



دانشگاه گنبد کاووس

نشریه "حافظت زیست بوم گیاهان"  
دوره هفتم، شماره چهاردهم

<http://pec.gonbad.ac.ir>

## به کارگیری روش هزینه جایگزین جهت تعیین ارزش اقتصادی ذخیره کربن گونه بلوط ایرانی در منطقه حفاظت شده زاولی

ضیاءالدین بادهیان<sup>۱</sup>، معصومه منصوری<sup>۲\*</sup>

<sup>۱</sup> استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

<sup>۲</sup> دانشجوی دکترا جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۶ تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۰۱/۱۶

چکیده

جنگل‌ها فراهم کننده خدمات اکوسيستمي مهمی هستند که اغلب بازاری برای تعیین ارزش آن‌ها وجود ندارد. در میان خدمات غیربازاری ارائه شده به‌وسیله اکوسيستمهای جنگلی، جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه انتشار CO<sub>2</sub> یکی از عوامل مهم ایجاد اثر گلخانه‌ای و تغییر اقلیم به شمار می‌رود. در این بررسی میزان ذخیره کربن در زی‌توده گیاهی منطقه حفاظت شده زاولی واقع در استان کردستان برآورد و ارزش‌گذاری شده است. آماربرداری به روش تصادفی سیستماتیک انجام گرفت و داده‌های موردنیاز از جمله قطر برابر سینه، ارتفاع کل، ارتفاع تاج، قطر تاج و غیره از مجموع سی پلاٹ برداشت شدند. میزان کربن ذخیره شده در اندام‌های هوایی و زیرزمینی درختان به طور مجزا با استفاده از سه روش برآورد و بهمنظور ارزش‌گذاری این کارکرد اکوسيستمي از روش هزینه جایگزین استفاده شد. نتایج نشان داد که ارزش ریالی هر هکتار از این جنگل در روش اول ۸/۵ میلیون ریال، در روش دوم ۹/۲ میلیون ریال و در روش سوم ۲۳/۹ میلیون ریال از بعد کارکرد اکوسيستمي ذخیره کربن برخوردار است. لذا با آگاهی مدیریت از این ارزش اکولوژیکی و با حفاظت مناسب این جنگل‌ها، می‌توان از خدمات ارزشمند جنگل‌های این منطقه بهره برد و نیز به تعديل تراکم کربن اتمسفری کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: خدمات غیربازاری، روش تصادفی سیستماتیک، ارزش‌گذاری

\*نویسنده مسئول: Mansouri.ma@fa.lu.ac.ir

## مقدمه

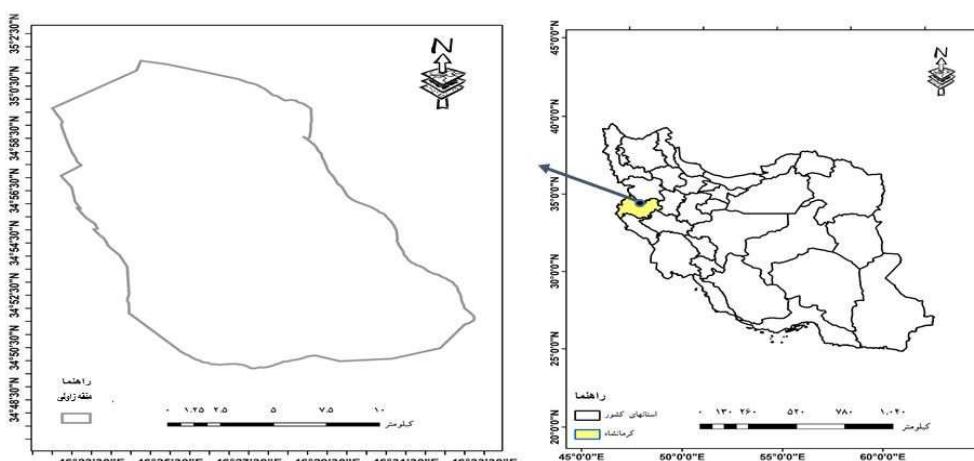
هدف اصلی ارزش‌گذاری کارکردهای اکوسیستمی جنگل، کسب آگاهی‌های موردنیاز جهت تصمیم‌گیری درباره نحوه مدیریت اقتصادی منابع جنگلی تحت مدیریت است. بهمنظور ارزش‌گذاری کارکرد ذخیره کربن غالباً از روش‌های هزینه مبنا نظری روش هزینه پیشگیری و هزینه اجتناب شده استفاده می‌شود (مبرقعی، ۱۳۸۷). دامنه تغییرات ارزش تثبیت کربن در مطالعات گوناگون، بسیار متفاوت است. در برآورده که پس از بررسی چندین گزارش ارزش‌گذاری کربن توسط پیرس و موران در سال ۱۹۹۴ انجام شد، مشخص گردید که این تغییرات بین ۲ تا ۵۰۰ دلار به ازای هر تن کربن متغیر است. در سال ۲۰۱۵ آدامز به برآورد ارزش ذخیره کربن و سیکل مواد مغذی بازیافتی در جنگل استکلهلم-مالار واقع در سوئد، با رهیافت هزینه جایگزین پرداخت که نتایج نشان داد مقدار کربن و جذب مواد مغذی تقریباً می‌تواند  $۰/۵\%$  از تولید ناخالص داخلی منطقه و یا  $۴۰\%$  از ارزش تولیدی جنگل باشد که بخشی از این مقدار به دلیل وابستگی به کربن است (Adams, 2007). در سال‌های اخیر، در ایران نیز تلاش‌هایی در جهت ارزش‌گذاری کارکردها و خدمات ارائه شده توسط اکوسیستم‌های جنگلی صورت گرفته که از آن جمله می‌توان به تحقیق انجام‌شده توسط پناهی (۱۳۸۴) اشاره نمود که این ارزش را در سه منطقه مختلف از جنگل‌های خزری برآورد کردند. نتایج این ارزش‌گذاری حاکی از میانگین ارزش سالانه‌ای برابر با ۲۸۸ هزار ریال در هر هکتار برای سه منطقه موردپژوهش است. در بررسی دیگری، میانگین ارزش این عملکرد برای کل جنگل‌های خزری برآورده شد که نتایج، حاکی از ارزش سالانه‌ای برابر با  $۲۶۰/۸$  هزار ریال در هکتار است (امیرنژاد و عطائی‌سلوط، ۱۳۹۰). در این راستا مبرقعی (۱۳۸۷)، با کاربرد رهیافت هزینه جایگزین، ارزش سالانه جذب دی‌اکسید کربن جنگل‌های بخش نمکانه نوشهر (با مساحت حدود  $۲۰۵۸۲/۴۹$  هکتار) را بالغ بر  $۸۰$  میلیارد ریال برآورد کردند. در جدیدترین مطالعات توسط بادهیان و همکاران (۱۳۹۶) جهت تعیین ارزش اقتصادی ذخیره کربن خاک در گونه‌های مختلف جنگلکاری شده در مساحت  $۳۷$  هکتاری منطقه لاویج مازندران نتایج نشان داد، این خدمت اکوسیستمی با روش هزینه‌های خسارت اجتناب شده از ارزشی سالانه معادل  $۱۲/۰۵$  میلیون ریال در هکتار برخوردار است. پس از آن در مطالعه دیگر که به تعیین ارزش اقتصادی برخی از مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی در محدوده‌ای بالغ بر  $۲۸۲۹۴$  کیلومترمربع پرداخته شد، ارزش سالانه کارکردهای مختلف اکوسیستمی این جنگل‌ها را معادل  $۳۸۹/۲۹$  هزار میلیارد ریال برآورد کردند (بادهیان و همکاران، ۱۳۹۶). منطقه زاولی یکی از مناطق جنگلی استان کردستان است که باوجود اهمیت زیاد محیط‌زیستی، تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با ارزش‌گذاری جهت تعیین ارزش کالاها و خدمات ارائه شده در آن صورت نگرفته است. لذا هدف از این

بررسی برآورده ارزش اقتصادی میزان ذخیره شده در گونه بلوط ایرانی (*Quercus.brantii*) است که با کاربرد روش هزینه جایگزین در منطقه حفاظت شده زاولی صورت گرفته است.

### مواد و روش‌ها

#### منطقه مورد مطالعه

منطقه زاولی با مساحت ۳۶۹ کیلومترمربع در محدوده سیاسی استان‌های کرمانشاه و کردستان بین عرض شمالی ۱۲°/۴۵' ۳۴°/۱۰' ۴۸' و طول‌های شرقی ۴۸°/۴۶' ۴۵' تا ۴۵° واقع شده است. شهرستان‌های پاوه و روانسر در دامنه جنوبی این ناهمواری قرار گرفته‌اند. جریان‌های خروجی از ارتفاعات شاهو اعم از چشم و رودخانه از طریق دو شبکه جداگانه، یکی در شرق (حوضه آبیزی قره‌سو) و دیگری در غرب (حوزه آبیزی سیروان) وارد کشور عراق شده و از آنجا به حوضه آبیز خلیج فارس می‌پیونددند. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۵۲۰ متر است. همچنین میزان بارندگی متوسط منطقه حدود ۶۰۰ میلی‌متر است و حداقل مطلق درجه حرارت +۴۲ و حداقل مطلق درجه حرارت -۳۱ درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱ موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد). تیپ اراضی آهکی منطقه شامل: کوهستان‌ها با فراوانی ۴۶/۰۷ درصد، تپه‌ها با فراوانی حدود ۲۵/۸۴ درصد، فلات‌ها و تراس‌ها با فراوانی حدود ۷/۹۴ درصد، دشت‌های دامنه‌ای با فراوانی حدود ۴/۵۷ درصد، دشت‌های سیلابی با فراوانی ۰/۲۶ درصد و تیپ مخلوط شامل مخلوط تپه‌ها و فلات‌ها حدود ۹/۹۸ درصد است. منطقه زاولی با وسعت ۲۵۰ هکتار زیستگاهی با تنوع زیستی بالاست،



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه

این منطقه بخشی از مساحت ۵۷۰۰۰ هکتاری منطقه شاهو و کوهسالان است که بر اساس مصوبات دولت در سال ۱۳۸۷ به جمع مناطق حفاظت‌شده تحت مدیریت اداره کل حفاظت محیط‌زیست کردستان درآمده است (قصیریانی و معروفی، ۱۳۷۸).

### روش پژوهش

برای انتخاب نمونه در این منطقه از روش نمونه‌برداری تصادفی- سیستماتیک استفاده گردید و تعداد ۳۰ پلات با ابعاد شبکه  $400 \times 200$  مترمربع و قطعه‌نمونه دایره‌ای شکل با مساحت ۱۲۰۰ مترمربع (۱۲ آر) برداشت شد. درختان با توجه به قطر برابری‌سینه (طبقات ۵ سانتی‌متری) و در فرم رویشی چند گروه به دلیل عدم امکان طبقه‌بندی پایه‌ها بر اساس قطر برابری‌سینه بر اساس قطر متوسط تاج (طبقات ۱ متری)، انتخاب شدند. سپس درختان انتخاب‌شده نشانه‌گذاری شدند و مشخصه‌های کمی موردنیاز آن‌ها اندازه‌گیری شد. در این بررسی جهت تعیین میزان کربن جذب‌شده توسط بلוט در اکوسیستم جنگلی موردمطالعه از سه روش استفاده شد که در مطالعات مختلف بکار گرفته شده‌اند: روش اول، پارساپور (۱۳۹۲)، روش دوم، سوبدی و همکاران (Subedi et al., 2010) و روش سوم، ایرانمنش (۱۳۹۲) می‌باشد.

### برآورد میزان ذخیره کربن در زیستوده گیاهی با استفاده از روش اول

طبق رابطه یک، گیاه با جذب ۲۶۴ گرم دی‌اکسید کربن، به میزان ۱۶۲ گرم آمیلاز، یا ماده خشک گیاهی تولید می‌کند.



بنابراین به ازای تولید هر کیلوگرم ماده خشک به میزان ۱/۸۳ کیلوگرم کربن توسط اکوسیستم جنگلی تثبیت می‌شود. لذا به منظور اندازه‌گیری میزان زیستوده در اندام‌های هوایی و زمینی، پس از اندازه‌گیری ارتفاع (H)، قطر برابری‌سینه (DBH) و سطح مقطع (g) درختان در پلات‌ها، زیستوده و کربن موجود در درختان سرپا با استفاده از رابطه (۳ و ۲) محاسبه گردید (پارساپور و همکاران، ۱۳۹۲).

$$V = g \times H \times f \quad ۲$$

$$m = \rho \times V \quad ۳$$

$V =$  حجم درختان بر حسب مترمکعب،  $g =$  سطح مقطع بر حسب مترمربع،  $H =$  ارتفاع درخت بر حسب متر،  $f =$  ضریب شکل درخت،  $m =$  جرم بر حسب کیلوگرم و  $\rho =$  چگالی بر حسب کیلوگرم بر سانتی مترمکعب. از آنجایی که در جنگل‌های زاگرس پلات ثابت وجود ندارد، لذا نمی‌توان از این روش جهت برآورد میزان تولید زی توده سالانه استفاده نمود؛ اما در صورتی که مانند سایر جنگل‌ها مثلًا<sup>۱</sup> یا<sup>۲</sup> درصد از زی توده را به عنوان رویش سالانه در نظر بگیریم می‌توان ارزش سالانه ذخیره کربن را برآورد نمود.

### برآورد میزان ذخیره کربن در زی توده گیاهی با کاربرد روش دوم

پس از اندازه‌گیری ارتفاع<sup>۳</sup> (H) و قطر برابر سینه<sup>۴</sup> (DBH) درختان در پلات‌ها، زی توده موجود در درختان سرپا با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید (Subedi et al., 2010)

$$AGTB = 0/112 \times (\rho D^2 H)^{0.916} \quad C_{AGBT} = AGTB \times 0/4 \quad \text{رابطه ۴}$$

$AGTB^4$ : زی توده درختان بر روی سطح زمین (کیلوگرم)،  $\rho$  : چگالی ویژه چوب (g/cm<sup>3</sup>), D: قطر درخت در ارتفاع برابر سینه (سانتی‌متر)، H : ارتفاع درخت (متر) و CAGTB: میزان کربن موجود در درختان. سپس از رابطه (۵) کربن موجود در اندام‌های زیرزمینی<sup>۵</sup> (BGB) محاسبه گردید در این رابطه CBB، کربن موجود در ریشه است (Subedi et al., 2010)

$$BGB = AGTB \times \% 20 \quad \text{رابطه ۵}$$

### برآورد میزان ذخیره کربن در زی توده گیاهی با استفاده از روش سوم

در این روش و بر پایه مطالعه ایرانمنش (۱۳۹۲) اندازه‌گیری دقیق زی توده به روش قطع و توزین درخت در ابتدای فصل خزان (مهرماه)، پایه‌های انتخاب شده در هر دو فرم رویشی، از ارتفاع ۴۰-۲۰ سانتی‌متری کف زمین قطع و بلافصله عملیات جداسازی و توزین شروع شد. در این تحقیق با توجه به ساختار رویشی بلوط، پایه‌ها به ۶ قسمت جداگانه شامل تن، شاخه اصلی، شاخه فرعی، سرشاخه، برگ و میوه تقسیم شدند: تن: از محل کنده درخت تا محل شروع تاج، شاخه اصلی: شاخه‌های منشعب از تن تا قطر ۵ سانتی‌متر، شاخه فرعی: شاخه‌های با قطر ۱-۵ سانتی‌متر و سرشاخه: شاخه‌های با قطر

<sup>2</sup>Height

<sup>3</sup>Diameter at Breast Height

<sup>4</sup>Above Grand Tree Biomass

<sup>5</sup>Below Grand biomass

کمتر از ۱ سانتی‌متر در نظر گرفته شد. پس از قطع و جداسازی، قسمت‌های تفکیک شده به صورت جداگانه، در عرصه به کمک ترازوی عقربه‌ای با دقیقه ۵/۰ کیلوگرم (برای تنها قطع) و ترازوی رقومی با دقیقه ۱۰ گرم (برای وزن‌های کمتر) توزین شدند. پس از وزن کردن قسمت‌های مختلف درخت، به منظور اندازه‌گیری وزن خشک و اندوخته کربن، نمونه‌برداری<sup>۶</sup> از اندام‌های مختلف درخت انجام شد (Losi et al., 2003). درنهایت برپایه معادلات آلومتریک که در زیر آمده است اطلاعات موردنیاز جمع‌آوری شد.

### معادلات آلومتری

معادلات آلومتریک<sup>۷</sup> که معمولاً تک، دو و گاهی چند متغیره هستند، ابزاری توانمند برای برآورد وزن درخت از طریق متغیرهای مستقل، مانند قطر برابرسینه و یا ارتفاع بوده که قابلیت اندازه‌گیری در توده را دارا هستند (Komiyama et al., 2005). در این روش، وزن خشک یا میزان کربن یک درخت به عنوان متغیر وابسته و یکی از متغیرها که به سادگی بتوان در جنگل یا عرصه آن را اندازه‌گیری کرد، مانند قطر برابرسینه و یا ارتفاع درخت به عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود. هنگام برآورد زی توده‌ی درخت و یا زی توده‌ی اجزای آن، متدالوں ترین فرم معادله مورداستفاده، معادله توانی تک متغیره  $Y = aX^b$  است (Pajtik et al., 2008)، که در آن  $Y$  متغیر وابسته یا همان وزن خشک یا محتوای کربن کل و یا جزئی از درخت،  $X$  متغیر مستقل مانند قطر برابرسینه یا ارتفاع درخت و یا قطر متوسط تاج، و  $a$  و  $b$  ضرایب معادله رگرسیون هستند. استفاده از معادلات آلومتریک و تولید این معادلات برای گونه‌های مختلف باعث می‌شود، برآورد زی توده‌ی گونه‌ها به سهولت انجام شده و از روش‌های تخریبی که بسیار پرهزینه و وقت‌گیر هستند، تا حد امکان جلوگیری شود.

برای زی توده کل اندام‌های هوایی درخت به جز میوه:

$$Y = 2.534 \times X^{2.383} \quad 6$$

( $Y$ : زی توده بر حسب کیلوگرم،  $X$ : متغیر مستقل (قطر متوسط تاج)) و برای کربن در کل اندام‌های هوایی درخت به جز میوه:

$$Y = 1.275 \times X^{2.362} \quad 7$$

<sup>6</sup> Sub-sampling

<sup>7</sup> Allometric Equations

(Y: زی توده بر حسب کیلوگرم، X: متغیر مستقل (قطر متوسط تاج))

همچنین برای برآورده ذخیره کربن و میزان کربن موجود میوه به طور جداگانه فرمول هایی را نیز به دست آورده اند که به قرار زیر است. برای زی توده میوه بر اساس ارتفاع کل درخت:

$$Y = 0.013 \times X^{2.705} \quad \text{رابطه ۸}$$

(Y: زی توده بر حسب کیلوگرم، X: متغیر مستقل (ارتفاع کل درخت))

برای کربن میوه:

$$Y = 0.004 \times X^{2.385} \quad \text{رابطه ۹}$$

(Y: زی توده بر حسب کیلوگرم، X: متغیر مستقل (ارتفاع کل درخت))

## نتایج

پس از محاسبه میزان حجم توده با داشتن چگالی گونه بلوط ایرانی (۷۸٪ گرم بر سانتی مترمکعب) (عنایتی، ۱۳۸۹)، میزان ذخیره کربن بر حسب کیلوگرم برآورد گردید. با محاسبه ۵۰٪ از میزان ذخیره کربن اندازه گیری شده (Martin & Thomas, 2011)، میزان کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی (C<sub>1</sub>) و زیرزمینی مقادیر محاسبه شده است. همچنین بر اساس گزارش فائق (۲۰۰۷) و مکدیکن (۱۹۹۷)، میزان رویش یا حجم ذخیره کربن زیرزمینی، یک پنجم اندامهای هوایی است. لذا پس از محاسبه میزان کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی جنگل، ۲۰ درصد آن به عنوان کربن زیرزمینی (C<sub>2</sub>) در نظر گرفته شد. از این رو میانگین ذخیره کربن در هکتار بر حسب تن در روش اول به صورت زیر محاسبه شد.

$$C_1 = ۴/۲$$

$$C_2 = ۰/۸۴$$

$$C_1 + C_2 = C_t = ۵/۰\cdot ۴$$

میزان کل کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی و زیرزمینی منطقه مذکور بر اساس روش اول ۵/۰۴ تن به ازای هر هکتار است. پس از آن میزان متوسط ارزش ذخیره در هکتار بر حسب دلار به طور جداگانه تخمین زده شد. نتایج مربوط به متوسط میزان زی توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات بر حسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار بر حسب دلار برای هر پلات در روش اول در جدول یک آمده است.

جدول ۱ - متوسط مقدار زی توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات در روش اول

پلات	متوسط مقدار زی توده (تن)	متوسط مقدار ذخیره کربن (تن)	ارزش اقتصادی ذخیره کربن (دلار)
۱	۲/۴	۱/۲	۷۵/۱
۲	۱۲/۷	۶/۴	۴۰۳/۰
۳	۲۵/۶	۱۲/۸	۸۱۰/۵
۴	۱۸/۶	۹/۰	۵۸۸/۳
۵	۸/۴	۴/۲	۲۶۴/۷
۶	۱۵/۴	۷/۷	۴۸۸/۵
۷	۷/۹	۴/۰	۲۵۰/۰
۸	۸/۲	۴/۲	۲۵۹/۱
۹	۲/۴	۱/۲	۷۵/۲
۱۰	۳/۱	۱/۵	۹۷/۱
۱۱	۳/۳	۱/۷	۱۰۵/۹
۱۲	۱۰/۶	۵/۳	۳۳۵/۳
۱۳	۵/۲	۲/۶	۱۶۵/۴
۱۴	۵/۱	۲/۵	۱۶۰/۰
۱۵	۳/۱	۱/۵	۹۸/۰
۱۶	۲/۱	۱/۱	۶۷/۵
۱۷	۲/۵	۱/۳	۷۹/۲
۱۸	۹/۰	۴/۱	۲۶۱/۲
۱۹	۱۵/۱	۷/۶	۴۷۷/۳
۲۰	۸/۹	۴/۵	۲۸۳/۱
۲۱	۱۰/۱	۵/۱	۳۲۰/۰
۲۲	۸/۴	۴/۲	۲۶۴/۷
۲۳	۱۳/۴	۶/۷	۴۲۳/۷
۲۴	۴/۷	۲/۴	۱۴۹/۲
۲۵	۴/۹	۱/۹	۱۲۲/۷
۲۶	۴/۸	۲/۴	۱۵۳/۲
۲۷	۸/۶	۴/۳	۲۷۲/۷
۲۸	۱۱/۴	۵/۷	۳۶۰/۲
۲۹	۱۴/۰	۷/۰	۴۴۱/۷
۳۰	۴/۴	۲/۲	۱۳۹/۶

### محاسبه میزان کربن ذخیره شده درختان بر اساس روش دوم

با داشتن چگالی چوب بلוט (٪/۷۸). گرم بر سانتی مترمکعب) (عایتی، ۱۳۸۹)، میزان ذخیره کربن درخت به دست آمد. سپس میزان کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی بر اساس رابطه محاسبه گردید و در شکل ۵ آمده است. برای برآورد میزان کربن ذخیره شده در اندامهای زیرزمینی از رابطه ۴ استفاده شد، درنهایت میانگین کربن ذخیره شده برای اندامهای هوایی و زیرزمینی حدود ۵/۵ تن در هکتار برآورد گردید.

$$C_1=5; \quad C_2=.49; \quad C_1+C_2=C_t=5/5$$

میزان کل کربن ذخیره شده در اندامهای هوایی و زمینی منطقه مذکور بر اساس روش دوم ۵/۵ تن به ازای هر هکتار است. سپس میزان متوسط ارزش ذخیره کربن در هر هکتار بر حسب دلار به طور جداگانه برآورد گردید. نتایج مربوط به متوسط میزان زی توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات بر حسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار بر حسب دلار برای هر پلات در روش دوم در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- متوسط مقدار زی توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات در روش دوم

پلات	متوسط مقدار زی توده (تن)	متوسط مقدار ذخیره کربن (تن)	ارزش اقتصادی ذخیره کربن (دلار)	
۱۰۳/۳	۱/۶	۴/۱	۱	
۴۶۸/۴	۷/۴	۱۸/۵	۲	
۹۰۱/۷	۱۴/۲	۳۵/۶	۳	
۶۶۲/۶	۱۰/۵	۲۶/۲	۴	
۳۲۵/۹	۵/۱	۱۲/۹	۵	
۵۶۳/۵	۸/۹	۲۲/۳	۶	
۳۰۲/۵	۴/۸	۱۱/۹	۷	
۳۱۴/۶	۵/۰	۱۲/۴	۸	
۱۰۴/۵	۱/۷	۴/۱	۹	
۱۲۹/۲	۲/۰	۵/۱	۱۰	
۱۴۰/۵	۲/۲	۵/۵	۱۱	
۴۰۹/۶	۶/۵	۱۶/۲	۱۲	
۲۰۹/۱	۳/۳	۸/۳	۱۳	
۲۰۴/۴	۳/۲	۸/۱	۱۴	

ادامه جدول (۲)

پلات	متوسط مقدار زی توده (تن)	متوسط مقدار ذخیره کربن (تن)	ارزش اقتصادی ذخیره کربن (دلار)
۱۵	۵/۰	۲/۰	۱۲۵/۴
۱۶	۳/۶	۱/۴	۹۱/۱
۱۷	۴/۲	۱/۷	۱۰۷/۰
۱۸	۱۲/۴	۴/۹	۳۱۳/۰
۱۹	۲۰/۹	۸/۴	۵۳۰/۲
۲۰	۱۳/۱	۵/۳	۳۳۲/۹
۲۱	۱۵/۱	۶/۰	۳۸۲/۱
۲۲	۱۲/۵	۵/۰	۳۱۵/۷
۲۳	۱۸/۵	۷/۴	۴۶۸/۶
۲۴	۷/۴	۲/۹	۱۸۶/۶
۲۵	۶/۲	۲/۵	۵۶/۱
۲۶	۷/۶	۳/۰	۱۹۱/۵
۲۷	۱۲/۸	۵/۱	۳۲۵/۲
۲۸	۱۶/۵	۶/۶	۴۱۶/۸
۲۹	۱۹/۶	۷/۸	۴۹۶/۷
۳۰	۶/۸	۲/۷	۱۷۱/۷

### محاسبه میزان کربن ذخیره شده درختان بر اساس روش سوم

در این روش ابتدا ذخیره کربن گیاهی بر اساس متغیر مستقل قطر متوسط تاج به دست آمد. سپس میزان کربن ذخیره شده محاسبه و درنهایت میزان کربن ذخیره شده به طور جداگانه بر اساس متغیر مستقل ارتفاع کل درخت برای میوه به دست آمد. درنهایت از جمع این دو عدد، کل کربن ذخیره شده به ازای هر درخت و به تفکیک پلاتها به دست آمد، سپس میزان کربن ذخیره شده در هکتار برای هر پلات به طور جداگانه محاسبه شد. میانگین کربن ذخیره شده برای اندامهای هوایی و زیرزمینی حدود ۱۴/۲ تن در هکتار برآورد گردید.

$$C_1=11/9$$

$$C_2=2/3$$

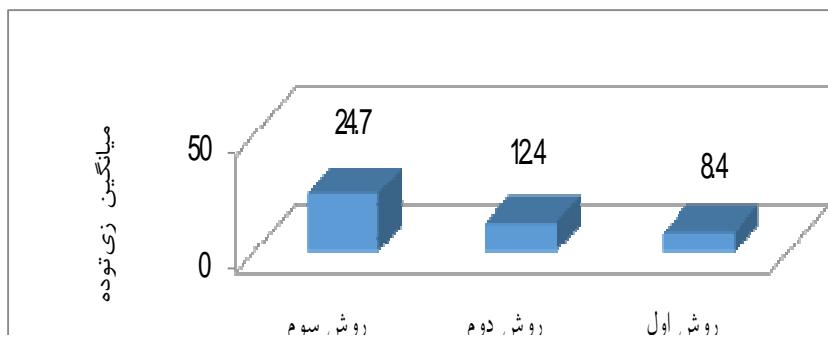
$$C_1+C_2=C_t=14/2$$

در ادامه میزان متوسط ارزش ذخیره در هکتار بر حسب دلار به طور جداگانه محاسبه شد. نتایج مربوط به متوسط میزان زی توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات بر حسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار بر حسب دلار برای هر پلات در روش سوم در جدول ۳ آمده است.

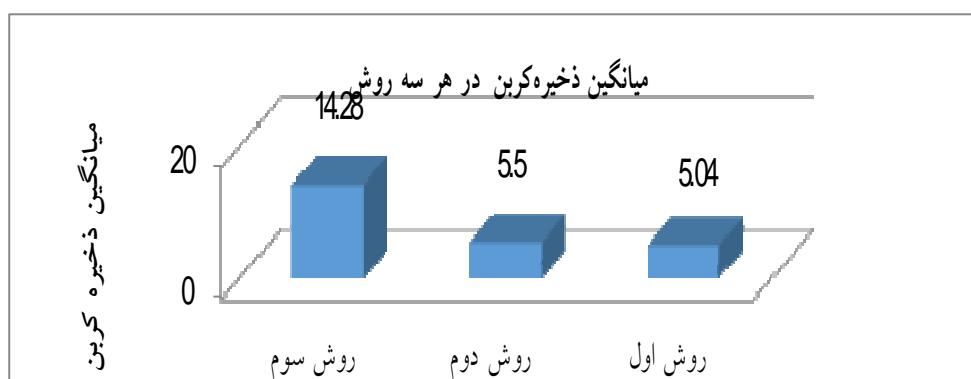
**جدول ۳- متوسط مقدار زی توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات در روش سوم**

پلات	متوسط مقدار زی توده (تن)	متوسط مقدار ذخیره کربن (تن)	ارزش اقتصادی ذخیره کربن (دلار)	
۱۹۰/۱	۳/۰	۶/۱	۱	
۶۷۶/۲	۱۰/۷	۲۲/۱	۲	
۱۵۰۷/۴	۲۳/۸	۴۹/۵	۳	
۱۴۹۱/۷	۲۳/۶	۴۹/۰	۴	
۹۳۶/۹	۱۴/۸	۳۰/۷	۵	
۱۰۵۹/۲	۱۶/۷	۳۴/۷	۶	
۶۷۰/۷	۱۰/۶	۲۱/۹	۷	
۶۲۵/۵	۹/۹	۲۰/۴	۸	
۲۵۱/۴	۴/۰	۸/۲	۹	
۲۴۳/۶	۳/۸	۷/۹	۱۰	
۲۵۳/۱	۴/۰	۸/۲	۱۱	
۱۰۸۲/۵	۱۷/۱	۳۵/۵	۱۲	
۷۳۰/۹	۱۱/۵	۲۴/۰	۱۳	
۵۱۷/۴	۹/	۱۸/۹	۱۴	
۲۶۲/۳	۴/۱	۸/۵	۱۵	
۲۶۹/۱	۴/۳	۸/۷	۱۶	
۵۵۰/۵	۸/۷	۱۷/۹	۱۷	
۹۶۹/۴	۱۵/۳	۳۱/۸	۱۸	
۸۷۰/۰	۱۳/۷	۲۸/۵	۱۹	
۶۰۱/۴	۹/۵	۱۹/۷	۲۰	
۷۲۷/۷	۱۱/۵	۲۳/۸	۲۱	
۶۹۴/۴	۱۱/۰	۲۲/۷	۲۲	
۱۲۰۹/۵	۱۹/۱	۳۹/۹	۲۳	
۶۵۰/۶	۱۰/۳	۲۱/۳	۲۴	
۵۹۴/۲	۹/۴	۱۹/۴	۲۵	
۶۰۹/۷	۹/۶	۱۹/۹	۲۶	
۸۵۸/۶	۱۳/۶	۲۸/۱	۲۷	
۱۷۰۰/۶	۲۶/۹	۵۶/۱	۲۸	
۱۳۰۶/۹	۲۰/۶	۴۳/۰	۲۹	
۴۴۵/۸	۷/۰	۱۴/۵	۳۰	

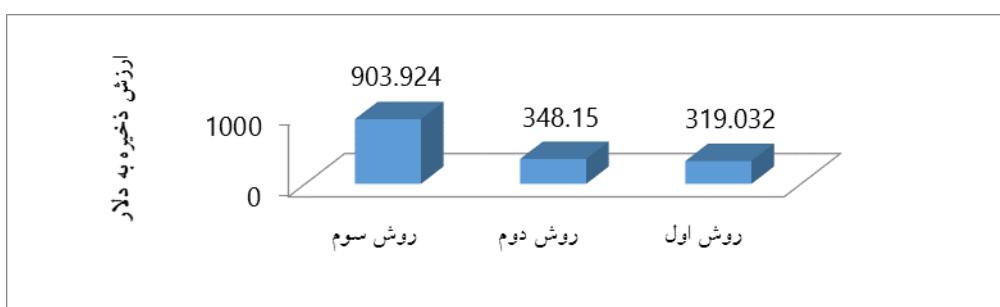
همچنین در زیر نمودارهای مقایسه میانگین‌ها در سه روش آمده است.



شکل ۲- میانگین زی توده در هکتار بر حسب تن در کل پلات‌ها در سه روش



شکل ۳- میانگین ذخیره کردن در هکتار بر حسب تن در هر سه روش



شکل ۴- میانگین ارزش اقتصادی ذخیره کردن بر حسب دلار در هر سه روش

برای تعیین اختلاف بین میزان کربن ذخیره شده در سه روش محاسبه شده، ابتدا با استفاده از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) وجود اختلاف آماری بین نتایج حاصل از این روش‌ها را تعیین، سپس با بکار بردن آزمون توکی برای مقایسه میانگین جهت این اختلاف‌ها تعیین می‌گردد.

جدول ۴- مقایسه میانگین کربن ذخیره شده در هکتار با استفاده از آزمون توکی

(I) گروه		اختلاف میانگین		خطای استاندارد	Sig -	٪ فاصله اطمینان	
گروه (J)	گروه (J)	اختلاف میانگین	حد پایین			حد بالا	
سوم	دوم	۹۳۶۶۷*/۶	۱۲۶۲۷/۱	.***	۶۷۵۳/۳	۳۰۶۱/۱۰	
	اول	۶۹۳۳۳*/۷	۱۲۶۲۷/۱	.***	۳۲۳۹/۴	۰۶۲۷/۱۱	
دوم	سوم	*۹۳۶۶۷/-۶	۱۲۶۲۷/۱	.***	۱۰-/۰۶۱	۵۶۷۳/-۳	
	اول	۷۵۶۶۷/.	۱۲۶۲۷/۱	.۷۸۰/۰	-۲/۶۱۲۷	۱۲۶۱/۴	
اول	سوم	۶۹۳۳۳*/-۷	۱۲۶۲۷/۱	.***	-۱۱/۰۶۲۷-۱۱	۳۲۳۹/-۴	
	دوم	۷۵۶۶۷/-۰	۱۲۶۲۷/۱	.۷۸۰/۰	-۴/۱۲۶۱	۶۱۲۷/۲	

نتایج نشان می‌دهد که اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد بین میزان کربن ذخیره شده بین روش سوم (۱۴/۲ تن) با دو روش دیگر یعنی ۴/۰۵ تن (روش اول) و ۵/۵ تن (روش دوم) میانگین کربن ذخیره شده اندام‌های هوایی و زیرزمینی جنگل مذکور وجود دارد.

#### برآورد ارزش کارکرد جذب گاز دی‌اکسید کربن (ذخیره کربن)

در پژوهش حاضر از روش هزینه جایگزین بهمنظور ارزش‌گذاری استفاده شده است. در این روش که یکی از روش‌های مبتنی بر هزینه است، ارزش کالاهای و خدمات بر حسب هزینه لازم برای جایگزین کردن خدمت اکوسیستمی مربوطه با مکانیسم‌های انسان ساخت، محاسبه می‌شود (باده‌یان و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش از روش هزینه جایگزین بهمنظور ارزش‌گذاری کربن ذخیره شده استفاده شده است. میانگین هزینه جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن به روش صنعتی در سال ۲۰۰۵ معادل ۶۳/۳ دلار به ازای هر تن است که با توجه به اینکه نرخ رسمی دلار در ایران در سال ۱۳۹۵ معادل ۳۱۰۰۰ ریال است، معادل ریالی ارزش جذب هر تن دی‌اکسید کربن ۱۹۶۲۳۰۰ ریال برآورد می‌گردد. برای ارزش‌گذاری مقدار کربن تثبیت شده با توجه به جدول (۵) که معادل سال ۲۰۰۵ تنظیم شده است همان قیمت ۶۳/۳ دلار به ازای جذب، انتقال و ذخیره‌سازی هر تن دی‌اکسید کربن در سال‌های آتی نیز در نظر گرفته شد. جدول زیر خلاصه‌ای از نتایج سه روش برآورد میزان کربن ذخیره شده را نشان می‌دهد.

جدول ۵- مقایسه سه روش ذخیره کربن

ارزش کل سالانه (میلیارد ریال)	ارزش در هکتار			کربن تشییت‌شده در هکتار (تن)			مساحت (H)	روش
	میلیون ریال	دلار (\$)	کل (C <sub>1</sub> )	زمینی (C <sub>2</sub> )	هوایی (C <sub>1</sub> )			
۲/۱۲	۸/۵	۳۱۹/۰۹	۵/۰۴	.۸۴	۴/۲	۲۵۰	اول	
.۰۳۴	۹/۴	۳۴۸/۱۵	۵/۵	.۵	۵	۲۵۰	دوم	
۵/۹۰	۲۳/۹	۹۰۳/۹۲	۱۴/۲	۲/۳۸	۱۱/۹	۲۵۰	سوم	

### بحث و نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که میانگین کربن ذخیره‌شده اندام‌های هوایی و زیرزمینی جنگل مذکور ۵/۰۴ تن (روش اول) ۵/۵ تن (روش دوم) و ۱۴/۲ تن (روش سوم)، است. در این راستا خادمی (۱۳۸۸) که در مطالعه‌ای به بررسی مقدار کربن ذخیره‌شده در توده جنگلی بلوط اوری (*Quercus Macranthera*) جنگل‌های اندبیل خلخال پرداختند، توده جنگلی سالانه به طور متوسط ۱/۵۱ تن در هکتار از طریق زی توده، کربن ذخیره می‌کند که با توجه به میزان کربن ذخیره‌شده در مطالعه حاضر که مقدار ۸/۲ تن در هکتار (میانگین سه روش) است، متفاوت است و نشان می‌دهد که گونه بلوط ایرانی در زمینه ذخیره کربن نسبت به گونه بلوط اوری وضعیت بهتری دارد که این اختلاف می‌تواند، ناشی از حاصلخیزی خاک، درصد بیشتر تاج پوشش، میزان تراکم و غیره در منطقه موردمطالعه باشد. مقدار ذخیره کربن به گونه و میزان محصول بستگی دارد و احتمالاً ویژگی‌های بیولوژیکی این دو گونه می‌تواند دلیل موجه‌ی برای اختلاف میزان کربن ذخیره‌شده باشد (ورامش و همکاران، ۱۳۸۸). نتیجه تحلیل رگرسیونی روش برآورد ذخیره کربن ذخیره‌شده در روش سوم نشان داد که میزان ذخیره کربن‌ته بیشتر از میزان ذخیره کربن موجود در سایر اندام‌های درخت است که این یافته در راستای نتایج مطالعه خادمی قرار دارد. مقدار ذخیره کربن تنها بیشترین سهم از کل کربن ذخیره‌شده را داشت. احتمالاً به همین دلیل است که بیشتر روش‌های برآورد ذخیره کربن بر پایه اندازه‌گیری ذخیره کربن استوارند (Honda et al., 2000). همچنین می‌توان بیان کرد که، با وجود اینکه اساس برآورد ارزش اقتصادی کربن ذخیره کربن است (MacDicken, 1997)، با وجود سهم ذخیره کربن از ذخیره کربن درخت در طول عمر توده جنگلی تغییر می‌کند (Satoo & Madgwick, 1982). با توجه به این که ذخیره کربن در لاشبرگ و خاک، از ذخیره کربن در پوشش گیاهی ناشی می‌شود و کربن موجود در بافت‌های درخت با قرار گرفتن در چرخه کربن، به کربن موجود در لاشبرگ و خاک تبدیل

می شود، لذا بررسی ذخیره کربن در پوشش درختی از اولویت نسبی بالاتری می تواند برخوردار باشد (ورامش و همکاران، ۱۳۸۸).

مقدار کربن ذخیره شده توسط گونه‌ی بلوط ایرانی که  $8/2$  (میانگین سه روش برآورد) در مقایسه با نتایج بررسی بردبار و مرتضوی جهرمی (۱۳۸۵) که میزان ذخیره کربن را در توده‌ی جنگل کاری شده با گونه‌ی اکالیپتوس  $7/8$  تن تخمین زندب بیشتر است. با توجه به این که مساحت جنگلهای بلوط در استان کردستان وسیع است، لذا توجه و حفاظت از این جنگل‌ها، سبب جذب و ذخیره مقدار زیادی از دی‌اکسید کربن اضافی جو خواهد شد. در این مطالعه ارزش هر هکتار میزان کربن ذخیره شده در هر سه روش منطقه حفاظت شده زاوی با مدنظر قرار دادن نرخ دلار ( $26659$  ریال) (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۳) حدود  $15$  میلیون ریال برآورد گردید. میانگین ارزش کل برای محدوده موردمطالعه با وسعت  $250$  هکتار حدود  $3/5$  میلیارد ریال تعیین شد. این مقدار ذخیره کربن در بخش‌های هوایی و فقط برای قطرهای  $5\text{cm}$  به بالا محاسبه شده است، بدیهی است با احتساب ذخیره کربن در سایر طبقات قطری، ارزش برآوردی بیشتر خواهد شد. همچنین اگر این ارزش برای کل محدوده  $57000$  هکتاری محدوده حفاظت شده منطقه زاوی برآورد شود، رقم قابل توجهی خواهد بود. بنابراین حفظ و نگهداری این جنگل‌ها می تواند علاوه بر نقش مؤثری که در افزایش پوشش گیاهی، افزایش تولید و حفاظت خاک دارد، در دست‌یابی به ارزش اقتصادی از طریق ذخیره کربن نیز اهمیت زیادی داشته باشد. با توجه به این که هر هکتار از جنگل موردمطالعه (منطقه حفاظت شده زاوی) به طور متوسط سالانه  $8/2$  تن کربن در هکتار (میانگین سه روش برآورد) ذخیره می‌کند و هر تن کربن ذخیره شده در درختان، حاصل حذف  $3/67$  تن دی‌اکسید کربن از اتمسفر است (Brooks, 1998)، بنابراین هر هکتار از منطقه موردمطالعه با در نظر گرفتن  $8/2$  تن کربن در هکتار (میانگین سه روش برآورد) حدود  $30$  تن دی‌اکسید کربن را از جو حذف می‌کند و با در نظر گرفتن کل منطقه موردمطالعه سالانه حدود  $7500$  تن دی‌اکسید کربن از اتمسفر حذف می‌شود، حال با در نظر گرفتن قیمت  $63/3$  دلار (IPCC, 2005) به ازای تثبیت و ذخیره کردن هر تن کربن به سیار چشمگیری (حدود  $1/5$  میلیون دلار) حاصل می‌شود؛ این در حالی است که پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مانند فیلتر، هزینه‌های سنگینی را دربردارد، به طوری که در آمریکا این هزینه را حدود  $100$  تا  $300$  دلار برای هر تن کربن برآورد کرده‌اند (Finer, 1996). بنابراین اگر قرار بود این مقدار کربن به روش مصنوعی پالایش شود، اعتباری معادل  $0,000,000,000,000,000$  میلیارد ریال موردنیاز خواهد بود (با در نظر گرفتن میانگین  $200$  دلار برای هر تن کربن و  $30000$  ریال برای هر دلار). ازین‌رو صرف‌نظر از سایر خدمات اقتصادی (تولید میوه، چوب) اکولوژیک و اکوسیستمی (حفظ آبخواک، تولید اکسیژن و

اکوتوریسم) این گونه ارزشمند در بومسازگان جنگلی غرب کشور، خسارت ناشی از قطع هر پایه درخت بلوط ایرانی از جنبه‌ی ذخیره کردن قابل ملاحظه است. این موضوع ضرورت توجه مسؤولین و برنامه‌ریزان منابع طبیعی کشور را در حفظ و احیای این بومسازگان ارزشمند جنگلی کشور گوش زد می‌کند. نکته‌ی حائز اهمیت این است که جنگل در کنار ذخیره کردن و تنظیم گازها، کارکردها و خدمات دیگری از قبیل جریانات هیدرولوژیکی، حفظ خاک، ارزش تفرجی، ارزش زیستگاهی و غیره نیز دارد که با برآورد آن‌ها می‌توان به ارزش اقتصادی کل<sup>۸</sup> (TEV) جنگل دست یافت. البته شایان ذکر است که این گونه مطالعات به زمان، هزینه و اطلاعات وسیع و جامع نیاز دارند. بنابراین پیشنهاد می‌شود به کمک افراد بومی برنامه‌های حفاظتی برای جنگل‌های زاولی آن تدوین شده و از تبدیل کاربری این جنگل‌ها به زمین‌های زراعی یا اختصاص آن‌ها به فعالیت‌های صنعتی جلوگیری شود. با احیای اراضی مخروبه و تصرفی از طریق کاشت گونه‌های بومی و افزایش سطح جنگل مقدار ذخیره کردن را افزایش داده شود. توانمندی این جنگل‌ها را در ذخیره کردن به مجامع بین‌المللی گزارش داده و اعتبارات لازم را برای اجرای پروژه‌های مرتبط با آن دریافت نمود. با تأمین اعتبارات موردنیاز از سوی دولت برای روستاییان مجاور منطقه و تأمین سوخت موردنیاز برای آنان می‌توان از فشار وارد به این عرصه طبیعی کم کرده و از نابودی گونه‌های گیاهی ارزشمند منطقه جلوگیری کرد.

## منابع

- امیرنژاد، ح.، عطایی سلوط، ک. ۱۳۹۰. ارزش‌گذاری اقتصادی منابع زیستمحیطی، چاپ اول، نشر آوای مسیح.
- ایرانمنش، ی. ۱۳۹۲. ارزیابی روش‌های برآورد زیستوده و ذخیره کردن گونه بلوط ایرانی در جنگل‌های استان چهارمحال بختیاری. پایان‌نامه دکتری دانشگاه تربیت مدرس، ۱۰۶ ص.
- باده‌یان، ض.، منصوری، م.، سنجابی، ح. ۱۳۹۶. تعیین ارزش اقتصادی برخی از مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی (مطالعه موردی: استان لرستان)، مجله علوم و تکنولوژی محیط‌زیست.
- باده‌یان، ض.، منصوری، م.، فخاری، م. و. ۱۳۹۶. تعیین ارزش اقتصادی ذخیره کردن خاک در گونه‌های مختلف جنگل‌کاری شده، مجله پژوهش‌های محیط‌زیست.
- میانگین نرخ رسمی دلار، ۱۳۹۳، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

<sup>۸</sup> Total Economic Value

- بردبار، ک.، مرتضوی‌جهرمی، م. ۱۳۸۵. بررسی پتانسیل ذخیره کربن در جنگل‌کاری‌های اکالیپتوس و آکاسیا در مناطق غربی استان فارس، پژوهش و سازندگی.
- پارسی پور، م.ک.، شهرابی، م.، سلطانی، ع. و ایرانمنش، ی. ۱۳۹۲. روابط آلومتریک به‌منظور برآورد زیستدههای گونه‌صنوبر در استان چهارمحال و بختیاری، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر، جلد ۲۱، شماره ۳، ۵۲۸-۵۱۷.
- پناهی، م. ۱۳۸۴. ارزش‌گذاری کارکردها و خدمات اکوسیستمی جنگل‌های خزری: مطالعات موردي در سه حوزه جنگلداری چوب و کاغذ مازندران، خیروود کنار و چوب و کاغذ گیلان، رساله دکتری، دانشگاه تهران.
- خدامی، ا. ۱۳۸۸. نقش جنگل‌های شاخه زاد بلوط در ذخیره کربن و جذب دی‌اکسید کربن (مطالعه موردي: جنگل‌های اندبیل خلخال)، فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. عنایتی، ع. ۱۳۸۹. فیزیک چوب، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۷ ص.
- قصربانی، ف.، معروفی، ح. ۱۳۷۸. شناخت مناطق اکولوژیک کشور، پوشش‌های گیاهی استان کردستان. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۷۸ صفحه.
- میرقی، ن. ۱۳۸۷. ارائه و به‌کارگیری الگوی ارزش‌گذاری مکانی خدمات اکوسیستم جنگلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی، رساله دکتری برنامه‌ریزی محیط‌زیست، دانشکده محیط‌زیست دانشگاه تهران.
- oramش، س. ۱۳۸۸. برآورد مقدار ذخیره کربن در جنگل شهری (مطالعه موردي پارک چیتگر تهران)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد جنگلداری دانشکده‌ی منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، ۱۵۰ ص.
- Adams, C., Motta, R. S., Arigoni, R., Reid, J., Ebersbach, C., Almeida, P. 2007. The Useof Contingent Valuation for Evaluating Protected Areas in the Developing World: Economic Valuation of Morro do Diabo State Park, Atlantic Rainforest, Sao Paulo State (Brazil). Ecological Economics.
- Brooks, R. 1998. Carbon Sequestration what's that? UI Extension Forestry Information Series, Forest Management No: 32, 2 pp.
- FAO. 2007. Agricultural investment to promote improved capture and use of rainfall in dry land farming, FAO Investment Center Technical paper No. 10, Rome.
- Finer, L. 1996. Variation in the amount and quality of litterfal in a *Pinus syvestris* l. stand growing on a bog. Forest Ecology and Manegment, 80:1-11.

- Honda, Y., Yamamoto, H. and Kajiwara, k .2000. Biomass Information in Central Asia. Center for Environmental Remote Sensing, Chiba University: 1-33, Yayoi-cho, Inage-ku, Chiba, 263-8522, Japan.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change .2005. IPCC special report on carbon Dioxide capture and Group III of the intergovernmental panel on climate change.
- Komiyama, A., Poungparn, S. and Kato, S. 2005. Common allometric equations for estimating the tree weight of mangroves. *Journal of Tropical Ecology*, 21: 471-477.
- Losi, C. J., Siccamaa, T. G., Condit, R. and Morales, J. E. 2003. Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. *Forest Ecology and Management*. 184. 355–368.
- Mac Dicken, K.G. 1997. A guide to monitoring carbon storage in forest and agro-forestry projects, Winrock International Institute for Agricultural Development, Washington D.C., 357pp.
- Martin, A.R. and Thomas, S.C. A. 2011. Reassessment of carbon content in tropical trees. *PLoS One*, 6, e23533:1–e23533:9.
- Pajtik, J., Konopka, B. and Lukac, M. 2008. Biomass functions and expansion factors in young Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst) trees. *Forest Ecology and Management* 256:1096-1103.
- Subedi, B.P., Pandey, S.S., Pandey, A., Bahadur Rana, E., Bhattacharai, S., Raj, Banskota, T., Charmakar, S. و Tamrakar, R. 2010. Asia Network for Sustainable agriculture and bio resources. Federation of community forest users, Nepal, internationalcenter for integratedmountain development, Norwegian agency for development cooperation, guidelines for measuring carbon stocks in community-managed forests.16p.
- Satoo, T., Madgwick, H.A.I. 1982. Forest Biomass. M. Nijhoff/Dr.W.Junk Publishers, Forestry sciences Boston, p. 152.