

ارزش اقتصادی کارکرد ذخیره کربن در کاربری‌های مختلف جنگل‌های زاگرس شمالی

مجید پاتو*^۱، علی صالحی^۲، قوام الدین زاهدی امیری^۳ و عباس بانج شفیعی^۴

۱- دکتری جنگلداری، اداره منابع طبیعی شهرستان مهاباد، مهاباد، ایران.

۲- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

۳- استاد، گروه جنگلداری و اقتصاد جنگل، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

۴- دانشیار، گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۱/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۶/۱۲

چکیده

در این پژوهش، مقدار ذخیره کربن در زی توده گیاهی و خاک چهار کاربری (بکر، حفاظتی، بهره‌برداری و باغی) در جنگل‌های میرآباد شهرستان سردشت برآورد و ارزش‌گذاری شد. ابتدا در هر کاربری در داخل واحدهای همسان، ۳۰ قطعه نمونه با ابعاد ۲۵×۲۵ متر مشخص شد. در هر قطعه نمونه قطر برابرسینه درختان از طبقه قطری بیشتر ۱۰ سانتی‌متر اندازه‌گیری شدند. نمونه‌برداری لاشبرگ بر اساس روش نمونه‌برداری مستقیم در قطعه‌نمونه‌هایی به ابعاد ۰/۵×۰/۵ متر در چهارگوشه و مرکز قطعه‌نمونه اصلی انجام و ارتفاع قطورترین و نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه‌نمونه اندازه‌گیری شد. به‌منظور برآورد مقدار ذخیره کربن آلی خاک در دو عمق صفر تا ۱۵ و ۱۵-۵۰ سانتی‌متر برداشت‌ها انجام گرفت. برای ارزش‌گذاری این خدمت اکوسیستمی، از روش هزینه‌های جایگزین استفاده شد. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌های آماری حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در مقدار ذخیره کربن در زی توده گیاهی و افق‌های خاک در چهار کاربری بود. نتایج نشان دادند که هر هکتار کاربری‌های بکر، حفاظتی، بهره‌برداری و باغی به ترتیب ارزش اقتصادی معادل ۸۹۰، ۴۶۶، ۳۸۰ و ۱۹۰ میلیون ریال (هکتار/سال) از بعد کارکرد ذخیره کربن برخوردار است. این اطلاعات، ارزش محیط زیستی جنگل‌های زاگرس را بیشتر از پیش آشکار می‌سازد.

واژه‌های کلیدی: ارزش‌گذاری اقتصادی، ترسیب کربن، زی توده، هزینه جایگزین.

محاسبه ارزش ریالی قیمت دلار ۲۹۴۳۸ ریال Central Bank of the Islamic Republic of Iran,) (2015) در نظر گرفته شده است.

Costanza و همکاران (1997) با استفاده از روش هزینه جایگزین (در صورت نبود اکوسیستم و جایگزین آن با روش های مصنوعی) در سال ۱۹۹۷ ارزش ذخیره کربن در جهان را ۶۸۴ میلیارد دلار برآورد کردند. از این رقم ۴۲۴ میلیارد دلار مربوط به جنگل های گرمسیری است. ذخیره کربن در زی توده جنگل های مدیریت شده، جنگل هایی با مدیریت سنتی و مراتع به ترتیب ۳۳۵، ۱۴۵ و ۴۶ تن در هکتار است و ذخیره کربن تا عمق ۴۰ سانتی متری خاک صورت می گیرد (Kirby, 2007). بین حاصلخیزی خاک و شاخص سطح برگ با رویش درختان و مقدار زی توده و در نتیجه مقدار ذخیره کربن رابطه مستقیمی وجود دارد (Arias, 2007). ژانگ در سال ۲۰۰۳ مقدار تثبیت کربن سالانه جنگل های چین را ۱۱۸/۱ میلیون تن در نتیجه رویش درختان، ۱۸/۴ میلیون تن در خاک جنگل محاسبه نمود. از طرف دیگر، جنگل های چین سالانه و ۳۸/۹ میلیون تن کربن در اتمسفر رها می سازند که بدین ترتیب مقدار جذب خالص برابر ۹۷/۶ میلیون تن خواهد بود (Zhang, 2003). Schman و همکاران (2002) در پژوهش خود بیان کردند که علت اصلی اختلاف در نتایج مقدار ذخیره کربن، عوامل اقلیمی، وضعیت توپوگرافی، ویژگی های خاک، ترکیب جامعه گیاهی و اعمال مدیریت های مختلف است. Karimzadegan و همکاران (2007) با استفاده از روش هزینه جایگزین، ارزش تنظیم گاز (ذخیره کربن) در جنگل های ناحیه هیرکانی ۷۳۰ دلار در هکتار و متوسط این رقم در جنگل های کشور را ۲۱۲/۵ دلار در هکتار برآورد کردند. نتایج بررسی Badhyan و همکاران (2014) با عنوان "برآورد ارزش اقتصادی

کارکرد ذخیره کربن در درختان و خاک بسیار مهم است به طوری که جنگل ها یکی از مهم ترین عناصر، چرخه کربن جهانی محسوب می شوند (Aris, 2007). در میان خدمات غیربازاری ارائه شده به وسیله اکوسیستم های جنگلی، جذب و ذخیره سازی دی اکسید کربن (ذخیره کربن) از اهمیت ویژه ای برخوردار است. ذخایر کربن در جنگل شامل موجودی زی توده گیاهی و کربن موجود در خاک است (De Neergaard et al., 2002) بنابراین یکی از مهم ترین خدمات ارائه شده توسط جنگل ها، جذب و تثبیت دی اکسید کربن و استفاده از آن در فرآیند فتوسنتز است. ذخیره کربن به عنوان فرآیندی عمل می کند که طی آن دی اکسید کربن از اتمسفر گرفته شده و در بافت های گیاهی به صورت هیدرات های کربن ذخیره شده و سپس بخشی از آن به صورت کربن لاشبرگ و کربن آلی خاک ذخیره می شود. برای ارزش گذاری مقدار کربن تثبیت شده، گاز دی اکسید کربن تولید شده در اثر فرآیندهای صنعتی به صورت مصنوعی از جو جمع آوری و ذخیره سازی می شود. هزینه جذب، انتقال و ذخیره سازی CO₂ به روش صنعتی در سال ۲۰۰۵ معادل قیمت ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن دی اکسید کربن در نظر گرفته شد (IPCC, 2005). یکی از مهم ترین و جامع ترین بررسی ها و پژوهش های انجام شده در زمینه ارزش گذاری منابع محیط زیستی، پژوهش Costanza و همکاران (1997) است. در این پژوهش ۱۷ کارکرد محیط زیست برای اکوسیستم های مختلف شناسایی و ارزش کارکرد سالانه آن ها به واحد پولی تقویم شده است. در این تحقیق به استناد پژوهش مذکور، هزینه جذب، انتقال و ذخیره سازی CO₂ به روش صنعتی ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن دی اکسید کربن و به منظور

مورد بررسی در شیب‌های زیاد واقع و سنگ‌بستر آن عموماً از سنگ‌های آهکی تشکیل شده است. خاک آن کم عمق و دارای فرسایش سطحی است (Taef saz, 2005). بر اساس اهداف تحقیق پس از پیمایش منطقه و استفاده از اطلاعات موجود، چهار کاربری متفاوت از زمین به شرح ذیل شناسایی و انتخاب شدند:

الف) عرصه جنگلی کمتر دست‌خورده به مساحت ۶/۴۱ هکتار (منطقه بکر)

ب) منطقه مورد بهره‌برداری رایج (گلازنی، برداشت چوب سوخت و چرای دام) به مساحت ۲۰۱۹/۵۷ هکتار (منطقه بهره‌برداری)

ج) منطقه حفاظتی (عرصه کوهستانی و پرشیب) به مساحت ۳۱۵/۶۸ هکتار (منطقه حفاظتی)

د) عرصه تغییر کاربری داده‌شده برای فعالیت‌های باغی به مساحت ۳۸۹/۲۹ هکتار (منطقه باغی)

شیوه اجرای پژوهش

ابتدا برای هر یک از کاربری‌ها، نقشه واحدهای شکل زمین تهیه و سپس در داخل واحدهای همسان ۳۰ قطعه نمونه با ابعاد ۲۵ × ۲۵ متر به روش تصادفی، مشخص شدند. در داخل هر قطعه نمونه برخی از مشخصات کمی درخت مانند قطر برابر سینه تمامی درختان در طبقه قطری ۱۰ سانتی‌متر و بالاتر اندازه‌گیری شد. ارتفاع کل (H) قطورترین درخت و نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه نمونه نیز اندازه‌گیری شد. نمونه‌برداری لاشبرگ در اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۲ و قبل از شروع فصل رویش بر اساس روش نمونه‌برداری مستقیم در قطعه نمونه‌هایی به ابعاد ۰/۵ × ۰/۵ متر در چهارگوشه و مرکز قطعه نمونه اصلی انجام شد (Hernandez et al., 2004; ZahediAmiri and Zarghami, 2015). به منظور محاسبه وزن مخصوص نمونه‌ها، قطعات مکعبی شکل به ابعاد تقریبی ۲×۲×۲ سانتی‌متر از گونه‌های درختی (دارمازو، ویول، گلابی

کارکرد ذخیره کربن در دو توده جنگلی خالص و آمیخته راش خیرود کنار" نشان دادند که اختلاف معنی‌داری در مقدار ذخیره کربن در زی توده گیاهی و افق‌های معدنی و آلی خاک در دو توده خالص و آمیخته راش وجود دارد و توده خالص راش، کربن بیشتری را ذخیره می‌کند (۵۹۳/۴ تن در توده آمیخته و ۷۲۸/۴ تن در توده خالص راش) همچنین نتایج نشان دادند که توده خالص راش از ارزش اقتصادی معادل ۹/۵ میلیون ریال (هکتار/سال) و عرصه توده آمیخته راش از ارزشی معادل ۸/۳ میلیون ریال (هکتار/سال) از بعد کارکرد ذخیره کربن برخوردار است. هدف از این پژوهش برآورد ارزش اقتصادی مقدار کربن ذخیره شده در اندام‌های هوایی، زیرزمینی و خاک کاربری‌های مختلف جنگل‌های زاگرس شمالی در جنگل‌های میرآباد شهرستان سردشت استان آذربایجان غربی با استفاده از روش مبتنی بر هزینه جایگزین است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد بررسی در شرق رودخانه زاب کوچک شهر میرآباد از توابع شهرستان سردشت در استان آذربایجان غربی واقع شده است. منطقه مورد بررسی در محدوده طول جغرافیایی ۴۵ درجه ۱۷ دقیقه تا ۴۵ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶ درجه و ۲۳ دقیقه تا ۳۶ درجه و ۲۶ دقیقه شمالی قرار دارد و مساحت آن ۲۷۳۰/۹۵ هکتار است.

نزدیک‌ترین ایستگاه هواشناسی به منطقه مورد بررسی ایستگاه هواشناسی سردشت است، که از نوع سینوپتیک بوده و به علت نزدیکی به منطقه مورد بررسی از آمار هواشناسی این ایستگاه استفاده شده است. بر این اساس، میزان متوسط بارندگی سالیانه ثبت‌شده در این ایستگاه ۹۶۵/۱ میلی‌متر و متوسط دمای سالیانه آن ۱۷/۱ درجه سانتی‌گراد است. محدوده

الکتریکی با تعیین وزن خاکستر و با در دست داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطه ۴، میزان کربن آلی لاشبرگ محاسبه شد (Hernandez, ZahediAmiri and Zarghami, 2015).
(McDicken, 1997, et al., 2004).

$$C_{LHG} = 0.5 \times OM \quad \text{رابطه (۴)}$$

در این رابطه C_{LHG} ، کربن آلی لاشبرگ و OM ماده آلی لاشبرگ است.

به علت هزینه بالای نمونه‌گیری ریشه‌ها و مخرب بودن این نوع نمونه‌گیری؛ زی توده ریشه با استفاده از رابطه ۵ محاسبه شد (Hernandez et al., 2004).

$$\text{رابطه (۵)} \quad \text{زی توده روی زمین} \times 0.30 = \text{زی توده زیرزمین}$$

مجموع زی توده بالای زمین و زیرزمین به عنوان کل زی توده گیاه محسوب می‌شود که برای هر قطعه نمونه اندازه‌گیری شده و به صورت تن در هکتار عنوان می‌شود. (رابطه ۶).

$$B_{total} = B_{AGB} + B_{BGB} \quad \text{رابطه (۶)}$$

B_{total} : زی توده کل

B_{AGB} : زی توده بالای زمین

B_{BGB} : زی توده زیر زمین

موجودی کربن در زی توده از حاصل ضرب زی توده کل در ضریبی که نشان‌دهنده محتوای متوسط کربن در زی توده (۰/۵۵) به اضافه کربن آلی لاشبرگ محاسبه شده است (Hernandez et al., 2004).

$$C_{total} = 0.55 \times B_{total} + C_{LHG} \quad \text{رابطه (۷)}$$

C_{total} : موجودی کربن کل

C_{LHG} : کربن آلی لاشبرگ

هم‌چنین پس از اندازه‌گیری درصد کربن آلی به تفکیک هر لایه، مقدار ذخیره کربن آلی خاک با مقیاس گرم در مترمربع از طریق فرمول زیر محاسبه شد (ZahediAmiri, 1998).

$$Cc \text{ (g/m}^2\text{)} = 10000 \times C \text{ (\%)} \times Bd \text{ (g/cm}^3\text{)} \times e \text{ (cm)} \quad \text{رابطه (۸)}$$

وحشی، زالزالک و سیب وحشی) موجود در محدوده قطعات نمونه (قطر کمتر از پنج سانتی‌متر) تهیه شدند، سپس این قطعات در اتوو الکتریکی در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده تا رطوبت آن به صفر برسد. پس از خارج کردن نمونه‌ها از اتوو آن‌ها را در دسیکاتور که حاوی مواد جاذب رطوبت است، قرار داده تا سرد شوند. پس از آغشته شدن نمونه‌ها به پارافین در درون ظرف بشر مدرج حاوی آب فرو برده شده و حجم نمونه چوب‌ها محاسبه می‌گردد سپس با استفاده از رابطه ۲ چگالی نمونه‌ها به دست می‌آید

$$V = g \times h \times f \quad \text{رابطه (۱)}$$

V حجم برحسب مترمکعب، g سطح مقطع برحسب مترمربع، h ارتفاع برحسب متر و f ضریب شکل (۰/۵۴) است.

$$WD = M / V \quad \text{رابطه (۲)}$$

M وزن قطعه نمونه چوب (تهیه شده از گونه‌های داخل قطعات نمونه با ابعاد $2 \times 2 \times 2$ سانتی‌متر) برحسب گرم، V حجم چوب تهیه شد از گونه‌های داخل قطعات نمونه برحسب سانتی‌متر مکعب و WD چگالی چوب برحسب گرم بر سانتی‌متر مکعب است. به منظور انجام محاسبات زی توده روی زمین از رابطه ۳ استفاده شد (Kirby, 2007).

$$A. \text{ Biomass} = V \times WD \times 1000 \quad \text{رابطه (۳)}$$

در این رابطه زی توده رویه زمینی $A. \text{ Biomass}$ به کیلوگرم، چگالی چوب خشک WD به گرم به سانتی‌متر مکعب، V حجم تنه به مترمکعب است (Peichl, 2006).

برای تعیین کربن لاشبرگ و درصد رطوبت، مقداری از نمونه‌های لاشبرگ در آون و در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد تا خشک شوند و سپس با استفاده از روش احتراق کوره

در این فرمول Cc مقدار وزن کربن ذخیره‌شده در سطح یک مترمربع، C درصد کربن آلی در عمق مشخصی از خاک و Bd وزن مخصوص ظاهری خاک بر حسب گرم بر سانتی‌متر مکعب و e ضخامت خاک بر حسب سانتی‌متر است.

در پژوهش حاضر از روش هزینه جایگزین به منظور ارزش‌گذاری استفاده شده است. این روش که یکی از روش‌های مبتنی بر هزینه است ارزش کالاها و خدمات برحسب هزینه لازم برای جایگزین کردن خدمت اکوسیستمی مربوطه با مکانیسم‌های انسان‌ساخت محاسبه می‌شود. برداشت‌ها میدانی در اسفندماه ۱۳۹۲ و بهار و تابستان ۱۳۹۳ انجام شد.

روش آماری

ابتدا داده‌های به دست آمده در نرم‌افزار Excel به‌عنوان بانک اطلاعاتی ذخیره شد. سپس به‌منظور تجزیه و تحلیل آماری از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ استفاده شد.

نتایج

مطابق نتایج جدول ۱ میانگین محتوی کربن زی‌توده در کاربری بکر ۲۴۹ تن در هکتار، کاربری حفاظتی ۳۵ تن در هکتار، کاربری بهره‌برداری ۹ تن در هکتار و کاربری باغی ۳ تن در هکتار است. میانگین مقدار کربن آلی خاک در کاربری بکر ۲۱۹ تن در هکتار، کاربری حفاظتی ۲۰۸ تن در هکتار، کاربری بهره‌برداری ۱۹۴ تن در هکتار و کاربری باغی ۹۳ تن در هکتار است. میانگین کربن کل ذخیره‌شده در کاربری بکر ۴۶۹ تن در هکتار، کاربری حفاظتی ۲۴۲ تن در هکتار، کاربری بهره‌برداری ۲۰۴ تن در هکتار و کاربری باغی ۹۶ تن در هکتار است. متوسط ارزش ریالی هر هکتار در کاربری بکر ۸۷۴ میلیون ریال، کاربری حفاظتی ۴۵۰ میلیون ریال، کاربری بهره‌برداری

۳۸۰ میلیون ریال و کاربری باغی ۱۸۰ میلیون ریال است.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین میانگین محتوی کربن زی‌توده، کربن آلی خاک، کربن کل و ارزش پولی هر هکتار در کاربری‌های بررسی‌شده اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۵ درصد وجود دارد (جدول ۲).

برابر نتایج جدول ۳ میانگین زی‌توده کاربری بکر با کاربری حفاظتی، بهره‌برداری و باغی و کاربری حفاظتی با کاربری بکر، بهره‌برداری و باغی دارای اختلاف معنی‌دار هستند. ولی مابین میانگین زی‌توده کاربری بهره‌برداری و باغی اختلاف معنی‌دار وجود ندارد.

میانگین کربن خاک برحسب تن در هکتار کاربری‌های جنگلی بکر، حفاظتی و بهره‌برداری مطابق جدول ۴ اختلاف معنی‌داری باهم ندارند، ولی میانگین کربن خاک کاربری باغی دارای اختلاف معنی‌دار با سه کاربری دیگر است.

مطابق نتایج جدول ۵ میانگین کربن کل ذخیره در هر هکتار برحسب تن، تمامی کاربری‌ها باهم اختلاف معنی‌داری دارند.

مطابق نتایج آزمون دانکن (جدول ۶) ارزش ریالی هر هکتار برحسب میلیون ریال در سال در تمامی کاربری‌های بررسی‌شده دارای اختلاف معنی‌داری باهم هستند.

جدول ۱- آمار توصیفی متغیرهای محاسبه شده کاربری های مختلف

Table 1. Descriptive statistics of computed variables of deferent land use

		تعداد نمونه No. of samples	میانگین Mean	انحراف معیار Standard deviation	اشتباه معیار Standard Error	حدود اطمینان ۹۵ درصد Confidence limit (95%)	
						حد پایین Lower level	حد بالا Upper level
کربن ذخیره شده زی توده (تن در هکتار) Stored Carbon of biomass (Tons per hectare)	بکر Virgin	29	258	64	11	233	282
	حفاظتی Protective	28	35	7	1	32	38
	بهره برداری Exploited	30	9	4	0	7	11
کربن کل ذخیره شده خاک (تن در هکتار) Stored Carbon of soil (Tons per hectare)	باغی Orchard	26	3	0	0	3	3
	بکر Virgin	30	219	78	14	190	249
	حفاظتی Protective	30	208	64	11	184	233
کربن کل ذخیره شده (تن در هکتار) Total stored Carbon (Tons per hectare)	بهره برداری Exploited	30	194	71	13	167	221
	باغی Orchard	30	93	51	9	74	112
	بکر Virgin	29	477	107	20	436	518
ارزش ریالی (هکتار در سال) Monetary value million Rials (Hectare per year)	حفاظتی Protective	28	250	63	12	225	275
	بهره برداری Exploited	30	204	71	13	177	230
	باغی Orchard	27	102	50	9	82	122
	بکر Virgin	29	890	201	37	813	966
	حفاظتی Protective	28	466	118	22	420	512
	بهره برداری Exploited	30	380	134	24	330	430
	باغی Orchard	27	190	94	18	153	227

جدول ۲- نتایج آزمون تجزیه واریانس متغیرهای محاسبه شده در کاربری‌های مختلف

Table 2. Analysis of Variance test results of computed variables in deferent land uses

		مجموع مربعات Sum of squares	درجه آزادی df	میانگین مربعات Mean of squares	F	سطح معنی داری Significance level
کربن ذخیره شده زی توده (تن در هکتار) Stored Carbon of biomass (Tons per hectare)	تیمار Treatment	1276843	3	425614	394	0.000
	خطا Error	117468	109	1077		
	کل Total	1394312	112			
کربن ذخیره شده خاک (تن در هکتار) Stored Carbon of soil (Tons per hectare)	تیمار Treatment	302373	3	100791	22	0.000
	خطا Error	526293	116	4537		
	کل Total	828666	119			
کربن کل ذخیره شده (تن در هکتار) Total stored Carbon (Tons per hectare)	تیمار Treatment	2144516	3	714838	120	0.000
	خطا Error	651689	110	5924		
	کل Total	2796206	113			
ارزش ریالی (هکتار در سال) Monetary value million Rials (Hectare per year)	تیمار Treatment	7446521	3	2482173	120	0.000
	خطا Error	2232896	110	20571		
	کل Total	9709418	113			

جدول ۳- نتایج آزمون دانکن زی توده کل برحسب تن در هکتار

Table 3. Duncan test results of total biomass in ton per hectare

کاربری Land use	تعداد Number	سطح اطمینان ۵ درصد Confidence limit (5%)		
		1	2	3
باغی Orchard	36	3		
بهره برداری Exploited	30	9		
حفاظتی Protective	29		35	
بکر Virgin	29			258
سطح معنی داری Significance level		0.000	1.000	1.000

جدول ۴- نتایج آزمون دانکن میانگین کربن خاک برحسب تن در هکتار

Table 4. Duncan test results of mean carbon of soil in ton per hectare

کاربری Land use	تعداد Number	سطح اطمینان ۵ درصد Confidence limit (5%)	
		1	2
باغی Orchard	0	93	
بهره‌برداری Exploited	0		194
حفاظتی Protective	30		208
بکر Virgin	30		219
سطح معنی‌داری Significance level		1.000	0.000

جدول ۵- نتایج آزمون دانکن میانگین کربن کل برحسب تن در هکتار

Table 5. Duncan test results of total carbon in ton per hectare

کاربری Land use	تعداد Number	سطح اطمینان ۵ درصد Confidence limit (5%)			
		1	2	3	4
باغی Orchard	27	102			
بهره‌برداری Exploited	30		204		
حفاظتی Protective	28			250	
بکر Virgin	29				477
سطح معنی‌داری Significance level		1.000	1.000	1.000	1.000

جدول ۶- نتایج آزمون دانکن میانگین ارزش ریالی برحسب میلیون ریال هکتار در سال

Table 6. Duncan test results of mean of monetary value in million Rials per hectare per year

کاربری Land use	تعداد Number	سطح اطمینان ۵ درصد Confidence limit (5%)			
		1	2	3	4
باغی Orchard	27	190			
بهره‌برداری Exploited	30		380		
حفاظتی Protective	28			466	
بکر Virgin	29				890
سطح معنی‌داری Significance level		1.000	1.000	1.000	1.000

بحث

روش هزینه جایگزین توسط محققان داخلی و خارجی زیادی برای ارزشگذاری تنظیم گاز (ذخیره کربن) استفاده شده است. با توجه به حجم گسترده پژوهش‌های انجام‌شده با روش هزینه جایگزین و همچنین نتایج منطقی این روش در این پژوهش نیز از روش هزینه جایگزین استفاده شد. متوسط ارزش ریالی هر هکتار در کاربری بکر ۸۹۰ میلیون ریال، کاربری حفاظتی ۴۶۶ میلیون ریال، کاربری بهره‌برداری ۳۸۰ میلیون ریال و کاربری باغی ۱۸۰ میلیون ریال است (جدول ۶). در کاربری بکر به دلیل دخل و تصرف کمتر مردم محلی (بهره‌برداری‌های رایج منطقه)، ذخیره کربن زی‌توده بیشتر از سه کاربری دیگر است. همینطور کاربری حفاظتی به دلیل شیب زیاد و دوری از زمین‌های کشاورزی و روستا از حدود ۴۰ سال قبل در معرض تخریب و تصرف قرار نداشته از این‌رو مقدار ذخیره کربن زی‌توده آن بیشتر از کاربری‌های بهره‌برداری شده و باغی است. در کاربری‌های بهره‌برداری و باغی به دلیل اینکه عوامل تخریبی مشابه مانند قطع درختان، قطع سرشاخه درختان (گلازنی) و خارج ساختن آن‌ها از محیط جنگل و تبدیل این اراضی به باغ وجود دارند سبب کاهش ذخیره کربن در زی‌توده آگردیده‌اند. پژوهش‌های Schman و همکاران (2002) و Kirby (2007) نیز علت این اختلافات را نوع مدیریت حاکم بر این کاربری‌ها بیان می‌کنند که نشان می‌دهد هر چه دخالت بیشتر بوده مقدار ارزش‌گذاری و ذخیره کربن بر حسب هکتار کم‌تر است. نتایج جدول ۴ نشان می‌دهد خاک اراضی جنگلی از نظر مقدار ذخیره کربن بالاتر سایر کاربری‌ها است چراکه در مقدار ذخیره کربن خاک عواملی زیادی مانند لاشبرگ رویه زمینی (زی-توده سر پا) و زیرزمینی (زی‌توده زیرزمین)، بارندگی،

طول مدت ماندگاری لاشبرگ در اراضی جنگلی، اسیدیته دیگر عناصر آلی خاک تأثیر بسزایی دارند (ZahediAmiri and Zarghami, 2015)؛ بنابراین مقدار ذخیره کربن خاک اراضی جنگلی (بکر، حفاظتی و بهره‌برداری) اختلاف معنی‌داری با خاک اراضی جنگلی تبدیل‌شده به باغ را دارد (کاربری باغی). به استناد یافته‌های جدول‌های (۴، ۳ و ۵) تبدیل کاربری‌های بکر و حفاظتی به کاربری‌های باغی و بهره‌برداری بیش از توان اکولوژیکی تأثیر زیادی در کاهش ذخایر کربن خاک و زی‌توده دارد؛ بنابراین کاربری زمین تأثیر قابل توجهی بر ذخیره کربنی خاک و زی‌توده بر جا می‌گذارد که این موارد با یافته‌های Aris (2007) که به رابطه ذخیره کربن با حاصلخیزی خاک پرداختند، مطابقت دارد. با توجه به نتایج جدول ۶ بهره‌برداری و تبدیل اراضی جنگلی به زراعت و باغ سبب کاهش شدید کارکرد تنظیم گاز CO₂ و ذخیره آن در زی‌توده و خاک نسبت به کاربری‌های کمتر دست‌خورده و حفاظتی می‌شود. هرچه دخالت بیشتر باشد مقدار ارزش ریالی این کارکرد کاهش پیدا می‌کند؛ بنابراین بایستی با انتخاب تدبیر مناسب، جوامع محلی را توانمند نمود تا وابستگی آنان به درآمدهای ناچیز از محل تبدیل کاربری جنگل به زراعت و باغ کاهش یابد. استفاده از پتانسیل‌های فراوان منطقه در اشتغال‌زایی ساکنان جنگل‌های زاگرس شمالی نیز می‌تواند سبب کاهش عوامل تخریب گردد. در نهایت با توجه به ارزش زیاد اقتصادی ذخیره کربن توسط این اکوسیستم‌ها، برنامه‌ریزان و سیاست‌گذاران قادر به تصمیم‌گیری جامع‌نگرتر، صحیح‌تر و تعیین اولویت بین گزینه‌های موجود مدیریتی باشند.

References

- Aris, D., 2007. Calibration of LAI-2000 to estimate leaf area index and assessment of its relationship with stand productivity in six native and introduced tree species in Costa Rica, *Forest Ecology and Mangment*, 247(1): 185-193.
- Badhyan, Z., Z. Mosheage & N. Mobarghaee, 2014. Estimating the economic value of carbon sequestration function in both pure and mixed beech forest stand, *Journal of Environmental Studies*, 5(9): 147-156. (In Persian)
- Central Bank of the Islamic Republic of Iran., 2015. The average official rate of the dollar in 1394.
- Costanza, R., D. Arge, R. de Groot, R. Grass, M. Hannon, B. Limburg, k. Naeem, S. O'Neill, R. V. Paruelo, J. Rakin, R. G. Sutton & P. Van den Belt, 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature*, 387:253-260.
- De Neergaard, A., J. R. Porter & A. Gorissen, 2002. Distribution of assimilated carbon in plants and rhizosphere soil of basket willow (*Salix viminalis* L.), *Plant Soil*, 245(2): 307-314.
- Hernandez, R., P. koohafkan & J. Antoine, 2004. Assessing Carbon Stocks and modeling win-win, Scenarios of carbon sequestration through land-use change, Vol. 1. Food & Agriculture Org, 166 p.
- IPCC., 2005. Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC special report on carbon Dioxide capture and Group III of the intergovernmental panel on climate change.
- Karimzadegan, H., M. Rahmatian, M. DehghaniSalmasi, R. Jalali & A. Shahkarami, 2007. Valuating forests and rangelands- ecosystem services, *International Journal of Environmental Researches*, 1(14):368-377. (In Persian)
- Kirby, R., 2007. Variation in carbon storage among tree species; implications for the management of a small-scale carbon sink project, *Forest Ecology and Management*, 246(2):208-221.
- McDicken, K. G., 1997. A guide to monitoring carbon storage in forest and agroforestry projects, Winrock International Institute for Agricultural Development, Washington, D.C., 357 p.
- Peichl, M., 2006. Above and belowground ecosystem biomass and carbon pools in an age-sequence of temperate pine plantation forests, *Agricultural and Forest meteorology*, 140(1-4): 51-63.
- Schuman, G.E., H. Janzen & J.E. Herrick, 2002. Limited carbon Information and Potential Carbon Sequestration by Rangelands, *Environmental Pollution*, 116: 391-396.
- Zhang, X., 2003. Potential carbon sequestration in China's forest, *Environmental science and Policy*, 6(5): 421-432.
- ZahediAmiri, G. H. & N. Zarghami, 2015. Carbon sequestration in earthly ecosystems, . Publication of Tehran University, Tehran, 524 p. (In Persian)
- Zahedi Amiri, Gh., 1998. Relation between Ground Vegetation and Soil Characteristics, in a Mixed Hardwood Stand, Academic press, University of Gent, 319 p.

The economic value of carbon storage functions in different land uses of northern Zagros forests

M. Pato^{*1}, A. Salehi², Gh. Zahedi Amiri³ and A. Banj Shafiei⁴

1- Ph.D. of Forestry, Mahabad natural resources administration, Mahabad, I.R. Iran.

2- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Sowme'eh Sara, I.R. Iran.

3- Professor, Department of Forestry and Forest Economy, Department of Natural Resources, Tehran University, Karaj, I.R. Iran.

4- Associate Professor, Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, I.R. Iran.

Received: 02.09.2016

Accepted: 30.01.2017

Abstract

In this study, the amount of carbon stored in plant biomass and soil of four land uses (virgin forest, protected, exploited and orchard) in the forests of Mirabad, Sardasht was estimated and valued. First, in the each land uses, and in each same units, 30 samples with 25*25 m dimension were determined. Diameter at breast height of those trees >10 cm class were measured in each sample. Sampling of litter were done based on direct collecting method in sub samples with 0.5*0.5 m dimension from four corners and center of each main sample. Also, height of the thickest and the nearest tree to the center of each sample were measured. To estimate of the amount of organic carbon stored in soil, samples from two depth of soil 0 - 15 and 15 - 50 cm were collected. In order to valuation of this ecosystem service, an alternative costs method was used. The results of statistical analysis showed significant differences in the amount of carbon stored in plant biomass and soil horizons of four land Uses. The results showed that each uses of Virgin, protected, exploited and orchard had economic value 890, 466, 380, 190 million Rials (hectare/year) respectively from carbon storage approach. Obviously, this research data, would reveal the environmental values of Zagros forests more than before.

Keywords: Economic Valuation, Carbon Sequestration, Biomass, Alternative Costs.

* Corresponding author:

Email: patomajid@yahoo.com