ کیلوگرم کمترین ترسیب کربن را داشتند. درمقابل به‌دلیل تراکم بالای گونه افدرا در منطقه ترسیب کربن افدرا در هر هکتار برابر با ۷۹۲۵ کیلوگرم و در گونه بنه برابر با ۶۱۵۵ به‌دست آمد. بالاترین مقدار ترسیب کربن در یک هکتار در گونه بادام به‌دست آمد (جدول ۳).

ترسیب کربن لاشبرگ

باتوجه به ضریب تبدیل کربن به‌دست‌آمده برای لاشبرگ، میانگین کربن لاشبرگ در توده موردبررسی در منطقه حفاظت‌شده برای هر هکتار معادل ۰/۴۴۵ تن به‌دست آمد که این مقدار برای کل منطقه موردنظر برابر ۴۶۹۹ اندازه‌گیری شد.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج مشخصات کمی جمعیت گونه بنه نشان داد که میانگین قطر برابر سینه، سطح مقطع برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تنه، متوسط قطر تاج، تاج پوشش و تعداد در هکتار درختان بنه در منطقه حفاظت‌شده بیشتر از منطقه تحت‌چراء بود. در مطالعه حاضر تراکم گونه بنه در منطقه حفاظت‌شده برابر با ۶۴ و در منطقه تحت‌چراء برابر با ۴۰ اصله در هکتار به‌دست آمد. متفاوت با نتایج این تحقیق تراکم بنه در جنگل‌های بنه در یاسوج ۵ اصله گزارش شده است (عدل، ۱۳۸۶). راد و فتاحی (۱۳۸۴) در بررسی برخی از خصوصیات کمی و کیفی تیپ‌های مختلف بنه در استان یزد نشان دادند که بالاترین تراکم بنه در تیپ بنه – بادام در منطقه باغ شادی هرات ۷۵ اصله در هکتار می‌باشد. در منطقه تحت‌چراء، درختان درمعرض مستقیم عوامل تخریب از جمله چرای مفرط دام و همچنین قطع و سوزاندن درختان و انواع بهره‌برداری شامل برگ، میوه و سرشاخه هستند. اما صدمات وارده به درختان به‌طور عمده ناشی از برداشت چوب و قطع شاخ و برگ برای تغذیه دام می‌باشد. در منطقه حفاظت‌شده درختان بنه زادآوری خوبی داشتند و درختان در سنین مختلف قابل‌مشاهده بودند. تخریب جنگل در منطقه تحت‌چراء اثر مستقیمی بر میزان ترسیب کربن داشت به‌طوری‌که میزان ترسیب کربن در هکتار در منطقه حفاظت‌شده توسط درخت بنه برابر با ۶۲۳۲ کیلوگرم و در منطقه تحت‌چراء برابر با ۴۴۶۰ گیلوگرم به‌دست آمد. این تفاوت در اندام‌های گونه بنه در این دو منطقه نیز مشاهده شد. متوسط ترسیب کربن هر درخت بنه در منطقه حفاظت‌شده نیز به‌دلیل مشخصات کمی بهتر بیشتر از آن در منطقه تحت‌چراء بود.

مقایسه میزان ترسیب کربن اندام‌های درخت بنه در هر دو منطقه نشان داد که قسمت تنه درخت میزان ترسیب کربن بیشتری (۷۵ درصد) نسبت به ریشه و سپس ترسیب کربن برگ‌ها داشت. نتایج فروزه و همکاران (۱۳۸۷)، عبدی و همکاران (۱۳۸۷)، مهدوی و همکاران (۱۳۸۸)، رنجبری کریمیان (۱۳۸۹)، شیدایی (۱۳۹۰)، Swame *et al* (2003) و Paul *et al* (2009) نیز نشان داد که اندام‌هایی که دارای بافت چوبی‌اند، از توانایی بیشتری در ترسیب کربن برخوردار بوده و هرچه

Archive of SID

www.SID.ir

نسبت اندام‌های چوبی در گیاه بیشتر باشد، توان آن در ترسیب کربن افزایش می‌یابد. مطالعه Houghton *et al* (1999)، نیز نشان داد که بیش از ۵۰ درصد کربن در یک گیاه در بافت‌های چوبی آن نظیر ساقه وجود دارد.

ضریب تبدیل برگ‌ها به‌دلیل داشتن مواد معدنی بیشتر، از دیگر اندام‌های درخت کمتر است (بردبار، ۱۳۸۵). به‌نظر می‌رسد که چنانچه از گونه‌های ساقه چوبی برای گسترش پوشش گیاهی مناطق خشک استفاده شود، می‌توان توان ترسیب کربن منطقه را بهبود بخشید (فروزه و همکاران، ۱۳۸۷).

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان ترسیب کربن اندام چوبی (تنه و شاخه) و ریشه یک درخت بنه ۱۱۳/۸ کیلوگرم است و میزان ترسیب کربن سه گونه کیکم، بادام و افدرا برابر ۷۰/۴۳۲، ۴۹/۹۸۵ و ۹/۰۵۴ کیلوگرم می‌باشد. درحالی‌که میزان ترسیب کربن گونه بادام با ۲۷/۱۱۷ تن بالاترین افدار را بین گونه‌های دیگر در هکتار داشت. باتوجه به نتایج می‌بینیم که گونه بنه باوجود اینکه برای هر پایه میزان ترسیب کربن بالاتری دارد اما چون تراکم این گونه (۶۴ پایه در هکتار) نسبت به ۳ گونه افدرا، بادام و کیکم (۸۸۳/۷۵، ۵۴۲/۵، ۱۲۲ پایه در هکتار) در منطقه قرق کمتر است، بنابراین میزان کربن کمتری ترسیب کرده است.

باتوجه به این‌که ۲۷ درصد از وزن دی‌اکسیدکربن اتمسفری را کربن تشکیل می‌دهد (جرم اتمی کربن ۱۲و جرم اتمی اکسیژن ۱۶ می‌باشد)، بنابراین هر تن دی‌اکسیدکربن اتمسفری معادل ۲۷۰ کیلوگرم کربن می‌باشد درنتیجه هر تن کربن ترسیب‌شده معادل ۳/۷ دی‌اکسیدکربن اتمسفری می‌باشد (ورامش، ۱۳۹۰). همان‌طور که نتایج نشان داد میزان ترسیب کربن در منطقه حفاظت‌شده توسط گونه‌های مورد مطالعه معادل ۴۹/۷۹ تن می‌باشد، که این رقم باعث افزایش جذب و ترسیب کربن اتمسفری به میزان۱۸۴/۲۲۳ تن می‌شود. پالایش کربن اتمسفری با استفاده از روش‌های مصنوعی هزینه‌های سنگینی را دربر دارد، به‌طوری که این هزینه را در آمریکا حدود ۳۰۰-۱۰۰ دلار برای هر تن کربن ترسیب‌شده در هکتار تخمین زده‌اند (Finer, 1996) درصورتی‌که این هزینه به‌طور میانگین ۲۰۰ دلار برای هر تن ترسیب کربن در هکتار درنظر گرفته شود (ورامش و همکاران، ۱۳۸۸) بنابراین ارزش اقتصادی حاصل از ترسیب کربن گونه‌های موردمطالعه در هر هکتار در منطقه حفاظت‌شده باغ شادی برابر ۳۶۸۴۴/۶ دلار می‌شود.

پتانسیل ترسیب کربن برحسب گونه گیاهی، مکان و شیوه مدیریت متفاوت است. بنابراین با شناخت گونه‌هایی که دارای قابلیت بیشتری جهت ترسیب کربن بوده و همچنین بررسی عوامل مدیریتی که بر فرایند ترسیب کربن تأثیرگذار هستند، می‌توان اصلاح و احیاء اراضی ازمنظر شاخص ترسیب کربن را دنبال نمود. این امر می‌تواند یک نگرش سیستمی به اصلاح و احیاء محیط زیست باشد، چراکه درضمن تأمین حفاظت کمی و کیفی رویشگاه، می‌تواند راهکاری موثر در جهت مقابله با آلودگی هوا و بحران تغییر اقلیم و درنهایت دستیابی به توسعه پایدار تلقی گردد (ورامش، ۱۳۸۹). هرچه نیروی تولید بیومس هوایی و زیرزمینی در گونه‌ها تحت‌تأثیر مدیریت حفاظت در عرصه‌ها و رویشگاه‌های مختلف بیشتر باشد، ذخیره کربن در پیکره درختان، لاشبرگ و خاک نیز بیشتر می‌شود و گام موثری در کاهش گازهای گلخانه‌ای برداشته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

سپاس‌گزاری

بدین‌وسیله نویسندگان مقاله از همکاری صمیمانه اداره محیط زیست و منابع طبیعی استان یزد (شهرستان هرات) کمال تشکر و قدردانی را دارد.

جدول ۱- مشخصات کمی رویشگاه بنه در دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء در هکتار

منطقه	تعداد	قطر برابر سینه (cm)	سطح مقطع برابر سینه (cm^2)	ارتفاع کل (m)	ارتفاع تنه (m)	متوسط قطر تاج (m)	تاج پوشش (m^2)
حفاظت‌شده	۶۴*	۴۷/۱۳*	۱۵۸۸*	۶/۹*	۳/۲۱*	۷/۴۲*	۴۳/۲۱*
تحت‌چراء	۴۰	۳۲/۸۹	۱۱۰۸/۱۹	۴/۷	۱/۷۹	۵/۵۸	۲۴/۴۴

*اختلاف معنی‌دار براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲- ترسیب کربن در تنه، برگ و ریشه هر درخت و در هکتار در گونه بنه در دو منطقه حفاظت‌شده و تحت‌چراء

طبقه قطری	منطقه	ترسیب کربن شاخه و تنه یک درخت (Kg)	ترسیب کربن شاخه و تنه در هکتار (Kg)	ترسیب کربن ریشه یک درخت (Kg)	ترسیب کربن ریشه در هکتار (Kg)	ترسیب کربن برگ یک درخت (Kg)	ترسیب کربن برگ در هکتار (Kg)	ترسیب کربن یک درخت (Kg)	ترسیب کربن کل در هکتار (Kg)
۱۵>	حفاظت‌شده	۵۳/۴۴	۱۶۰۳/۲۱	۱۰/۱۴	۳۰۴/۲۹	۰/۰۴	۱/۲۱	۶۳/۶۲	۱۹۰۸/۷۱
	تحت‌چراء	۵۳/۴۴	۳۲۰/۶۴	۱۰/۱۴	۶۰/۸۶	۰/۱۸	۱/۰۵	۶۳/۷۶	۳۸۲/۵۵
۱۵-۳۰	حفاظت‌شده	۷۵/۷۷	۹۰۹/۲۸	۲۰/۷۷	۲۴۹/۲۳	۱/۰۶	۱۲/۷۷	۹۷/۶۱	۱۱۷۱/۲۷
	تحت‌چراء	۷۵/۷۷	۱۲۸۸/۱۵	۲۰/۷۷	۳۵۳/۰۷	۰/۸۳	۱۴/۰۸	۹۷/۳۷	۱۶۵۵/۳۰
۳۰-۴۵	حفاظت‌شده	۱۰۲/۰۹	۱۷۳۵/۶۱	۳۲/۳۶	۵۵۰/۱۴	۲/۳۳	۳۹/۶۹	۱۳۶/۷۹	۲۳۲۵/۴۴
	تحت‌چراء	۱۰۲/۰۹	۱۳۲۷/۲۳	۳۲/۳۶	۴۲۰/۶۹	۱/۳۶	۱۷/۷	۱۳۵/۸۲	۱۷۶۵/۶۳
>۴۵	حفاظت‌شده	۱۱۷/۶۵	۵۸۸/۲۴	۴۲/۹۹	۲۱۴/۹۴	۴/۶۹	۲۳/۴۶	۱۶۵/۳۳	۸۲۶/۶۳
	تحت‌چراء	۱۱۷/۶۵	۴۷۰/۵۹	۴۲/۹۹	۱۷۱/۹۵	۳/۷۴	۱۴/۹۵	۱۶۴/۳۷	۶۵۷/۴۹
کل	حفاظت‌شده	۸۷/۲۴	۴۸۳۶/۳۲	۲۶/۵۷	۴/۳۵	۲/۰۳	۷۷/۱۲	۱۱۵/۸۴	۶۲۳۲/۰۵
	تحت‌چراء	۸۷/۲۴	۳۴۰۶/۰۶	۲۶/۵۷	۱۰۰۶/۵۶	۱/۵۳	۴۷/۸	۱۱۵/۳۳	۴۴۶۰/۹۷

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۳- ترسیب کربن گونه‌های مختلف در منطقه حفاظت‌شده

گونه	تعداد در هکتار	ترسیب کربن شاخه و تنه یک درخت (Kg)	ترسیب کربن ریشه یک درخت (Kg)	ترسیب کربن یک درخت (یا بوته) (Kg)	ترسیب کربن درخت (یا بوته) هکتار (Kg)
بنه	۶۴	۸۷/۲۴a	۲۶/۵۷a	۱۱۳/۸a	۷۲۳۲c
بادام	۵۴۲/۵	۳۸/۸۱bc	۱۱/۱۸ab	۴۹/۹۸۵b	۲۷۱۱۶/۹a
افدرا	۸۸۳/۷۵	۷/۶۱c	۱/۴۵b	۹/۰۵۴b	۷۹۲۴/۹bc
کیکم	۱۲۲	۵۰/۰۹ab	۲۰/۳۴ ab	۷۰/۴۳ ab	۸۵۹۲/۶b

* حروف متفاوت نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین گونه‌های گیاهی براساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشد.

منابع

بابایی کفاکی،س. ۱۳۸۳. نقش جنگل‌ها و مراتع کشور درجذب و انتشار گازهای گلخانه‌ای و ارائه روش‌هایی جهت کاهش انتشار، سومین کنفرانس منطقه‌ای و اولین کنفرانس ملی تغییر اقلیم، اصفهان، ص: ۳۲۸-۳۲۳.

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

پناهی،پ.، م.پورهاشمی، و م.حسنی‌نژاد. ۱۳۹۰. برآورد زیتوده و ترسیب کربن برگ گونه بنه در باغ گیاه‌شناسی ملی ایران، مجله جنگل ایران، انجمن جنگلبانی ایران، سال سوم، ۱: ۱۲-۱.

خادمی،ا.، س.بابایی کفاکی، و ا.متاجی. ۱۳۸۹. نقش جنگل‌های شاخه زاد بلوط در ترسیب کربن و جذب co2 (مطالعه موردی: جنگل‌های اندبیل خلخال)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۸، ۲: ۲۵۲-۲۴۲.

راد،م.ه.، و م.فتاحی. ۱۳۸۴. بررسی برخی از خصوصیات کمی و کیفی تیپ‌های مختلف بنه در استان یزد، فصلنامه پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۳، ۲: ۲۲۵-۲۰۴.

رنجبری کریمیان،ژ. ۱۳۸۹. مقایسه میزان ترسیب کربن در دو جامعه علفزار و بوته‌زار (مطالعه موردی: اخترآباد شهریار)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دنشگاه تهران.

شیدایی،ا. ۱۳۹۰. ارزیابی توان ترسیب کربن گونه‌های احیایی *Agropyron elongatom (Host)P.Beauv* و *Atriplex lentoformis S.Wats.* (مطالعه موردی: منطقه چیر قویمه گنبد)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مرتع‌داری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان.

Archive of SID
www.SID.ir

عبدی،ن.، ح.مداح عارفی، و ق.زاهدی امیری. ۱۳۸۷. برآورد ظرفیت ترسیب کربن در گون‌زارهای استان مرکزی (مطالعه موردی منطقه مالمیر شهرستان شازند)، فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات مرتع و بیابان ایران، جلد ۱۵، ۲: ۲۸۲-۲۶۹.

عدل،ح. ۱۳۸۶. برآورد بیوماس برگ و شاخص سطح برگ دو گونه عمده در جنگل‌های یاسوج، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، جلد ۱۵، ۴: ۴۲۶-۴۱۷.

فروزه،م.ر.، غ.حشمتی، غ.قنبریان، و س.ح.مصباح. ۱۳۸۷. مقایسه توان ترسیب کربن سه گونه بوته‌ای گل آفتابی، سیاه گینه و درمنه دشتی در مراتع خشک ایران (مطالعه موردی: دشت گربایگان فسا)، مجله محیط شناسی، سال سی و چهارم، ۴۶ :۷۲-۶۵.

محمودی طالقانی،ع.، ق.زاهدی امیری، ا. عادلی، و خ.ثاقب طالبی. ۱۳۸۶. برآورد ترسیب کربن خاک در جنگل‌های تحت مدیریت (مطالعه موردی جنگل گلبند در شمال کشور)، فصلنامه جنگل و صنوبر، جلد ۱۵، ۳: ۲۵۲-۲۴۱.

مصداقی،م. ۱۳۸۲. مرتع‌داری در ایران، انتشارات آستان قدس رضوی، چاپ چهارم، صفحه ۳۳۳.

مهدوی،س.خ.، ع.سندگل، ح.آذرنیوند، س. بابایی کفاکی، م.جعفری، و ف.مهدوی. ۱۳۸۸. بررسی اثر تراکم آتریپلکس لنتی فورمیس بر میزان ترسیب کربن و مقایسه آن با تراکم کشت آتریپلکس در پروژه بوته‌کاری در مرتع (مطالعه موردی اصفهان)، مجله گیاه و زیست‌بوم، شماره هفدهم، بهار ۱۳۸۸.

ورامش،س. ۱۳۸۸. مقایسه میزان ترسیب کربن گونه‌های پهن‌برگ و سوزنی‌برگ در جنگل شهری (مطالعه موردی پارک چیتگر تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۵۲.

ورامش،س.، س.م.حسینی، ن.عبدی، و م.اکبری‌نیا. ۱۳۸۹. اثر جنگل‌کاری در افزایش ترسیب کربن و بهبود برخی ویژگی‌های خاک، مجله جنگل ایران، ۳۵: ۲۵-۱.

ورامش،س.، س.م.حسینی، و ن.عبدی. ۱۳۹۰. تأثیر جنگل‌کاری با گونه‌های پهن‌برگ بر ترسیب کربن خاک در پارک جنگلی چیتگر، مجله پژوهش‌های خاک (علوم خاک و آب)، جلد ۲۵، شماره ۳.

Dixon,R.K., J.K.Winjun, K.J.Adrasko, and P.E.Schroeder. 1994. Integrated land-use systems: assessment of promising agroforest and alternative land-use practices to enhance carbon conservation and sequestration. Climate Change, 30: 1-23.

Finer,L. 1996. Variations in the amount and quality of litterfal in a *Pinus sylvestris* L.stand growing on a bog. Forest Ecology and management, 80: 1-11.

Geng,Y.B., Y.S.Dong, and W.Q.Meng. 2000. Progress of terrestrial carbon cycle studies. Advance in Earth Science, 19: 297-306.

Archive of SID

www.SID.ir

Houghton.J.T., G.J.Jenkins, and J.J.Ephraum. 1999. Climate change the IPCC scientific Assessment. Cambridge University press. Cambridge.

Komer,C. 2003. Carbon limitation in trees. Journal of Ecology, 91: 4-17.

Mueller,D., and H.Ellenberg. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: Joh n Wiley & Sons. 47 pp.

Paul,K.I., K.Jacobsen, V.Koul, P.Lepper, and J.Smith. 2009. Predicting growth and sequestration of carbon by plantations growing in regions of low- rainfall in Southern Australia. J. Forest Ecology and Management. 254: 205-216.

Sun,R., J.M.Chen, Y.Zhou, and Y.Liu. 2004. Spatial distribution of net primary productivity and evapotranspiration in Changbaishan natural reserve, China using Landsat ETM+ data. Canadian Journal of Remote Sensing, 30:731-742.

Swame,S.L., S.Pri, and A.K.Singh. 2003. Growth biomass, carbon storage and nutrient distribution in Gmelina araborea Roxb. Stand on red lateritic soils in sentral India. Bioresource Technology, 90(2): 109-126.

Woodbury,B. 2007. Carbon sequestration in U.S. forest sector from 1990 to 2010. Forest Ecology and Management, 241 (1-3) : 14-27.

Archive of SID

www.SID.ir