دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "حفاظت زیست‌بوم گیاهان"
دوره هفتم، شماره چهاردهم
http://pec.gonbad.ac.ir

به‌کارگیری روش هزینه جایگزین جهت تعیین ارزش اقتصادی ذخیره کربن گونه بلوط ایرانی در منطقه حفاظت‌شده زاولی

ضیاءالدین باده‌یان [1]، معصومه منصوری [2*]

[1] استادیار گروه جنگلداری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد
[2] دانشجوی دکترا جنگل‌شناسی و اکولوژی جنگل، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد

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

چکیده

جنگل‌ها فراهم‌کننده خدمات اکوسیستمی مهمی هستند که اغلب بازاری برای تعیین ارزش آن‌ها وجود ندارد. در میان خدمات غیربازاری ارائه‌شده به‌وسیله اکوسیستم‌های جنگلی، جذب و ذخیره‌سازی دی‌اکسید کربن از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، چراکه انتشار CO_2 یکی از عوامل مهم ایجاد اثر گلخانه‌ای و تغییر اقلیم به شمار می‌رود. در این بررسی میزان ذخیره کربن در زی‌توده گیاهی منطقه حفاظت‌شده زاولی واقع در استان کردستان برآورد و ارزش‌گذاری شده است. آماربرداری به روش تصادفی سیستماتیک انجام گرفت و داده‌های موردنیاز ازجمله قطر برابرسینه، ارتفاع کل، ارتفاع تاج، قطر تاج و غیره از مجموع سی پلات برداشت شدند. میزان کربن ذخیره‌شده در اندام‌های هوایی و زیرزمینی درختان به‌طور مجزا با استفاده از سه روش برآورد و به‌منظور ارزش‌گذاری این کارکرد اکوسیستمی از روش هزینه جایگزین استفاده شد. نتایج نشان داد که ارزش ریالی هر هکتار از این جنگل درروش اول ۸/۵ میلیون ریال، درروش دوم ۹/۲ میلیون ریال و درروش سوم ۲۳/۹ میلیون ریال از بعد کارکرد اکوسیستمی 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 تعدیل تراکم کربن اتمسفری کمک نمود.

واژه‌های کلیدی: **خدمات غیربازاری، روش تصادفی سیستماتیک، ارزش‌گذاری**

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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

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 نظیر روش هزینه پیشگیری و هزینه اجتناب‌شده استفاده می‌شود (مبرقعی، ۱۳۸۷). دامنه تغییرات ارزش تثبیت کربن در مطالعات گوناگون، بسیار متفاوت است. در برآوردی 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 استکهلم-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 ارائه‌شده 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 برآورد 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 نم‌خانه نوشهر (با مساحت حدود ۲۰۵۸۲/۴۹ هکتار) را بالغبر ۸۰ میلیارد ریال برآورد کردند. در جدیدترین مطالعات توسط باده‌یان و همکاران (۱۳۹۶) جهت تعیین ارزش اقتصادی ذخیره کربن خاک در گونه‌های مختلف جنگلکاری‌شده 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. پس‌ازآن در مطالعه دیگر که به تعیین ارزش اقتصادی برخی از مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی در محدوده‌ای بالغبر 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 ارائه‌شده در آن صورت نگرفته است. لذا هدف از این

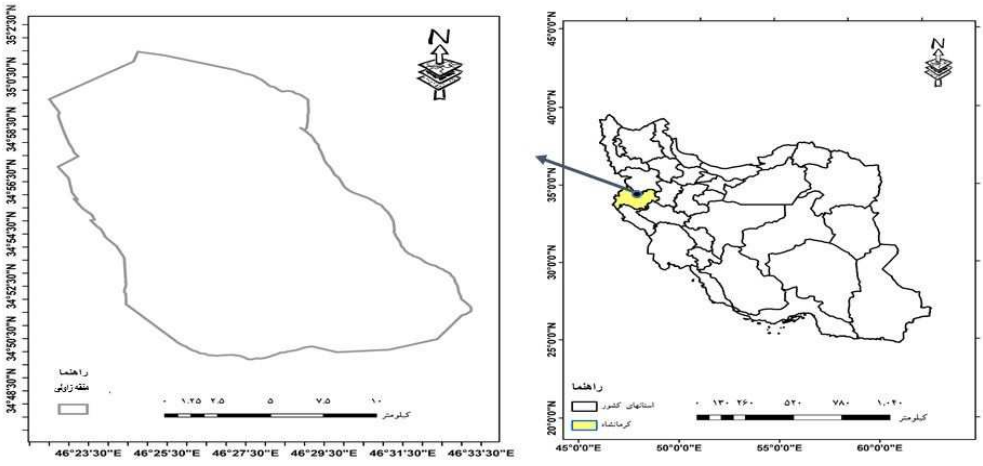
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

بررسی برآورد ارزش اقتصادی میزان کربن ذخیره‌شده در گونه بلوط ایرانی (*Quercus.brantii*) است که با کاربرد روش هزینه جایگزین در منطقه حفاظت‌شده زاولی صورت گرفته است.

مواد و روش‌ها

منطقه موردمطالعه

منطقه زاولی با مساحت ۳۶۹ کیلومترمربع در محدوده سیاسی استان‌های کرمانشاه و کردستان بین عرض شمالی ″۱۲ ′۴۵ °۳۴ تا ″۴۸ ′۱۰ °۳۵ و طول‌های شرقی ″۴۸ ′۱۶ °۴۶ تا ′۴۵ °۴۶ واقع‌شده است. شهرستان‌های پاوه و روانسر در دامنه جنوبی این ناهمواری قرارگرفته‌اند. جریان‌های خروجی از ارتفاعات شاهو اعم از چشمه و رودخانه از طریق دو شبکه جداگانه، یکی در شرق (حوضه آبزی قره‌سو) و دیگری در غرب (حوزه آبریز سیروان) وارد کشور عراق شده و ازآنجا به حوضه آبریز خلیج‌فارس می‌پیوندند. متوسط ارتفاع منطقه از سطح دریا حدود ۱۵۲۰ متر است. همچنین میزان بارندگی متوسط منطقه حدود ۶۰۰ میلی‌متر است و حداکثر مطلق درجه حرارت ۴۲+ و حداقل مطلق درجه حرارت ۳۱- درجه سانتی‌گراد می‌باشد (شکل ۱ موقعیت جغرافیای‌ی منطقه موردمطالعه 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 تنوع‌زیستی بالاست،



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه موردمطالعه

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

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 (قصریانی 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 ۲۰۰ ×۴۰۰ مترمربع و قطعه‌نمونه دایره‌ای شکل با مساحت ۱۲۰۰ مترمربع (۱۲ آر) برداشت شد. درختان با توجه به قطر برابرسینه (طبقات ۵ سانتی‌متری) و در فرم رویشی چند گروه به دلیل عدم امکان طبقه‌بندی پایه‌ها بر اساس قطر برابرسینه 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 بلوط در اکوسیستم جنگلی موردمطالعه از سه روش استفاده شد که در مطالعات مختلف بکار گرفته‌شده‌اند: روش اول، پارساپور (۱۳۹۲)، روش دوم، سوبدی و همکاران (Subedi et al., 2010) و روش سوم، ایرانمنش (۱۳۹۲) می‌باشند.

برآورد میزان ذخیره کربن در زی‌توده 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.

رابطه ۱ $CO_2\ (264g) + H_2O\ (108g) \Rightarrow C_6H_{12}O_6\ (180g) + O_2\ (193g) \Rightarrow \text{Amylase}\ (162g)$

بنابراین به ازای تولید هر کیلوگرم ماده خشک به میزان ۱/۶۳ کیلوگرم کربن توسط اکوسیستم جنگلی تثبیت می‌شود. لذا به‌منظور اندازه‌گیری میزان زی‌توده در اندام‌های هوایی و زمینی، پس از اندازه‌گیری ارتفاع (H)، قطر برابرسینه (DBH) و سطح مقطع (g) درختان در پلات‌ها، زی‌توده و کربن موجود در درختان سرپا با استفاده از رابطه (۳ و۲) محاسبه گردید (پارساپور و همکاران، ۱۳۹۲).

رابطه ۲ $$V = g \times H \times f$$

رابطه ۳ $$m = \rho \times V$$

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

V= حجم درختان برحسب مترمکعب، g= سطح مقطع برحسب مترمربع، H= ارتفاع درخت برحسب متر، f= ضریب شکل درخت، m=جرم برحسب کیلوگرم و ρ = چگالی برحسب کیلوگرم بر سانتی مترمکعب. ازآنجایی‌که در جنگل‌های زاگرس پلات ثابت وجود ندارد، لذا نمی‌توان ازاین‌روش جهت برآورد میزان تولید زی‌توده سالانه استفاده نمود؛ اما درصورتی‌که مانند سایر جنگل‌ها مثلاً ۱ یا ۲ درصد از زی‌توده را به‌عنوان رویش سالانه در نظر بگیریم می‌توان ارزش سالانه ذخیره کربن را برآورد نمود.

برآورد میزان ذخیره کربن در زی‌توده گیاهی با کاربرد روش دوم

پس از اندازه‌گیری ارتفاع[۲] (H) و قطر برابرسینه[۳] (DBH) درختان در پلات‌ها، زی‌توده موجود در درختان سرپا با استفاده از رابطه (۴) محاسبه گردید (Subedi et al., 2010):

$$AGTB = 0/112 \times (\rho D^2 H)^{0/916} \qquad C_{AGBT} = AGTB \times 0/4$$ رابطه ۴

AGTB[۴]: زی‌توده درختان بر روی سطح زمین (کیلوگرم)، ρ : چگالی ویژه چوب (g/cm3)،D: قطر درخت در ارتفاع برابرسینه (سانتی‌متر)، H : ارتفاع درخت (متر) و CAGTB: میزان کربن موجود در درختان. سپس از رابطه (۵) کربن موجود در اندام‌های زیرزمینی[۵] (BGB) محاسبه گردید در این رابطه CBB، کربن موجود در ریشه است (Subedi et al., 2010):

$$BGB = AGTB \times \%20$$ رابطه ۵

برآورد میزان ذخیره کربن در زی‌توده گیاهی با استفاده از روش سوم

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

[2] Height
[3] Diameter at Breast Height
[4] Above Grand Tree Biomass
[5] Below Grand biomass

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

کمتر از ۱ سانتی‌متر درنظر گرفته شد. پس از قطع و جداسازی، قسمت‌های تفکیک‌شده به‌صورت جداگانه، در عرصه به کمک ترازوی عقربه‌ای با دقت ۰/۵ کیلوگرم (برای تنه‌های قطور) و ترازوی رقومی با دقت ۱۰ گرم (برای وزن‌های کمتر) توزین شدند. پس از وزن کردن قسمت‌های مختلف درخت، به‌منظور اندازه‌گیری وزن خشک و اندوخته کربن، نمونه‌برداری[6] 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[7] 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 به‌عنوان متغیر وابسته و یکی از متغیرها که به‌سادگی بتوان در جنگل یا عرصه آن را اندازه‌گیری کرد، مانند قطر برابرسینه و یا ارتفاع درخت به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته می‌شود. هنگام برآورد زی‌توده‌ی درخت و یا زی‌توده‌ی اجزای آن، متداول‌ترین 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 زی‌توده‌ی گونه‌ها به سهولت انجام‌شده و از روش‌های تخریبی که بسیار پرهزینه و وقت‌گیر هستند، تا حد امکان جلوگیری شود.

برای زی‌توده کل اندام‌های هوایی درخت به‌جز میوه:

$$Y = 2.534 \times X^{2.383}$$ رابطه ۶

(Y: زی‌توده برحسب کیلوگرم، X : متغیر مستقل (قطر متوسط تاج)) و برای کربن در کل اندام‌های هوایی درخت به‌جز میوه:

$$Y = 1.275 \times X^{2.362}$$ رابطه ۷

[6] Sub-sampling
[7] Allometric Equations

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

(Y: زی‌توده برحسب کیلوگرم، X: متغیر مستقل (قطر متوسط تاج))

هم‌چنین برای برآورد ذخیره کربن و میزان کربن موجود میوه به‌طور جداگانه فرمول‌هایی را نیز به دست آورده‌اند که به‌قرار زیر است. برای زی‌توده میوه بر اساس ارتفاع کل درخت:

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

(Y: زی‌توده برحسب کیلوگرم، X: متغییر مستقل (ارتفاع کل درخت))

برای کربن میوه:

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

(Y: زی‌توده برحسب 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 برحسب کیلوگرم برآورد گردید. با محاسبه ۵۰٪ از میزان ذخیره کربن اندازه‌گیری شده (Martin & Thomas, 2011)، میزان کربن ذخیره‌شده در اندام‌های هوایی (C_1) و زیرزمینی مقادیر محاسبه‌شده است. همچنین بر اساس گزارش فائو (۲۰۰۷) و مک‌دیکن (۱۹۹۷)، میزان رویش یا حجم ذخیره کربن زیرزمینی، یک‌پنجم اندام‌های هوایی است. لذا پس از محاسبه میزان کربن ذخیره‌شده در اندام‌های هوایی جنگل، ۲۰ درصد آن به‌عنوان کربن زیرزمینی (C_2) در نظر گرفته شد. ازاین‌رو میانگین ذخیره کربن در هکتار برحسب تن درروش اول به‌صورت زیر محاسبه شد.

C_1=۴/۲

C_2=./۸۴

$C_1+C_2=C_t$= ۵/۰۴

میزان کل کربن ذخیره‌شده در اندام‌های هوایی و زیرزمینی منطقه مذکور بر اساس روش اول ۵/۰۴ تن به ازای هر هکتار است. پس‌ازآن میزان متوسط ارزش ذخیره در هکتار برحسب دلار به‌طور جداگانه تخمین زده شد. نتایج مربوط به متوسط میزان زی‌توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات برحسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برحسب دلار برای هر پلات درروش اول در جدول یک آمده است.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

جدول ۱- متوسط مقدار زی‌توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات درروش اول

پلات	متوسط مقدار زی‌توده (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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

محاسبه میزان کربن ذخیره‌شده درختان بر اساس روش دوم

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

C_1=۵ ; C_2=./۴۹; $C_1+C_2=C_t$=۵/۵

میزان کل کربن ذخیره‌شده 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 برحسب دلار به‌طور جداگانه برآورد گردید. نتایج مربوط به متوسط میزان زی‌توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات برحسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برحسب دلار برای هر پلات درروش دوم در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- متوسط مقدار زی‌توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات درروش دوم

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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

ادامه جدول (۲)

پلات	متوسط مقدار زی‌توده (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 ذخیره‌شده 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 ذخیره‌شده محاسبه و درنهایت میزان کربن ذخیره‌شده به‌طور جداگانه بر اساس متغیر مستقل ارتفاع کل درخت برای میوه به دست آمد. درنهایت از جمع این دو عدد، کل کربن ذخیره‌شده به ازای هر درخت و به تفکیک پلات‌ها به دست آمد، سپس میزان کربن ذخیره‌شده در هکتار برای هر پلات به‌طور جداگانه محاسبه شد. میانگین کربن ذخیره‌شده برای اندام‌های هوایی و زیرزمینی حدود ۱۴/۲ تن در هکتار برآورد گردید.

C_1=۱۱/۹ C_2=۲/۳

$C_1+C_2=C_t$=۱۴/۲

در ادامه میزان متوسط ارزش ذخیره در هکتار برحسب دلار به‌طور جداگانه محاسبه شد. نتایج مربوط به متوسط میزان زی‌توده و ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات برحسب تن و متوسط ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برحسب دلار برای هر پلات درروش سوم در جدول ۳ آمده است.

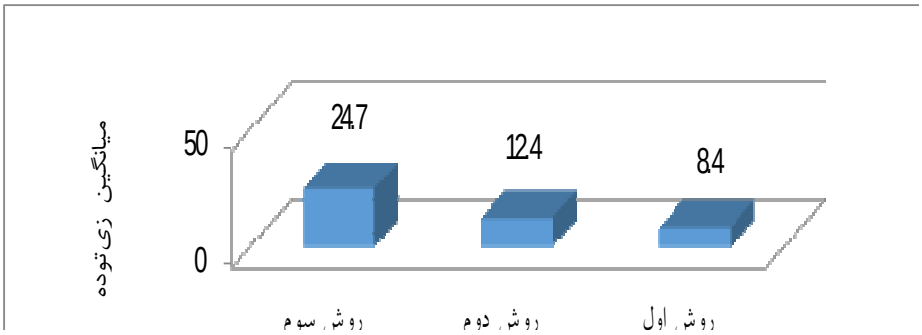
[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

جدول ۳- متوسط مقدار زی‌توده، ذخیره کربن و ارزش اقتصادی ذخیره کربن در هکتار برای هر پلات درروش سوم

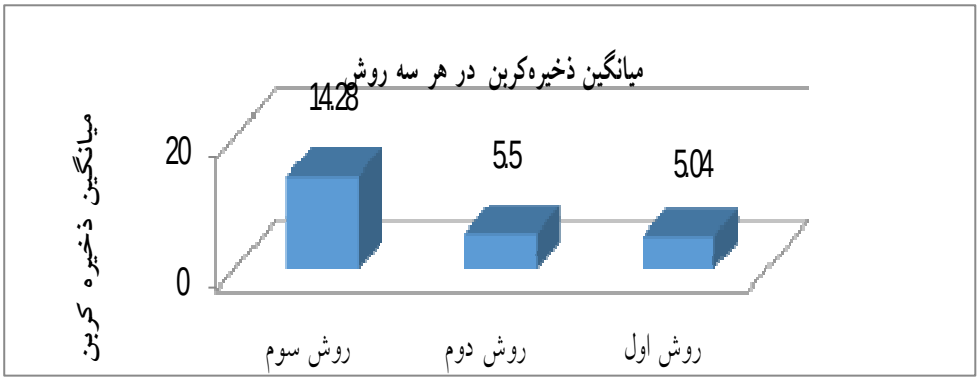
پلات	متوسط مقدار زی‌توده (تن)	متوسط مقدار ذخیره کربن (تن)	ارزش اقتصادی ذخیره کربن (دلار)
۱	۶/۱	۳/۰	۱۹۰/۱
۲	۲۲/۱	۱۰/۷	۶۷۶/۲
۳	۴۹/۵	۲۳/۸	۱۵۰۷/۴
۴	۴۹/۰	۲۳/۶	۱۴۹۱/۷
۵	۳۰/۷	۱۴/۸	۹۳۶/۹
۶	۳۴/۷	۱۶/۷	۱۰۵۹/۲
۷	۲۱/۹	۱۰/۶	۶۷۰/۷
۸	۲۰/۴	۹/۹	۶۲۵/۵
۹	۸/۲	۴/۰	۲۵۱/۴
۱۰	۷/۹	۳/۸	۲۴۳/۶
۱۱	۸/۲	۴/۰	۲۵۳/۱
۱۲	۳۵/۵	۱۷/۱	۱۰۸۲/۵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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

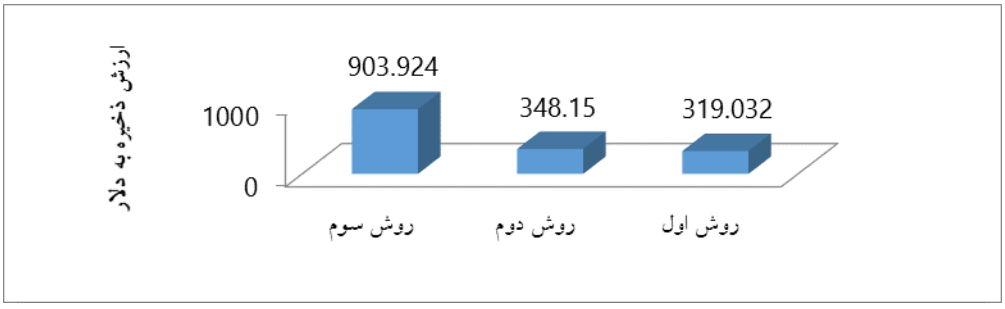
همچنین در زیر نمودارهای مقایسه میانگین‌ها در سه روش آمده است.



شکل ۲- میانگین زی‌توده در هکتار برحسب تن در کل پلات‌ها در سه روش



شکل ۳- میانگین ذخیره کربن در هکتار برحسب تن در هر سه روش



شکل ۴- میانگین ارزش اقتصادی ذخیره کربن برحسب دلار در هر سه روش

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

برای تعیین اختلاف بین میزان کربن ذخیره‌شده در سه روش محاسبه‌شده، ابتدا با استفاده از آزمون تجزیه واریانس (ANOVA) وجود اختلاف آماری بین نتایج حاصل ازاین‌روش‌ها را تعیین، سپس با بکاربردن آزمون توکی برای مقایسه میانگین جهت این اختلاف‌ها تعیین می‌گردد.

جدول۴- مقایسه میانگین کربن ذخیره‌شده در هکتار با استفاده از آزمون توکی

(I) گروه	گروه(J)	اختلاف میانگین	خطای استاندارد	Sig	۹۹ % فاصله اطمینان	
					حد پایین	حد بالا
سوم	دوم	۹۳۶۶۷*/۶	۱۲۶۲۷/۱	.۰۰۰	۶۷۵۳/۳	۳۰۶۱/۱۰
	اول	۶۹۳۳۳*/۷	۱۲۶۲۷/۱	.۰۰۰	۳۲۳۹/۴	۰۶۲۷/۱۱
دوم	سوم	*۹۳۶۶۷/-۶	۱۲۶۲۷/۱	.۰۰۰	۱۰-/۰۶۱	۵۶۷۳/-۳
	اول	۷۵۶۶۷/.	۱۲۶۲۷/۱	۷۸۰/۰	-۲/۶۱۲۷	۱۲۶۱/۴
اول	سوم	۶۹۳۳۳*/-۷	۱۲۶۲۷/۱	.۰۰۰	-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 ذخیره‌شده بین روش سوم (۱۴/۲تن) با دو روش دیگر یعنی ۵/۰۴ تن (روش اول) ۵/۵ تن (روش دوم) میانگین کربن ذخیره‌شده 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 استفاده‌شده است. در 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 انسان ساخت، محاسبه می‌شود (باده‌یان و همکاران، ۱۳۹۶). در این پژوهش از روش هزینه جایگزین به‌منظور ارزش‌گذاری کربن ذخیره‌شده استفاده‌شده 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 تثبیت‌شده با توجه به جدول (۵) که معادل سال ۲۰۰۵ تنظیم‌شده 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 ذخیره‌شده را نشان می‌دهد.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

جدول۵- مقایسه سه روش ذخیره کربن

روش	مساحت (H)	کربن تثبیت‌شده در هکتار (تن)			ارزش در هکتار		ارزش کل سالانه (میلیارد ریال)
		هوایی (C_1)	زمینی (C_2)	کل (C_t)	دلار ($)	میلیون ریال	
اول	۲۵۰	۴/۲	/۸۴	۵/۰۴	۳۱۹/۰۹	۸/۵	۲/۱۲
دوم	۲۵۰	۵	/۵	۵/۵	۳۴۸/۱۵	۹/۲	۰/۳۲
سوم	۲۵۰	۱۱/۹	۲/۳۸	۱۴/۲	۹۰۳/۹۲	۲۳/۹	۵/۹۰

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 به‌طور متوسط ۱/۵۱ تن در هکتار از طریق زی‌توده، 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 درزمینهٔ ذخیره کربن نسبت به گونه بلوط اوری وضعیت به‌مراتب 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 درروش سوم نشان داد که میزان ذخیره کربنتنه بیشتر از میزان ذخیره کربن موجود در سایر اندام‌های درخت است که این یافته در راستای نتایج مطالعه خادمی قرار دارد. مقدار ذخیره کربن تنه 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، باوجوداینکه اساس برآورد ارزش اقتصادی کربن ذخیره کربن است (MacDicken, 1997)، بااین‌وجود، سهم ذخیره کربن از ذخیره کربن درخت در طول عمر توده جنگلی تغییر می‌کند (Satoo & Madgwick, 1982). با توجه به این‌که 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

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

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

مقدار کربن ذخیره‌شده توسط گونه‌ی بلوط ایرانی که ۸/۲ (میانگین سه روش برآورد) در مقایسه با نتایج بررسی بردبار و مرتضوی جهرمی (۱۳۸۵) که میزان ذخیره کربن را در توده‌ی جنگل‌کاری شده با گونه‌ی اکالیپتوس ۷/۸ تن تخمین زدند بیشتر است. با توجه به این‌که 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 ذخیره‌شده در هر سه روش منطقه حفاظت‌شده زاولی با مدنظر قرار دادن نرخ دلار (۲۶۶۵۹ ریال) (بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، ۱۳۹۳) حدود ۱۵ میلیون ریال برآورد گردید. میانگین ارزش کل برای محدوده موردمطالعه با وسعت ۲۵۰ هکتار حدود ۳/۵ میلیارد ریال تعیین شد. این مقدار ذخیره کربن در بخش‌های هوایی و فقط برای قطرهای 5cm به بالا محاسبه‌شده است، بدیهی است با احتساب ذخیره کربن در سایر طبقات قطری، ارزش برآوردی بیشتر خواهد شد. همچنین اگر این ارزش برای کل محدوده ۵۷۰۰۰ هکتاری محدوده حفاظت‌شده منطقه زاولی برآورد شود، رقم قابل‌توجهی خواهد بود. بنابراین حفظ و نگهداری این جنگل‌ها می‌تواند 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 این‌که هر هکتار از جنگل موردمطالعه (منطقه حفاظت‌شده زاولی) به‌طور متوسط سالانه ۸/۲ تن کربن در هکتار (میانگین سه روش برآورد) ذخیره می‌کند و هر تن کربن ذخیره‌شده در درختان، حاصل حذف ۳/۶۷ تن دی‌اکسید کربن از اتمسفر است (Brooks, 1998)، بنابراین هر هکتار از منطقه موردمطالعه با در نظر گرفتن ۸/۲ تن کربن در هکتار (میانگین سه روش برآورد) حدود ۳۰ تن دی‌اکسید کربن را از جو حذف می‌کند و با در نظر گرفتن کل منطقه موردمطالعه سالانه حدود ۷۵۰۰ تن دی‌اکسید کربن از اتمسفر حذف می‌شود، حال با در نظر گرفتن قیمت ۶۳/۳ دلار (IPCC, 2005) به ازای تثبیت و ذخیره کردن هر تن کربن رقم بسیار چشمگیری (حدود ۱/۵ میلیون دلار) حاصل می‌شود؛ این در حالی است که پالایش کربن با روش‌های مصنوعی مانند فیلتر، هزینه‌های سنگینی را دربردارد، به‌طوری‌که در آمریکا این هزینه را حدود ۱۰۰ تا ۳۰۰ دلار برای هر تن کربن برآورد کرده‌اند (Finer, 1996). بنابراین اگر قرار بود این مقدار کربن به روش مصنوعی پالایش شود، اعتباری معادل ۳۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ میلیارد ریال موردنیاز خواهد بود (با در نظر گرفتن میانگین ۲۰۰ دلار برای هر تن کربن و ۳۰۰۰۰ ریال برای هر دلار). ازاین‌رو صرف‌نظر از سایر خدمات اقتصادی (تولید میوه، چوب) اکولوژیک و اکوسیستمی (حفظ آب‌وخاک، تولید اکسیژن و

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

اکوتوریسم) این‌گونه ارزشمند در بوم‌سازگان جنگلی‌غرب کشور، خسارت ناشی از قطع هر پایه درخت بلوط ایرانی از جنبه‌ی ذخیره کربن قابل‌ملاحظه است. این موضوع ضرورت توجه مسؤولین و برنامه‌ریزان منابع‌طبیعی کشور را در حفظ و احیای این بوم‌سازگان ارزشمند جنگلی کشور گوش‌زد می‌کند. نکته‌ی حائز اهمیت این است که جنگل در کنار ذخیره کربن 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[8](TEV) جنگل دست‌یافت. البته شایان‌ذکر است که این‌گونه مطالعات به زمان، هزینه و اطلاعات وسیع و جامع نیاز دارند. بنابراین پیشنهاد می‌شود به کمک افراد بومی برنامه‌های حفاظتی برای جنگل‌های زاولی آن تدوین‌شده 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 کربن را افزایش داده شود. توانمندی این جنگل‌ها را در ذخیره کربن 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 وارده 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 زی‌توده و ذخیره کربن 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 کربن خاک در گونه‌های مختلف جنگل‌کاری شده، مجله پژوهش‌های محیط‌زیست.

میانگین نرخ رسمی دلار، ۱۳۹۳، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران.

[8] Total Economic Value

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

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.، سهرابی، ه.، سلطانی، ع. و ایرانمنش، ی. ۱۳۹۲. روابط آلومتریک به‌منظور برآورد زیتوده‌های گونه صنوبر 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 موردی در سه حوزه جنگلداری چوب و کاغذ مازندران، خیرود کنار و چوب و کاغذ گیلان، رساله دکتری، دانشگاه تهران.

خادمی، ا. ۱۳۸۸. نقش جنگل‌های شاخه زاد بلوط در ذخیره کربن و جذب دی‌اکسید کربن (مطالعه موردی: جنگل‌های اندبیل خلخال)، فصلنامه‌ی علمی- پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران.

عنایتی، ع. ۱۳۸۹. فیزیک چوب، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران،۳۱۷ ص.

قصریانی، ف.، معروفی، ح. ۱۳۷۸. شناخت مناطق اکولوژیک کشور، پوشش‌های گیاهی استان کردستان. مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۷۸ صفحه.

مبرقعی، 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.

ورامش، س. ۱۳۸۸. برآورد مقدار ذخیره کربن در جنگل شهری (مطالعه موردی 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.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]

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 allometricequations 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-foresty 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., Bhattarai, S., Raj, Banskota, T., Charmakar, S. وTamrakar, 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.

[Downloaded from pec.gonbad.ac.ir on 2026-11-07]