Journal of Environmental and Natural Resource Economics
Volume 4, Number 8, Spring 2024, pp. 107-142
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/EENR.2024.80304.188

Original Research
Received: 25/June/2023
Accepted: 8/Oct/2024
ISSN: 2538-4791
eISSN: 2538-483X

Valuation of Market and Non-Market Goods and Services of the Forest Ecosystem of Northern Iran (Hyrcanian Forests)

Azim Hashemnejad Rahimabadi — Ph.D. Student, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Amir Mohamadinejad * — Assistant Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Hamid Amirnejad — Professor, Department of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran.

Reza Moghaddasi — Associate Professor, Department of Agricultural Economics, Faculty of Agriculture and Food Industry, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Abstract

Ecosystems are the source of production and supply of a wide range of goods and services for human societies around the world and are considered one of the important elements for providing economic and livelihood welfare. Following the determination of the role of environment and natural resources in human well-being, many efforts have been made to value environmental goods and services. In this regard, this study paid attention to the value of marketable and non-marketable goods and services in the Hyrkani forest ecosystem. Based on this, the market value of standing wood (cubic meters per hectare) by the market price method and the non-market value of oxygen production and carbon dioxide absorption, carbon sequestration, water production and supply, soil maintenance, runoff control in the three forestry areas of Gilan, Mazandaran, and Golestan by the method Replacement cost was estimated. The results showed that the total value of the goods and services of the Hyrkan forests was estimated to be equal to 68092 thousand billion rials, among which the market value of wood is 23561 thousand billion rials, carbon

* Corresponding Author: a.mohamadinejad@srbiau.ac.ir
How to Cite: Hashemnejad Rahimabadi, A., Mohamadinejad, A., Amirnejad, H., Moghaddasi, R. (2024). Valuation of Market and Non-Market Goods and Services of the Forest Ecosystem of Northern Iran (Hyrcanian Forests). Journal of Environmental and Natural Resource Economics, 8(4), pp. 107-142.

sequestration is 27755 thousand billion rials, soil maintenance is 15497 thousand billion rials, water production is 671 thousand billion rials, runoff control 327 thousand billion rials, oxygen production and carbon dioxide absorption 279 thousand billion rials. Meanwhile, the value of carbon sequestration and the value of wood respectively have the highest value among the studied ecosystem services.

Introduction

Forest ecosystems are a source of production and supply for a wide range of goods and services to human societies worldwide. They are essential for economic and livelihood well-being (Cavatassi, 2004). Forests are increasingly subjected to overexploitation and recreational activities (Cole, 1996). However, they also serve as important tourist destinations, attracting local, regional, and international tourists annually (Mugambi, 2006). Nevertheless, many forest ecosystem services—such as climate regulation, oxygen production, carbon dioxide sequestration, carbon storage, water production, flood control, and soil retention—are provided outside market mechanisms. The Hyrcanian forest ecosystem, also known as the Caspian Sea forests, spans 3.2 million hectares in Iran and features a temperate warm to semi-warm climate. Beyond its recreational and tourism potential, the ecosystem is a biodiversity hotspot, housing 5% of Iran's flora and providing numerous ecosystem services. Based on forest stands, types, and communities, categorized by elevation above sea level, this study focuses on mapping plant species diversity across three forestry watersheds; Asalem, Nur-Chamestan, and Minudasht in Guilan, Mazandaran, and Golestan, respectively. The primary objective of this research is to assess the economic value of forest ecosystem services, with a particular emphasis on non-market functions such as oxygen production, carbon dioxide absorption, carbon sequestration, water production, soil retention, and flood control.

Methods and Material

In this research, Geographic Information Systems (GIS) and the Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST) tool were utilized to estimate the economic value of these services across three forestry districts in Guilan, Mazandaran, and Golestan provinces. By applying these tools to forest inventory data, the research seeks to provide forest managers and policymakers with a robust framework for making informed, economy-based decisions.

Results and Discussion

This study clearly demonstrates that carbon dioxide (CO2) uptake and oxygen (O2) production rates vary significantly among forest communities due to differences in site conditions, species composition, elevation, soil types, and aspects. The forest communities studied showed a wide range of production capacities. The average value of CO2 sequestration and O2 production in the forest communities of the three northern provinces of the country ranges between $179 and $409, with an overall average estimated at $289. Carbon sequestration (40.7%), timber value (34.6%), and soil conservation (22.7%) account for the largest shares of the estimated value.

Conclusion

The annual value of the forests studied (77,683 hectares) was estimated at 22,998,423,840 million rials for five non-market and one market service. The total value for all northern Iranian forests (2,300,000 hectares) is 68,092,600,492 million rials. This figure is significant, especially given Iran's limited vegetation cover and arid climate. Given the importance of these services, it is crucial to allocate substantial budgetary resources for their conservation and management.

Keywords: Ecosystem services, valuation, Hicani forest, Market and non-market services

JEL Classification: Q23 , Q56 , Q57

مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۴/۰۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۷/۱۷

ISSN: ۲۵۳۸-۴۷۹۱

eISSN: ۲۵۳۸-۴۸۳X

- فصلنامه محیط زیست و منابع طبیعی ---
سال ٤، شماره ۸، بهار ۱٤۰۳، صفحات ۱۰۷-۱٤۲
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/10.22054/EENR.2024.80304.188

ارزش‌گذاری کالاها و خدمات بازاری و غیربازاری اکوسیستم جنگلی شمال ایران (هیرکانی)

عظیم هاشم‌نژاد رحیم‌آبادی — دانشجوی دکتری، گروه اقتصاد، آموزش و ترویج کشاورزی ، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

امیر محمدی‌نژاد* — استادیار، گروه اقتصاد، آموزش و ترویج کشاورزی ، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

حمید امیرنژاد — استاد، گروه اقتصاد، آموزش و ترویج کشاورزی ، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران.

رضا مقدسی — دانشیار، گروه اقتصاد، آموزش و ترویج کشاورزی ، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

چکیده

اکوسیستم ها منشأ تولید و عرضه کالاها و خدمات گسترده‌ای برای جامعه‌های انسانی در سرتاسر جهان بوده و یکی از عناصر مهم برای تأمین رفاه اقتصادی و معیشتی به شمار می‌روند. به دنبال تعیین نقش منابع طبیعی و محیط زیست در رفاه انسان‌ها، تلاش‌های فراوانی برای ارزش‌گذاری کالاها و خدمات محیط زیستی انجام شده است. این مطالعه در همین راستا، ارزش کالاها و خدمات بازاری و غیر بازاری قابل محاسبه در اکوسیستم جنگلی هیرکانی را مورد توجه قرار داده است. بر این اساس، ارزش بازاری چوب قابل برداشت (متر مکعب درهکتار) به روش قیمت بازار و ارزش غیربازاری تولید اکسیژن و جذب دی اکسیدکربن، ترسیب کربن،تولید و عرضه آب، نگهداشت خاک، کنترل رواناب در سه حوزه جنگل‌داری گیلان، مازندران و گلستان به‌روش هزینه جایگزین برآورد شده است. طبق نتایج، ارزش کل کالاها و خدمات مورد نظر جنگل‌های هیرکانی معادل ۲۹۸۹۲ هزار میلیارد ریال است که در این میان ارزش بازاری چوب قابل برداشت سالیانه ۴۷۱ هزار میلیارد ریال، ترسیب کربن ۲۷۷۵۵ هزار میلیارد ریال، نگهداشت خاک ۳۸۷ هزار میلیارد ریال، تولیدآب ۶۷۱ هزار میلیارد ریال، کنترل رواناب ۳۲۷ هزار میلیارد ریال، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن۲۷۹ هزار میلیارد ریال را به خود اختصاص داده است. همچنین ارزش ترسیب کربن بیشترین مقدار را در بین خدمات اکوسیستمی مورد مطالعه داشته است.

کلیدواژه‌ها: هزینه جایگزین، ارزش‌گذاری، جنگل‌های هیرکانی، ارزش بازاری و غیربازاری

طبقه‌بندی JEL: Q57 , Q56 , Q23

* نویسنده مسئول: a.mohamadinejad@srbiau.ac.ir

۱. مقدمه

جنگل‌ها به‌عنوان اکوسیستم‌های تجدیدپذیر و پیچیده، قادر به ارائه دامنه گسترده‌ای از منافع محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هستند (کاواتاسی[1]، ۲۰۰۴). از طرفی، به طور فزاینده‌ای در معرض بهره‌برداری بیش از حد و فعالیت‌های تفریحی قرار دارند (کوله[2]، ۱۹۹۶) و به نوعی مقصد گردشگری مهم در جذب گردشگران محلی، منطقه‌ای و بین‌المللی در طول سال عمل می‌کنند (موگامبی[3] و همکاران، ۲۰۰۶). با این وجود، بسیاری از خدمات اکوسیستم جنگل (مانند تنظیم آب و هوا، تولید اکسیژن، جذب دی‌اکسیدکربن، ترسیب کربن، تولید آب، کنترل سیل و نگهداشت خاک)، خارج از بازار عرضه می‌شوند؛ لذا، ارزش اقتصادی واقعی آنها کیفی است و تنها خدماتی مانند تولید چوب و غذا دارای ارزش بازاری هستند (سپلت[4] و همکاران، ۲۰۱۲). این مسئله سبب تخریب کارکردهای ارزشمند غیربازاری اکوسیستم جنگلی به دلیل افزایش میزان عرضه و تقاضای خدمات ناچیز بازاری شده است (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۹۹).

کمّی‌سازی خدمات اکوسیستم با استفاده از نمونه‌برداری میدانی، سنجه‌ها، الگوها و شاخص‌های موجود در داده‌های جهانی و منطقه‌ای در طی سال‌های اخیر گسترش یافته است. ارزیابی کمّی به واسطه نیاز به فراهم کردن داده‌های کمّی مورد نیاز برای ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستم سبب ارتقای کیفیت مطالعات اقتصاد منابع طبیعی و محیط زیستی کشور می‌گردد (زرندیان، ۱۳۹۴). نقشه‌برداری و تعیین کمیت عرضه و تقاضای خدمات اکوسیستم یک گام مهم برای شناخت مقیاس مناسب اقتصادی برای تصمیم‌گیری و ارائه مفهوم خدمات اکوسیستم در سازمان‌های محیط زیستی می‌باشد.

(بوتالیکو[5] و همکاران، ۲۰۱۶). این نوع ارزیابی کالاها و خدمات چندگانه اکوسیستم می‌تواند یک ابزار مهم برای شناسایی عرضه و تقاضای خدمات (کروسمن[6] و همکاران، ۲۰۱۱)، ارزیابی مکانی ـ زمانی[7] تضادها میان خدمات چندگانه اکوسیستم (بورکارد[8] و

1. Cavatassi
2. Cole
3. Mugambi
4. Seppelt
5. Bottalico
6. Crossman
7. Assessment Spatial-Temporal
8. Burkhard

همکاران، ۲۰۱۲) و نقشه‌سازی مناطق اولویت‌دار به لحاظ عرضه خدمات اکوسیستم برای انواع اقدامات مدیریتی باشد.

مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی[1] به‌عنوان ابزار ارزیابی خدمات اکوسیستم برای حمایت از تصمیم‌گیری‌های محیط زیستی در سال ۲۰۰۷ توسط پروژه سرمایه طبیعی و حفاظت از طبیعت[2] ایجاد شد (ژانگ[3] و همکاران، ۲۰۱۲). این الگو از الگوی استفاده زمین و کاربری اراضی برای برآورد سطح و ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستم، حفاظت از تنوع زیستی و ارزش بازار کالاهای ارائه شده توسط یک سرزمین استفاده می‌کند (نلسون[4] و همکاران، ۲۰۰۹).

اکوسیستم جنگلی هیرکانی یا جنگل‌های خزری با وسعت ۲/۳ میلیون هکتار دارای آب و هوای معتدل گرم و نیمه‌گرم علاوه بر ارزش تفریحی و تفرجی بلحاظ غنای فلور (۵ درصد فلور ایران) دارای ارزش تنوع زیستی بالایی بود که خدمات اکوسیستمی فراوانی را ارائه و پشتیبانی می‌نماید. تعداد گونه‌های درختی آن بیش از ۸۰ و تعداد درختچه‌ها نیز بیش از ۵۰ گونه است (ثابتی، ۱۳۷۳). این اکوسیستم به لحاظ تنوع گونه‌ای و تشکیل تیپ‌ها و جوامع مختلف در سراسر این منطقه کم‌نظیر است. همچنین وجود گونه‌های سوزنی برگ منحصربه‌فرد، اهمیت آن را از جهت اکولوژیکی، زیست‌محیطی و اقتصادی برای همگان روشن می‌سازد به گونه‌ای که میراث طبیعی جهانی محسوب می‌گردد.

در مطالعه پیش‌رو با توجه به نیاز کشور ایران به برخورداری از الگوهای ارزش‌گذاری در اکوسیستم‌های مختلف و لزوم افزایش دقت و صحت ارزش‌گذاری‌ها، الگوی ارزش‌گذاری مکانی خدمات اکوسیستم جنگلی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی[5] و مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی ارائه شد. بنابراین تعیین ارزش بخشی از کالاها و خدمات بازاری و غیربازاری در اکوسیستم جنگلی هیرکانی اعم از تولید چوب، ترسیب کربن، تولید و عرضه آب، نگهداشت خاک، کنترل رواناب، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن در سه حوزه جنگلداری مد نظر می‌باشد.

1. Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST)
2. Natural Capital Project and The Nature Conservancy
3. Zhang
4. Nelson
5. Geographic Information System

برای پوشش هدف این مطالعه در بخش دوم مبانی نظری و مروری بر ادبیات تحقیق ارایه شده و سپس در بخش سوم روش تحقیق بیان شده است. در بخش چهارم، یافته‌های تحقیق ارائه و نتایج آن بیان شده است. جمع‌بندی و ارائه پیشنهادها نیز پایان بخش این مطالعه می‌باشد.

۲. مبانی نظری و ادبیات موضوع

مفهوم خدمات اکوسیستمی چارچوبی است که به‌طور گسترده به کار گرفته می‌شود تا ارتباط بین عملکرد اکوسیستم‌ها و رفاه انسان را بررسی کند. برای اولین‌بار مفهوم کارکردها، کالاها، خدمات منابع طبیعی و محیط زیست و ارزش‌های اقتصادی آنها در دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی مطرح شدند. به منظور شناسایی ارزش واقعی یک اکوسیستم، نیاز به تقسیم‌بندی خدمات، کالاها و کارکردهای مختلفی است که در ارزش‌گذاری یک اکوسیستم دخالت دارند (امیرنژاد، ۱۳۸۴). به‌طورکلی روش‌های متفاوتی برای طبقه‌بندی کالاها و خدمات اکوسیستم ارائه شده است. طی چند دهه گذشته محققان جهت ارزش‌گذاری این کالاها و خدمات تلاش‌های زیادی انجام دادند. در یک مطالعه جامع کاستانزا[1] و همکاران (۱۹۹۷) ارزش کل اقتصادی خدمات ۱۷ اکوسیستم جهان را حدود ۳۳ تریلیون دلار در سال برآورد نمودند. در این مطالعه ۶۳ درصد از ارزش کل تعیین شده مربوط به اکوسیستم‌های آبی جهان و ۳۷ درصد آن مربوط به اکوسیستم‌های خشکی می‌باشد. همچنین، مهاپاترا و تواری[2] (۲۰۰۵) نشان دادند که ارزش فعلی خالص درآمدهای حاصل از فرآورده‌های غیر چوبی اکوسیستم جنگل‌های نیمه خزان‌کننده هند حدود ۱۰۱۶ دلار در هکتار در مناطق ساحلی و ۱۳۴۸ دلار در هکتار در مناطق غیر ساحلی برآورد شد. مارتینز ـ هارمز[3] و همکاران (۲۰۱۶) نیز ارزیابی‌های متعددی را در قالب کمّی‌سازی، تهیه نقشه و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی با استفاده از مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی انجام دادند.

گائو[4] و همکاران (۲۰۱۶) به ارزیابی خدمات مرتبط با آب تحت تأثیر ۴ سناریوی مدیریتی (حفاظت خاک، حفاظت آب، گسترش کشاورزی و ترکیبی) در کشور چین

1. Costanza
2. Mahapatra and Tewari
3. Martinez-Harms
4. Gao

پرداختند. مینگا[1] و همکاران (۲۰۱۸) به برآورد تولید آب در حوزه‌های آبخیز در جنوب اکوادور با استفاده از مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی پرداختند. ساحل[2] و همکاران (۲۰۱۹) برای کمّی‌سازی و نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم مرتبط با آب در شرق آفریقا نیز از نرم‌افزار ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی استفاده کردند.

در ایران نیز، حسینی و همکاران (۱۳۹۴) مطالعه‌ای درخصوص ارزش‌گذاری خدمات و کارکردهای بوم نظام جنگلی پارک ملی کیاسر در شمال ایران انجام دادند. باده‌یان و همکاران (۱۳۹۶) ارزش اقتصادی مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی استان لرستان را برآورد نمودند. حقدادی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی و نقشه‌سازی میزان تولید آب در کاربری‌های مختلف زمین در حوزه آبخیز دلیچای با استفاده از ابزار ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی پرداختند. فدایی و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به مدل‌سازی تغییرات پوشش گیاهی و کاربری زمین بر میزان ترسیب کربن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین خدمات اکوسیستم با استفاده نرم‌افزار ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی در منطقهٔ حفاظت شده جهان‌نما پرداختند. عرفانی و همکاران (۱۴۰۲) مطالعه‌ای درخصوص خدمت اکوسیستمی تولید آب با ابزار ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی در زیر حوضه‌های شمالی استان کرمان انجام داده‌اند.

تلاش‌های زیادی نیز در زمینه ارزش‌گذاری اکوسیستم جنگلی در مناطق مختلف صورت گرفت. ازجمله، امیرنژاد (۱۳۸۴) در مطالعه‌ای مجموع ارزش‌های اقتصادی جنگل‌های شمال ایران را معادل ۱۴۹۲۱/۵ میلیارد ریال در سال برآورد نمود. صالح و مولایی (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای ارزش اقتصادی حوزه کلیبرجای در ارسباران را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که ارزش کارکردهای غیربازاری مورد بررسی در مطالعه معادل ۱۵۱۲۲۲۰/۸ میلیون ریال می‌باشد که ۹۶ درصد از کل ارزش اقتصادی منابع محیط زیستی را به خود اختصاص می‌دهد. در حالی که کارکردهای بازاری صرفاً ۴ درصد از ارزش کل را شامل می‌شود. مولایی و همکاران (۱۳۸۸) ارزش اقتصادی اکوسیستم‌های جنگلی ارسباران را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه ارزش اقتصادی کل رقمی بالغ بر ۱۹۶۲/۷۹ میلیارد ریال برآورد شد. سازمان حفاظت محیط زیست کشور (۱۳۹۵) اقدام به

1. Minga
2. Sahle

ارزش‌گذاری اقتصادی کالاها و خدمات زیست بومی منطقه شکار ممنوع و پارک ملی لار نمود. با توجه به نتایج این پژوهش مجموع ارزش اقتصادی کارکردهای منطقه مورد مطالعه ۹۴۱۶۳/۹۶ میلیارد ریال و به ازای هر هکتار ۱۲۹۲/۵ میلیون ریال برآورد شده است. باده‌یان و همکاران (۱۳۹۶) ارزش اقتصادی مهم‌ترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی استان لرستان با وسعت ۲۸۲۹۴۰۰ هکتار را برآورد نمودند. نتایج نشان داد که ارزش سالانه کارکردهای اکوسیستمی معادل ۱۲/۹ میلیون دلار برآورد گردید. ارزش کارکردهای غیربازاری مورد بررسی در این مطالعه حدود ۹۸ درصد از کل ارزش اقتصادی منابع زیست‌محیطی را به خود اختصاص داد.

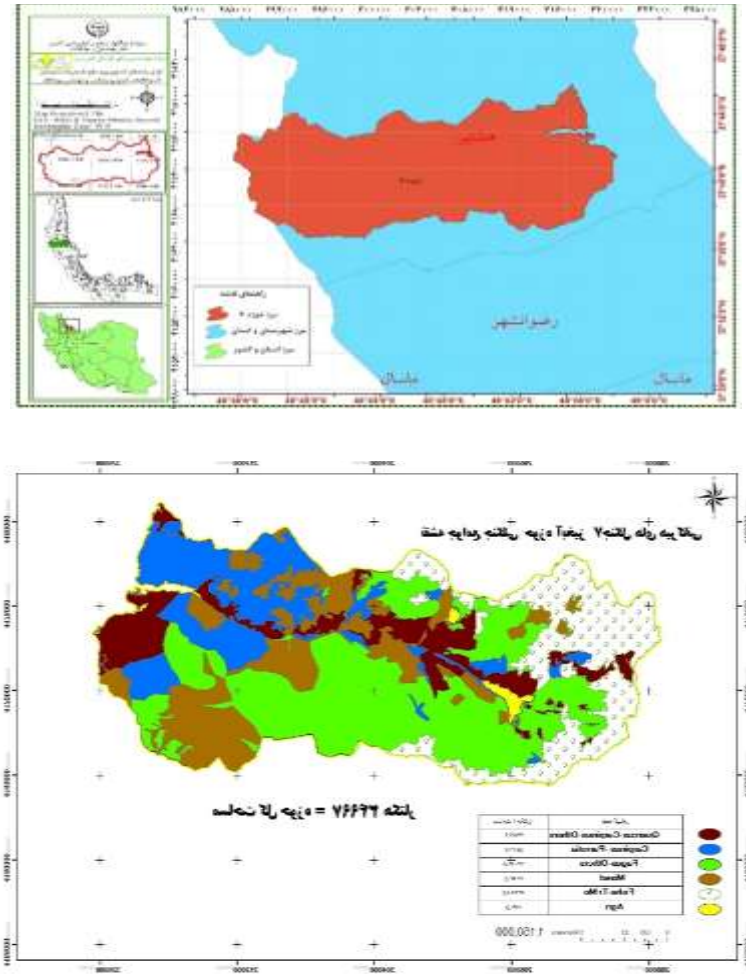
با وجود مطالعات ذکر شده، تاکنون مطالعه‌ای در زمینه ارزش‌گذاری جوامع جنگلی شمال ایران با احتساب تنوع تیپ‌ها و گونه‌های جنگلی مشاهده نشده است. لازم به توضیح است اکوسیستم جنگلی هیرکانی به دلیل توپوگرافی متفاوت، تنوع شرایط اقلیمی و ادافیکی دارای تنوع گونه‌ای متنوعی دارد. وقتی نوع اکوسیستم، رویشگاه و نوع گونه تغییر کند، خدمات اکوسیستمی حاصل از آن نیز تغییر می‌یابد. آنچه که این تحقیق را با سایر تحقیقات مجزا می‌کند؛ ارزش‌گذاری مکانی کالاها و خدمات براساس جوامع و تیپ‌های اکوسیستم جنگلی موجود و استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی و ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی با کمک داده‌ها و یافته‌های موجود در مناطق مورد مطالعه است. لذا در این مطالعه برآنیم تا ارزش اقتصادی جنگل‌های هیرکانی را با توجه به تنوع پوشش گیاهی ذکر شده با نهایت دقت برآورد نماییم.

۳. روش تحقیق

حوزه‌های منتخب در این مطالعه شامل حوزه آبخیز ۷ جنگل اسالم، حوزه آبخیز ۵۱ نور ـ چمستان و حوزه آبخیز ۹۱ گلستان می‌باشد. این جوامع در سه منطقه از جنگل‌های هیرکانی براساس معیار عدد خشکسالی و وجود اطلاعات، آمار، نقشه‌ها و مطالعات طرح‌های نمیه تفصیلی طرح مدیریت پایدار منابع طبیعی حوزه‌های ۷، ۵۱ و ۹۱ شمال کشور و حضور اکثر جوامع و تیپ‌های جنگلی شناخته شده در کتب و مقالات جنگل‌شناسی و جنگل‌داری در این مناطق انتخاب شدند. لازم به ذکر است به جهت گستردگی سطح و فقدان زمان و هزینه بالا امکان بررسی کل سطح جنگل‌های شمال ایران میسر نشد.

حوزه ۷ اسالم با وسعت ۳۴۹۹۶/۸۹ هکتار در شهرستان هشتپر استان گیلان قرار دارد. شکل (۱) موقعیت منطقه را نسبت به جنگل‌های خزری و جوامع جنگلی موجود در این حوزه نشان می‌دهند (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰).

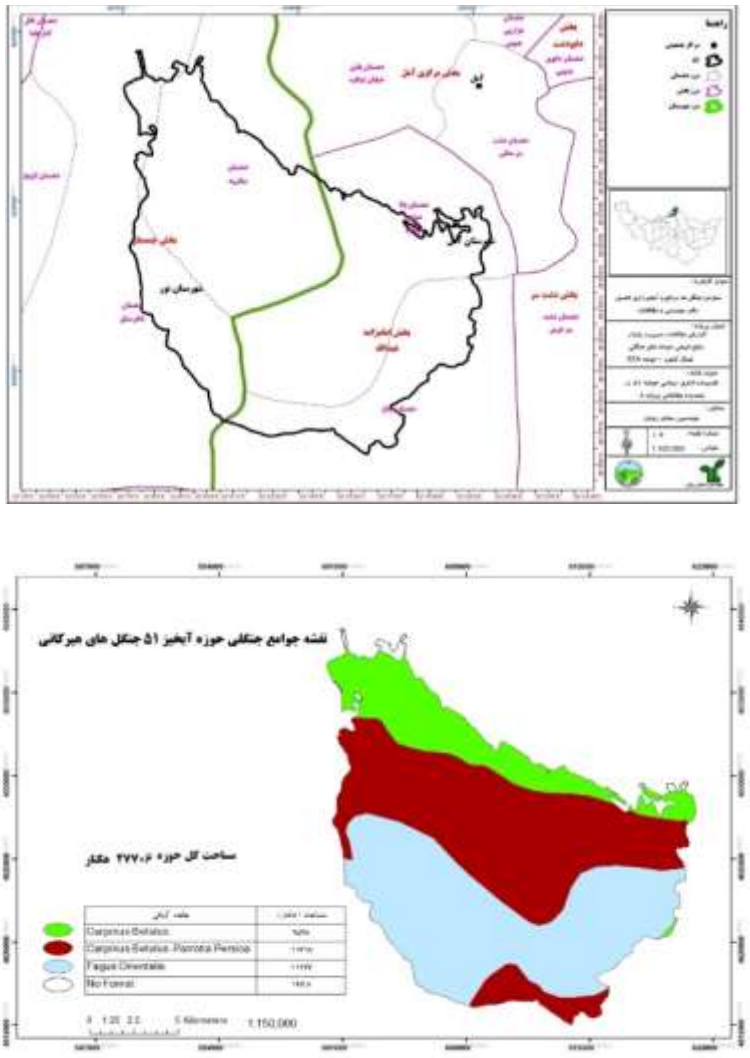
شکل ۱. موقعیت و جوامع جنگلی موجود در حوزه جنگلداری ۷ گیلان



منبع: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰

حوزه ۵۱ نور ـ چمستان در استان مازندران با مساحت ۲۷۷۰۷۱ هکتار قرار دارد. شکل شماره (۲) موقعیت منطقه را نسبت به جنگل‌های خزری و جوامع جنگلی موجود در این حوزه نشان می‌دهد (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰).

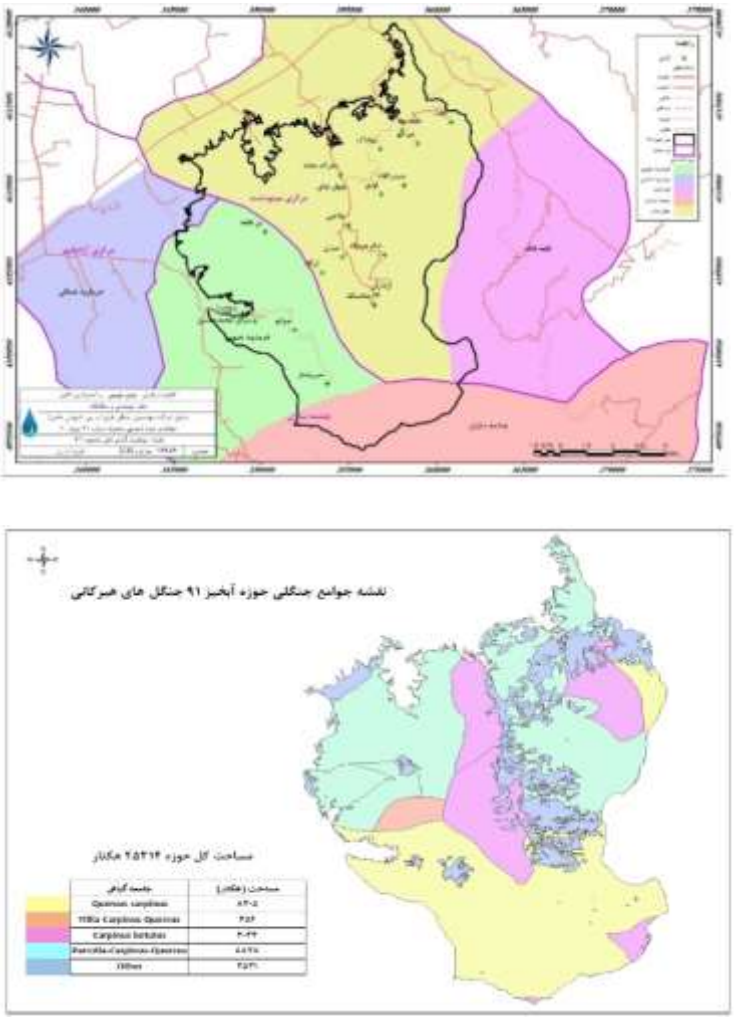
شکل ۲. موقعیت و جوامع جنگلی موجود در حوزه جنگلداری ۵۱ مازندران



منبع: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰

حوضه ۹۱ با مساحت ۲۵۳۱۴ هکتار در استان گلستان و در شهرستان‌های آزادشهر و مینودشت قرار گرفته است. شکل شماره (۳) موقعیت منطقه را نسبت به جنگل‌های خزری و جوامع جنگلی موجود در این حوزه را نشان می‌دهد (سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰).

شکل ۳. موقعیت و جوامع جنگلی موجود در حوزه جنگلداری ۹۱ گلستان



منبع: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور،۱۴۰۰

در حوزه جنگلداری مورد مطالعه از فرمول فتوسنتز به منظور برآورد میزان اکسیژن تولید شده و کربن ذخیره شده توسط جوامع جنگلی استفاده شد. برای استفاده از این روش نیاز به موجودی و رویش گونه‌های جنگلی و موجودی در هکتار آنها می‌باشد که اطلاعات و داده‌های مورد نیاز در طرح‌های جنگلداری گذشته و مطالعات نیمه تفصیلی سال ۱۴۰۰ سازمان منابع طبیعی، دفتر فنی جنگلداری و دفتر مهندسی و مطالعه سازمان مذکور اخذ شده است.

زیست‌توده جنگلی پارامتر اساسی در تخمین مقدار اکسیژن تولید شده و کربن جدا شده توسط اکوسیستم‌های جنگلی است (سیوریکایا[1] و همکاران، ۲۰۰۷؛ کلس و یولاسیگماز[2]، ۲۰۰۹). جدول (۱) رویش نسبی سالانه و جرم حجمی هریک از شش‌گونه درختی موجود در منطقه مورد مطالعه را نشان می‌دهد.

جدول ۱. رویش نسبی و جرم حجمی گونه‌های موجود در مناطق مطالعاتی

نمدار	افرا	بلوط	انجیلی	توسکا	ممرز	راش	نوع گونه
۲/۳۵	۲/۲۰٤	۲/۲٦۷	۰/۵۰۹	۲/٦٤۸	۱/۳٦	۲/٤٦	رویش نسبی (مترمکعب)
۵۲۰	۵۵۰	٦۷٤	۸۵۰	٤٦٤	۷۰٦	۵۷۵	جرم حجمی هرگونه (کیلوگرم بر متر مکعب)

منبع: دفتر جنگلداری و بهره‌برداری سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور سال ۱٤۰۰

با موجود بودن نقشه میزان موجودی در هکتار و درصد رویش نسبی هریک از گونه‌ها و آگاهی از نسبت هریک از گونه‌ها در تیپ رویشی، می‌توان به نقشه متوسط رویش حجمی سالانه دست یافت. بدین ترتیب با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی می‌توان به نقشه میزان رویش حجمی سالانه در هکتار دست یافت. همچنین لازم است تا به منظور تبدیل میزان رویش حجمی به رویش وزنی، رقم مربوط به رویش حجمی هر تیپ در میزان جرم حجمی هر تیپ (با استفاده از میانگین وزنی) ضرب شود. به منظور برآورد مقدار جذب دی‌اکسیدکربن و تولید اکسیژن از فرمول فتوسنتز و تنفس (رابطه ۱) استفاده می‌شود.

$$Co2(264g) + H2O\ (108g) = C6H12O6\ (180g)\ O2\ (193g) = Amylase\ (162g) \quad (۱)$$

در رابطه (۱)، هنگامی که بوم نظام جنگلی یک تن ماده خشک تولید می‌کند، میزان دی‌اکسیدکربن جذب شده و اکسیژن آزاد شده تعیین می‌شود. اکوسیستم جنگلی ۲۶۴ گرم دی‌اکسیدکربن را برای تولید ۱۶۲ گرم ماده خشک جذب می‌کند. به عبارتی، ۱/۶۳ گرم دی‌اکسیدکربن و ۱/۲ گرم اکسیژن برای تشکیل یک گرم ماده خشک لازم است (امیرنژاد و عطایی، ۱۳۹۰). برای محاسبه توان جذب دی‌اکسیدکربن توسط اکوسیستم جنگلی باید کل کربن ذخیره شده توسط اکوسیستم جنگلی را برآورد کرد. میزان C از رابطه (۲) به دست می‌آید:

1. Sivrikaya
2. Keleş and Yolasıgmaz

$$C = C1 + C2 \quad (۲)$$

که در آن C_1 و C_2 به ترتیب کربن ذخیره شده در اندام‌های هوایی و کربن ذخیره شده در اندام‌های زمینی و زیرزمینی می‌باشد. جهت محاسبه زیست‌توده (بیوماس) کل از رابطه (۳) استفاده شد.

(۳) زیست‌توده کل (بیوماس کل) = زیست‌توده (بیوماس) هوایی + زیست‌توده (بیوماس) زمینی

قبل از محاسبه زیست‌توده هوایی می‌بایست درصد رویش حجمی هرگونه، تیپ و جامعه را به رویش وزنی تبدیل نمود. رابطه (۴) و (۵) به ترتیب محاسبه بیوماس هوایی و زمینی را نشان می‌دهد.

(۴) زیست‌توده هوایی = متوسط موجودی در هکتار (مترمکعب) ×
× رویش سالیانه (متر مکعب در هکتار) × سطح هر جامعه هکتار

(۵) زیست‌توده زمینی = زیست‌توده (بیوماس) هوایی × ۰/۲۶

برای برآورد میزان اکسیژن تولید شده توسط هر جامعه جنگلی نیز روش کار شبیه برآورد میزان دی‌اکسیدکربن جذب شده می‌باشد، با این تفاوت که در تولید اکسیژن فقط اندام هوایی نقش داشته و سایر بخش‌ها در تولید اکسیژن لحاظ نمی‌شوند.

براساس جدیدترین گزارش صندوق بین‌المللی پول در این مطالعه ۳۵ دلار به‌عنوان مبنای محاسبه هزینه جذب هر تن دی‌اکسیدکربن مدنظر قرار گرفت. با توجه به متوسط نرخ جذب دی‌اکسیدکربن (۶/۲۶ تن در هکتار) و نرخ دلار در سال ۱۴۰۱ (معادل ۴۲۰۰۰ ریال)، ارزش هر هکتار از جنگل برآورد شد. همچنین برای برآورد ارزش اکسیژن تولیدی در هریک از جوامع جنگلی و کل اکوسیستم جنگلی مورد مطالعه هزینه تولید هر تن اکسیژن در واحدهای تولیدی اکسیژن صنعتی و پزشکی در سال ۱۴۰۱، به‌طور متوسط ۷۰۰۰۰۰۰ تا ۱۱۰۰۰۰۰۰ ریال (میانگین ۹۰۰۰۰۰۰ ریال) بوده است. با توجه به اینکه در کل اکوسیستم مورد مطالعه به میزان ۲۵۲۶۹۰ تن اکسیژن تولیدی برآورد شد که اکسیژن مورد نیاز ۱۰۱۰۷۶۴ نفر را تأمین می‌نماید. به عبارتی هر هکتار از این جنگل‌ها اکسیژن ۱۳ نفر را تأمین می‌نمایند.

برای تعیین داده‌های مربوط به موجودی ذخیره کربن در ۴ مخزن اصلی ذخیره کربن، دقیق‌ترین روش انجام اندازه‌گیری مستقیم میدانی است که در این مطالعه از اطلاعات و

ارقام موجود در طرح‌های جنگل‌داری و گزارش ارزیابی دوره‌ای سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور موجود در دفتر فنی جنگل‌داری استفاده شده است. درصد رویش نسبی و جرم حجمی گونه مطابق جدول شماره (۱) استفاده شده است.

در الگو ذخیره و ترسیب کربن، مقدار ذخیره کربن در هر مخزن برای کاربری‌های مختلف (جوامع جنگلی) از مجموع میزان ذخیره کربن در مخازن با استفاده از رابطه (۶) به دست می‌آید.

$$TotCar = \sum(CAg_i \times A_i) + (CBg_i \times A_i) + (CSl_i \times A_i) + (CDo_i \times A_i) \quad (۶)$$

که در آن TotCar: مقدار کل کربن ذخیره شده به تفکیک انواع کاربری CAg_i: میانگین مقدار کربن ذخیره شده در بالای زمین در کاربری i، CBg_i: میانگین مقدار کربن ذخیره شده در زیرزمین در کاربری i، CSl_i: میانگین مقدار کربن ذخیره شده در خاک در کاربری i، CDo_i: میانگین مقدار کربن ذخیره شده در مواد آلی مرده (لاشبرگ) در کاربری i و A_i مساحت کاربری می‌باشد (آرون یاوات و شرستا[1]، ۲۰۱۶).

در این مطالعه جوامع جنگلی مختلف بیانگر کاربری‌های مختلف می‌باشد. برای تبدیل متریک زیست‌توده بالا زمینی به متریک تن کربن عنصری، در بسیاری از پژوهش‌ها ۵۰ درصد وزن خشک زیست‌توده به‌عنوان عنصر کربن در نظر گرفته می‌شود (لوسی[2] و همکاران، ۲۰۰۳؛ جوارکا[3] و همکاران، ۲۰۱۱). در این تحقیق از ضریب ۰/۴۹ که برای جنگل‌های زیرحاره‌ای مرطوب در نظر گرفته می‌شود (موکانی[4] و همکاران، ۲۰۰۶) استفاده شد و بر این اساس مقدار تن کربن موجود در هر هکتار برای هریک از جوامع جنگلی محاسبه شد.

یک روش جایگزین برای سنجش هزینه انتشار هر تن کربن (و یا منافع و ارزش اقتصادی پیشگیری از انتشار آن توسط اکوسیستم‌های طبیعی) در نظر گرفتن هزینه معادل برای ترسیب هر تن آن است. در این روش هزینه به دام‌اندازی و ذخیره کربن در تأسیسات همگانی مانند برق و نیروگاه و ... در نظر گرفته می‌شود (متکالف و استوک[5]، ۲۰۱۷).

1. Arunyawat and Shrestha
2. Losi
3. Juwarkar
4. Mokany
5. Metcalf and Stock

براساس پژوهش‌های مختلف این هزینه به ازای هر تن کربن به صورت تقریبی ۱۱۰ دلار برآورد شد. با توجه به اینکه هزینه ترسیب کربن ۳ برابر هزینه جذب دی‌اکسیدکربن می‌باشد، لذا عدد ۱۱۰ دلار می‌تواند مبنا محاسبه هزینه ترسیب قرار گیرد.

مدل عملکرد آب، میزان آب را در نقاط مختلف یک چشم‌انداز تخمین می‌زند و نشان می‌دهد که چگونه تغییر در جوامع جنگلی به‌عنوان یک کاربری متفاوت میزان تولید آب را در بخش‌های مختلف تحت تأثیر قرار می‌دهد. مدل عملکرد سالانه آب بر مبنای منحنی بودیکو و میانگین بارش سالیانه در نظر گرفته شده است که تعیین عملکرد آب Y_X برای هر پیکسل در چشم‌انداز X براساس رابطه (۷) برابر است با:

$$Y_X = \left(1 - \frac{AET_X}{P_X}\right) P_X \qquad (۷)$$

که Y_x: تولید آب برای پیکسل x، AET_x تبخیر و تعرق واقعی سالیانه برای پیکسل x و P_x بارش سالیانه در پیکسل x است. طبق تعریف این مدل، تولید آب میزان آبی است که از خروجی حوزه خارج می‌شود و از تفریق میزان بارش از تبخیر و تعرق و نفوذ سطحی حاصل می‌شود. در عمل، اندازه‌گیری تبخیر و تعرق واقعی سالیانه در مقیاس حوزه آبخیز بسیار دشوار است که مدل عملکرد آب در InVEST برای محدوده‌هایی که دارای پوشش گیاهی هستند میزان تبخیر و تعرق واقعی (AET) را به تبخیر و تعرق پتانسیل (PET) که روشی ساده‌تر و بر مبنای منحنی بودیکو که توسط فو و ژانگ و همکاران پیشنهاد شده است، مطابق رابطه (۸) مرتبط می‌کند.

$$\frac{\mathrm{AET_x}}{\mathrm{P_x}} = 1 + \frac{\mathrm{PET_x}}{\mathrm{P_x}} - \left[1 + \left(\frac{\mathrm{PET_x}}{\mathrm{P_x}}\right)^{w_x}\right]^{\frac{1}{w_x}} \qquad (۸)$$

که در آن $\mathrm{PET_x}$ پتانسیل تبخیر و تعرق است و به صورت رابطه (۹) تعریف می‌شود:

$$\mathrm{PET_x} = \mathrm{K_c(l_x)} \times \mathrm{ET_{O\,x}} \qquad (۹)$$

که در آن $\mathrm{ET_{O\,x}}$ میزان تبخیر و تعرق مرجع در پیکسل x است که وابسته به مشخصه‌های ارتفاع، رطوبت، شیب و عرض جغرافیایی می‌باشد و $\mathrm{K_c(l_x)}$ ضریب تبخیر و تعرق گیاه در ارتباط با پوشش/ کاربری I_x در پیکسل x است که عمدتاً توسط مشخصه‌های رویشی xها تعیین می‌شود(لی[1] و همکاران، ۲۰۱۸). w_x یک پارامتر تجربی است که با زمینه آبی در

1. Li

دسترس گیاه، میزان بارندگی و ضریب ثابت Z رابطه دارد و مطابق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود (ردهد[1] و همکاران، ۲۰۱۶).

$$w = Z \times \frac{AWC_x}{P_x} + 25/1 \qquad (۱۰)$$

که در آن AWC_x حجم آب قابل دسترس گیاه است که می‌تواند در خاک برای استفاده توسط گیاهان نگهداری و آزاد شود. AWC_x می‌توان به‌عنوان محصولی از تفاوت بین ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی و حداقل عمق خاک و عمق ریشه برآورد شود. عدد ثابت Z که یک پارامتر تجربی است که تابعی از ویژگی‌های حوزه آبخیز مانند آب و هوا، شدت بارندگی و توپوگرافی می‌باشد (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۲).

در این مطالعه پس از تعیین مقدار آب حفظ شده در منطقه مورد مطالعه، ارزش اقتصادی خدمت تولید آب را می‌توان با استفاده از روش هزینه جایگزین و قیمت هر مترمکعب آب بر مبنای قیمت استحصال و فروش در پای سد از رابطه (۱۱) برآورد کرد.

$$Ve = Fe \times Pe \qquad (۱۱)$$

که در آن Ve ارزش اقتصادی کارکرد اکوسیستم برای حفظ آب بر حسب واحد پولی، Fe تأثیر ناشی از اکوسیستم در حفظ آب (مقدار آب حفاظت شده برحسب مترمکعب در سال) و Pe قیمت اثر اقتصادی (قیمت هر مترمکعب آب حفظ‌شده برحسب واحد پولی) است (حسینی، ۱۳۹۴).

قیمت تمام‌شده برای هر مترمکعب آب در سال ۱۴۰۰ مقدار مبلغ ۸۲۰۰۰ ریال جهت ارزشگذاری در نظر گرفته شد (عرفانی و همکاران، ۱۴۰۲). با اعمال نرخ تورم از طریق محاسبه‌گر نرخ تورم درگاه ملی آمار ایران هزینه آب کشاورزی برای سال ۱۴۰۰ طبق رابطه (۱۲) محاسبه شد.

(۱۲) ارزش ریالی در مقطع زمانی موردنظر = مبلغ ریالی ×
× (عدد شاخص در مقطع زمانی اول/ عدد شاخص در مقطع زمانی موردنظر)

در این مطالعه برای برآورد ارزش روانآب از معادله SCS به صورت رابطه (۱۳) استفاده شد.

1. Redhead

$$Q = \frac{(P-0.2S)^2}{(P+0.8S)} \qquad Q = 0,\ P < 2/0s \qquad (۱۳)$$

که Q رواناب مستقیم (میلی‌متر)، P: مقدار بارندگی (میلی‌متر)، S: نگهداشت سطحی است که از رابطه (۱۴) بدست می‌آید:

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \qquad (۱۴)$$

که CN: عبارت است از شماره منحنی نفوذ که تابع خصوصیات فیزیکی خاک (گروه‌های هیدرولوژیکی خاک، شرایط رطوبتی خاک و پوشش گیاهی) می‌باشد. مقدار CN با توجه به پوشش گیاهی و گروه‌های هیدرولوژیکی خاک از جداول برای شرایط رطوبتی متوسط خاک[1] تعیین می‌گردد که بایستی برای شرایط رطوبتی خشک و یا مرطوب خاک اصلاح گردد.

در این پژوهش پس از برآورد میزان نگهداشت خاک در هریک از جوامع جنگلی، ارزش اقتصادی نگهداشت خاک براساس ارزش هر تن خاک محاسبه می‌شود. مدل نگهداشت خاک در نرم‌افزار ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی و ظرفیت اکوسیستم در حفظ خاک[2] با در نظر گرفتن حداکثر هدررفت خاک طبق رابطه (۱۵) محاسبه می‌شود (شارپ[3] و همکاران، ۲۰۱۴).

$$SR = SLmax - SLj \qquad (۱۵)$$

که در این رابطه SLmax حداکثر هدررفت خاک بدون در نظر گرفتن فاکتور پوشش گیاهی است که از رابطه (۱۶) به دست می‌آید.

$$SLmax = R \times K \times LS \qquad (۱۶)$$

که SLj هدررفت واقعی خاک است که طبق رابطه (۱۷) از معادله جهانی هدررفت خاک (ویسچمریر و اسمیت[4]، ۱۹۷۸) قابل برآورد است.

$$SLj = R \times K \times LS \times C \times P \qquad (۱۷)$$

1. Antecedent moisture conditions
2. Soil Retention
3. Sharp
4. Wischmeier and Smith

در رابطه SLj: میزان فرسایش خاک در مکان j، R: عامل فرسایندگی باران، K: عامل فرسایش‌پذیری خاک، LS: عامل گرادیان طول شیب، C: عامل نوع پوشش گیاهی، P: عامل اقدامات مدیریتی است.

شاخص فرسایندگی باران (R) به صورت قدرت تراکمی باران در بروز فرسایش تعریف می‌شود. معمول‌ترین شاخص فرسایندگی باران، عامل R مربوط به مدل‌های USLE می‌باشد. عامل R از حاصل‌ضرب انرژی جنبشی باران (E) در حداکثر شدت بارش (۱۳۰ دقیقه‌ای) طبق رابطه (۱۸) به دست می‌آید:

$$R = E.130 = (210 + Log_{10}\ 130) \times 130 \qquad (۱۸)$$

از آنجایی که نمودار بارندگی و داده‌های تفصیلی رگبار (شدت بارندگی) به‌ندرت در ایستگاه‌های هواشناسی وجود دارد، اغلب از مقادیر متوسط بارندگی ماهیانه و سالیانه، برای برآورد فاکتور R استفاده می‌شود (رنارد و فریموند[1]، ۱۹۹۴).

عامل اقدام‌های مدیریتی (P) یا عملیات حفاظتی، نسبت خاک فرسایش‌یافته در شرایط انجام عملیات حفاظتی به فرسایش ایجاد شده در شرایط استاندارد یعنی شخم در جهت شیب است. در این مطالعه، مقادیر عامل P اکوسیستم جنگلی از عدد ۰/۸ استفاده گردید. براساس آمار موجود در سمپوزیوم جهانی فرسایش خاک (سال ۲۰۱۹ در ایتالیا)، هر تن فرسایش خاک ۴۰ یورو خسارت در پی دارد (پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور، سال ۱۳۹۸). بنابراین، مبنا محاسبه این تحقیق ۴۰ یورو (هر یورو معادل یک دلار) می‌باشد.

برای محاسبه ارزش چوب سرپا در جامعه جنگلی نیاز به موجودی در هکتار به مترمکعب می‌باشد. موجودی در هکتار هریک از حوزه‌های جنگلداری با توجه به گونه‌ها و نقشه موجود از داده‌ها موجود در طرح‌های جنگلداری سنوات گذشته اقتباس گردید. سپس با توجه به قیمت چوب‌آلات در بازار براساس نرخ سال ۱۴۰۲ محاسبه و قیمت کل چوب سرپا محاسبه شد.

٤. یافته‌های تحقیق

با توجه به متوسط نرخ جذب دی‌اکسیدکربن (۶/۲۶ تن در هکتار) و نرخ دلار در سال ۱۴۰۱ (معادل ۴۲۰۰۰ ریال)، ارزش هر هکتار از جنگل معادل ۱۲۱ میلیون ریال برای هر

1. Renard and Freimund

هکتار برآورد شد و ارزش کل دی‌اکسید جذب‌شده (۴۸۶۶۴۰ تن) در سطح مورد مطالعه (۷۷۶۸۳ هکتار) معادل ۷۱۵۳۶۰۸ میلیون ریال برآورد شد. مقدار اکسیژن تولید شده نیز ۲۲۷۳۱۲۴ میلیون ریال برآورد شد. ارزش کل میزان دی‌اکسیدکربن جذب‌شده و اکسیژن تولیدشده جنگل‌ها در حوزه‌های ۷، ۵۱ و ۹۱ معادل ۹۴۲۶۷۳۸ میلیون ریال و ارزش هر هکتار جنگل به‌طور متوسط ۱۲۱ میلیون ریال برآورد شد. نتایج ارزش میزان دی‌اکسیدکربن جذب شده و اکسیژن تولید شده در هر جامعه و ارزش کل در جدول (۲) گزارش شده است.

جدول ۲. ارزش میزان دی‌اکسیدکربن جذب شده و اکسیژن تولید شده در هر جامعه و ارزش کل (میلیون ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	سطح (هکتار)	ارزش جذب دی‌اکسیدکربن در هر جامعه	ارزش اکسیژن تولیدی در هر جامعه	ارزش کل	ارزش متوسط هر جامعه
۱	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	٤٥٦	٥٩٥٠٦	١٨٩٠٩	٧٨٤١٥	١٧٢
۲	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	٨٨٧٨	٦٩٠٦٢١	٢١٩٤٤٧	٩١٠٠٦٨	١٠٣
۳	ممرزستان ۹۱	٤٠٤٤	٣٠٧٦٨٦	٩٧٧٦٧	٤٠٥٤٥٣	١٠٠
٤	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	٨٤٠٥	٩٣٦١٢٥	٢٩٧٤٥٩	١٢٣٣٥٨٤	١٤٧
٥	راشستان ۷	١٢٠٩٢	١٤٩٢٣١٥	٤٧٤٢٠١	١٩٦٦٥١٦	١٦٣
٦	آمیخته ۷	٦١٩٤	٧١٢٦٤١	٢٢٦٤٤٩	٩٣٩٠٩٠	١٥٢
۷	بلوط ـ ممرزستان ۷	٤٢٩٠	٣٤١٠٩٩	١٠٨٣٨٧	٤٤٩٤٨٦	١٠٥
۸	ممرز ـ انجیلی ۷	٥٨١٢	٣٥٤٨٥٨	١١٢٧٦١	٤٦٧٦١٩	٨٠
۹	راشستان ۵۱	١١٢٦٧	١٣٢٧٥٨٦	٤٢١٨٥٧	١٧٤٩٤٤٣	١٥٥
۱۰	ممرزستان ۵۱	٤٥٢٨	٢٦٢٠١٣	٨٣٢٥٩	٣٤٥٢٧٢	٧٦
۱۱	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	١١٧١٨	٦٦٩١٥٩	٢١٢٦٣٤	٨٨١٧٩٣	٧٥
۱۲	جمع	٧٧٦٨٣	٧١٥٣٦٠٨	٢٢٧٣١٢٤	٩٤٢٦٧٣٨	١٢١

منبع: یافته‌های تحقیق

متوسط ترسیب کربن هر هکتار از جنگل‌های مورد مطالعه ۲۶۲ تن برآورد شد. کل ترسیب کربن جنگل‌های مورد مطالعه (۷۷۶۸۳ هکتار) ۲۰۲۹۱۱۶۷ تن برآورد شد که ارزش کل آن برابر با ۹۳۷۴۵۱۹۱۴ میلیون ریال محاسبه گردید. در جدول (۳) ارزش ترسیب کربن در هر جامعه و در کل اکوسیستم جنگلی حوزه‌های مورد مطالعه گزارش شده است.

جدول ۳. ارزش ترسیب کربن در هر جامعه و در کل اکوسیستم جنگلی حوزه‌های مورد مطالعه

ردیف	جامعه جنگلی	سطح (هکتار)	کل ترسیب کربن (تن در هکتار)	متوسط ترسیب کربن در هر جامعه (تن در هکتار)	ارزش ترسیب کربن (میلیون ریال)
۱	ممرزستان ۵۱	٤٥٢٨	١٤٢١٩٨٧	٣١٤	٦٥٦٩٥٧٨٥
۲	راشستان ۵۱	١١٢٦٧	٣٠٥٣٢٨٦	٢٧١	١٤١٠٦١٨٣٥
۳	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	١١٧١٨	٢٧١٨٥٥٥	٢٣٢	١٢٥٥٩٧٢٤١
٤	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤٥٦	١٢٨١٤٠	٢٨١	٥٩٢٠٠٤٨
٥	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	٨٤٠٥	٢٢٥٧٧٥٢	٢٦٩	١٠٤٣٠٨١٥١
٦	ممرزستان ۹۱	٤٠٤٤	١٠٨٢٤٥٣	٢٦٨	٥٠٠٠٩٣٠٨
۷	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	٨٨٧٨	٢١٧٧٦١٤	٢٤٥	١٠٠٦٠٥٧٧٤
۸	راشستان ۷	١٢٠٩٢	٣٢٤٠٩١٣	٢٦٨	١٤٩٧٣٠١٩٧
۹	بلوط ـ ممرزستان۷	٤٢٩٠	١١٢٧٠٧١	٢٦٣	٥٢٠٧٠٦٧٠
۱۰	ممرز ـ انجیلی ۷	٥٨١٢	١٧١٤٣٩٨	٢٩٥	٧٩٢٠٥٢٠٧
۱۱	آمیخته ۷	٦١٩٤	١٣٦٨٩٩٨	٢٢١	٦٣٢٤٧٦٩٨
۱۲	جمع	٧٧٦٨٣	٢٠٢٩١١٦٧	٢٦٢	٩٣٧٤٥١٩١٤

منبع: یافته‌های تحقیق

براساس محاسبات انجام شده، گزارش ارائه شده در جدول (۴) میزان آب تولیدی (مترمکعب) و ارزش (میلیون ریال) آن را در هریک از جوامع جنگلی نشان می‌دهد.

جدول ٤. میزان آب تولیدی (متر مکعب) و ارزش آن (میلیون ریال) در هریک از جوامع جنگلی (قیمت تمام‌شده ۸۲۰۰۰ ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	سطح (هکتار)	متوسط تولید آب (متر مکعب در هکتار)	تولید آب در هر جامعه جنگلی (متر مکعب)	ارزش تولید آب هر جامعه جنگلی (میلیون ریال)	متوسط ارزش هر جامعه (میلیون ریال)
۱	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	٤٤٧٩/٢٩	٥٤١٦٢٧٣٤	٤٤٤١٣٤٤	٣٦٧
۲	آمیخته ۷	٦١٩٤	٣٨٦٢/٢٥	٢٣٩٢٠٨٦٦	١٩٦١٥١١	٣١٧
۳	بلوط ـ ممرزستان ۷	٤٢٩٠	٣٣٦٢/٢٩	١٤٤٢٢٨٨٦	١١٨٢٦٧٧	٢٧٦
٤	ممرز ـ انجیلی ۷	٥٨١٢	٣٤٨٥/٣٩	٢٠٢٥٦٠٣٠	١٦٦٠٩٩٤	٢٨٦
٥	راشستان ۵۱	١١٢٦٧	٣٦٠٧/٦٢	٤٠٦٤٧١٠٧	٣٣٣٣٠٦٣	٢٩٦
٦	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	١١٧١٨	٣٦٠٧/٥٦	٤٢٢٧٣٣٦٠	٣٤٦٦٤١٥	٢٩٦
۷	ممرزستان ۵۱	٤٥٢٨	٣٤٤١/١٣	١٥٥٨١٤٣٨	١٢٧٧٦٧٨	٢٨٢
۸	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	٨٤٠٥	٣٠٧٣/٥٧	٢٥٨٣٣٣٥٠	٢١١٨٣٣٥	٢٥٢
۹	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤٥٦	٢٩٩٢/١٢	١٣٦٤٤٠٧	١١١٨٨١	٢٤٥
۱۰	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	٨٨٧٨	٢٩٤٠/٧٣	٢٦١٠٧٧٧٣	٢١٤٠٨٣٧	٢٤١
۱۱	ممرزستان ۹۱	٤٠٤٤	٢٩٢٩/٤٩	١١٨٤٦٨٤٨	٩٧١٤٤٢	٢٤٠
۱۲	جمع	٧٧٦٨٣	٣٥٥٨	٢٧٦٤١٦٧٩٨	٢٢٦٦٦١٧٧	٢٩٢

منبع: یافته‌های تحقیق

طبق نتایج جدول (۴) با توجه به مساحت و میزان بارندگی و تبخیر و تعرق در حوزه‌های جنگلداری، به ترتیب حوزه‌های ۷، ۵۱ و ۹۱ بیشترین حجم تولید آب در هر هکتار برحسب مترمکعب در سال را به خود اختصاص داده است. میانگین ارزش اقتصادی هر هکتار از حوزه جنگل‌های مورد مطالعه ۲۹۲ میلیون ریال برای کارکرد تولید آب و ارزش کل مناطق مورد مطالعه (۷۷۶۸۳ هکتار) برای کارکرد تولید آب معادل ۲۲۶۶۶۱۷۷ میلیون ریال برآورد شد.

میزان نگهداشت خاک و ارزش آن در هر جامعه و در کل اکوسیستم جنگلی حوزه‌های مورد مطالعه در جدول (۵) گزارش شده است.

جدول ۵. میزان نگهداشت خاک و ارزش آن در هر جامعه و در کل اکوسیستم جنگلی حوزه‌های مورد مطالعه

ردیف	جامعه جنگلی	سطح به هکتار	میزان نگهداشت خاک در هکتار(تن)	مجموع نگهداشت خاک(تن)	ارزش کل نگهداشت خاک (میلیون ریال)	ارزش هر هکتار جنگل (میلیون ریال)
۱	آمیخته۷	٦۱۹٤	۱۷/۲۷	۱۰٦۹٦۲	۱۸٦٥٤۱۷	۳۰۱
۲	بلوط ممرز۷	٤۲۹۰	۱۲/۹۳	٥٥٤٦٥	۱۲۹٦۳٥۰	۲۲٥
۳	ممرز انجیلی۷	٥۸۱۲	۱۲/۷۹	۷٤۳۳۲	۱۹۱٥۸٤۱	۲۲۳
٤	راشستان۷	۱۲۰۹۲	۱۲/٥٥	۱٥۱۷٥۲	۲٦٤٦٥٥٦	۲۱۹
٥	راشستان ٥۱	۱۱۲٦۷	۹/۷٥	۱۰۹۸٥۳	۹٦۷۳۱۰	۱۷۰
٦	ممرزستان۹۱	٤۰٤٤	۹/۱۳	۳٦۹۲۲	٦٤۳۹۱٥	۱٥۹
۷	بلوط ممرز ۹۱	۸٤۰٥	۸/۰٦	٦۷۷٤٤	٦۰۳٦۱	۱٤۱
۸	ممرزستان٥۱	٤٥۲۸	۷/۹	۳٥۷۷۱	۱۱۸۱٤٦۱	۱۳۸
۹	نمدار ممرز بلوط ۹۱	٤٥٦	۷/٥۹	۳٤٦۱	٦۲۳۸٥۰	۱۳۲
۱۰	انجیلی ممرز بلوط۹۱	۸۸۷۸	٥/۹٤	٥۲۷۳٥	۹٦٤٥۸۸	۱۰٤
۱۱	ممرز انجیلی٥۱	۱۱۷۱۸	٤/۷۲	٥٥۳۰۹	۹۱۹۷۰٤	۸۲
۱۲	جمع	۷۷٦۸۳	۹/٦٦	۷٥۰۳۰۷	۱۳۰۸٥۳٥۲	۱٦۸

منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول(۵) ارزش کل نگهداشت خاک در نواحی مورد بررسی از ۶۰۳۶۱ میلیون ریال در جامعه بلوط ممرزستان۹۱ تا ۲۶۴۶۵۵۶ میلیون ریال در جامعه جنگلی راشستان۷ متغیر است که در مجموع ارزش کل ۱۳۰۸۵۳۵۲ میلیون ریال در سطح۷۷۶۸۳ هکتار عرصه مورد مطالعه می باشد.

متوسط جذب روانآب ۱۷۳۸ مترمکعب در هر هکتار و ارزش حفظ رواناب کل جامعه ۱۱۰۷۱۰۱۳ میلیون ریال برآورد شد که معادل ۱۳۵۰۱۲۳۵۹ متر مکعب روآناب در کل جامعه مورد مطالعه است. در جدول شماره (۶) ارزش هریک از جوامع جنگلی، میزان کنترل سیل یا حفظ روانآب و ارزش کل آن گزارش شده است.

جدول ٦. میزان حفظ روانآب (متر مکعب) و ارزش آن (میلیون ریال) (قیمت تمام‌شده ۸۲۰۰۰ ریال) در هریک از جوامع جنگلی

ردیف	جامعه جنگلی	سطح (هکتار)	متوسط حفظ روانآب (متر مکعب در هکتار)	حفظ روانآب در هر جامعه جنگلی (متر مکعب)	ارزش حفظ روانآب هر جامعه جنگلی (میلیون ریال)	متوسط ارزش هر جامعه (میلیون ریال)
۱	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	۱۲۲۵	۱٤۸۱۷٦٤٥	۱۲۱٥۰٤۷	۱۰۰
۲	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۳۰۸۷	۱۹۱۱۹۲۳۷	۱٥٦۷۷۷۷	۲٥۳
۳	ممرز ـ انجیلی ۷	٥۸۱۲	۳۰۸۲	۱۷۹۰۹۲۳۸	۱٤٦۸٥٥۸	۲٥۳
٤	بلوط ـ ممرزستان ۷	٤۲۹۰	۲۹۲۸	۱۲٥٦۰٦۸٦	۱۰۲۹۹۷٦	۲٤۰
٥	راشستان ٥۱	۱۱۲٦۷	۱٤٦۹	۱٦٥٤۸٤۰٦	۱۳٥٦۹٦۹	۱۲۰
٦	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ٥۱	۱۱۷۱۸	۱۳۷٥	۱٦۱۰۹۸٥۳	۱۳۲۱۰۰۸	۱۱۳
۷	ممرزستان ٥۱	٤٥۲۸	۱٥٦۷	۷۰۹٦٥۹۳	٥۸۱۹۲۱	۱۲۹
۸	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	۸٤۰٥	۱۲۸۹	۱۰۸۳۳۱۱۱	۸۸۸۳۱٥	۱۰٦
۹	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤٥٦	۱٥٦۷	۷۱٤٤۰۰	٥۸٥۸۱	۱۲۸
۱۰	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	۱٥۳۳	۱۳٦۱۲۹۳۳	۱۱۱٦۲٦۱	۱۲٦
۱۱	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۱٤۰۰	٥٦٦۱٦۰۰	٤٦٤۲٥۱	۱۱٥
۱۲	جمع	۷۷٦۸۳	۱۷۳۸	۱۳٥۰۱۲۳٥۹	۱۱۰۷۱۰۱۳	۱٤۳

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به میزان حجم بخش هیزمی و صنعتی در هریک از جوامع جنگلی (حضور گونه‌های جنگلی) و قیمت آن‌ها در بازار ارزش هر هکتار و ارزش کل چوب سرپای جوامع جنگلی در جدول (۱-۷) ارائه شد.

جدول ۱-۷. ارزش هر هکتار و ارزش کل چوب سرپای جوامع جنگلی (میلیون ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	سطح به هکتار	ارزش هر هکتار	ارزش کل(میلیون ریال)
۱	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	۱۵۶۰٤	۱۸۸٦۵۷۱٤۷
۲	راشستان ۵۱	۱۱۲٦۷	۱٦۲٤۵	۱۸۳۰۲٦۷۸۲
۳	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۱۲٦۹٤	۷۸٦۲۷٦۲۷
٤	بلوط ممرزستان ۹۱	۸٤۰۵	۹٦۹۰	۸۱٤٤۰۷۵۲
۵	انجیلی ممرز بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	٦٤٦۳	۵۷۳۸۰٤۲۳
٦	ممرز انجیلی ۷	۵۸۱۲	٦٦۸۸	۳۸۸۷۰٦۵٦
۷	ممرز انجیلی ۵۱	۱۱۷۱۸	٦٤۰۷	۷۵۰۷۳۰۹۵
۸	بلوط ممرزستان ۷	٤۲۹۰	۵۷۹٦	۲٤۸٦۵۱٤۰
۹	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۸۳۹۳	۳۳۹٤۱٤۵٤
۱۰	ممرزستان ۵۱	٤۵۲۸	٦۳۸٤	۲۸۹۰٤۵۷۹
۱۱	نمدار ممرز بلوطستان ۹۱	٤۵٦	۱۰۹۹۵	۵۰۱۳۸۵۲
۱۲	مجموع	۷۷٦۸۳	۱۰۲٤٤	۷۹۵۸۰۱۵۰۷
۱۳	کل جنگل‌های شمال	۲۳۰۰۰۰۰	۱۰۲٤٤	۲۳۵٦۲۰۰۲۳٤٤

منبع: یافته‌های تحقیق

برای محاسبه ارزش چوب سرپا دو سناریو مد نظر می‌باشد. در سناریو اول محاسبه ارزش کل چوب سرپا می‌باشد. در برخی موارد ازجمله در اجرای پروژه‌های عمرانی مثلاً در احداث سد نسبت به قطع کل درختان عرصه مبادرت می‌شود (سد گتوند در استان خوزستان، ۳۰ هزار درخت از بین رفت) در این صورت نیاز است ارزش کل درختان و پوشش گیاهی متأثر از اجرای آن پروژه عمرانی محاسبه شود.

در سناریو دوم سالیانه از یک هکتار جنگل به میزان رویش جنگل چوب برداشت یا استحصال می‌شود که به‌عنوان خدمت اکوسیستم بازاری اطلاق می‌شود و می‌بایست به‌عنوان یک کالای (چوب به صورت گرده بینه، تخته، هیزم) بازاری محاسبه و برآورد شود.

جدول ۲-۷. ارزش هر هکتار و ارزش کل چوب قابل استحصال جوامع جنگلی (میلیون ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	سطح به هکتار	ارزش هر هکتار	ارزش کل(میلیون ریال)
۱	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	۳۱۲	۳۷۷۳۱۴۳
۲	راشستان ۵۱	۱۱۲۶۷	۳۲۵	۳۶۶۰۵۳۶
۳	آمیخته ۷	۶۱۹۴	۲۵۴	۱۵۷۲۵۵۳
۴	بلوط ممرزستان ۹۱	۸۴۰۵	۱۹۴	۱۶۲۸۸۱۵
۵	انجیلی ممرز بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	۱۲۹	۱۱۴۷۶۰۸
۶	ممرز انجیلی ۷	۵۸۱۲	۱۳۴	۷۷۷۴۱۳
۷	ممرز انجیلی ۵۱	۱۱۷۱۸	۱۲۸	۱۵۰۱۴۶۲
۸	بلوط ممرزستان ۷	۴۲۹۰	۱۱۶	۴۹۷۳۰۳
۹	ممرزستان ۹۱	۴۰۴۴	۱۶۸	۶۷۸۸۲۹
۱۰	ممرزستان ۵۱	۴۵۲۸	۱۲۸	۵۷۸۰۹۲
۱۱	نمدار ممرز بلوطستان ۹۱	۴۵۶	۲۲۰	۱۰۰۲۷۷
۱۲	مجموع	۷۷۶۸۳	۲۰۵	۱۵۹۱۶۰۳۰
۱۳	سطح جنگل‌های تولیدی	۱۰۰۰۰۰۰	۲۰۵	۲۰۴۸۸۱۷۰۲

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۱-۷)، ارزش کل چوب سرپای جنگل موجودی) به مساحت **۷۷۶۸۳** هکتار در سه حوزه جنگلداری به‌عنوان خدمت بازاری اکوسیستم **۷۹۵۸۰۱۵۰۷** میلیون ریال و ارزش هر هکتار **۱۰۲۴۴** میلیون ریال محاسبه شد. اگر این عدد را به کل جنگل‌های شمال تعمیم دهیم ارزش کل چوب معادل **۲۳۵۶۱۸۲۰۳۵۷** میلیون ریال برآورد شد. در صورتی که ارزش هر هکتار از جنگل‌های تولیدی **۲۰۵** میلیون ریال و ارزش چوب قابل استحصال (قابل برداشت سالیانه) کل جنگل‌های مورد مطالعه برابر **۱۵۹۱۶۰۳۰** میلیون می‌باشد.

جدول ۸. ارزش خدمات بازاری و غیربازاری هر یک از جوامع جنگلی در حوزه‌های جنگلداری مورد مطالعه (میلیون ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	تولید O2 و جذب CO2	ترسیب کربن	تولید آب	کنترل رواناب	نگهداشت خاک	چوب قابل استحصال	ارزش کل
۱	راشستان۷	۱۹٦٦٥۱٦	۱٤۹۷۳۰۱۹۷	٤٤٤۱۳٤٤	۱۲۱٥۰٤۷	۲٦٤٦٥٥٦	۳۷۷۳۱٤۳	۱٦۳۷۷۲۸۰۳
۲	ممرز انجیلی ۷	٤٦۷٦۱۹	٦۳۲٤۷٦۹۸	۱٦٦۰۹۹٤	۱٤٦۸٥٥۸	۱۹۱٥۸٤۱	۷۷۷٤۱۳	٦۹٥۳۸۱۲۳
۳	بلوط ممرز ۷	٤٤۹٤۸٦	٥۲۰۷۰٦۷۰	۱۱۸۲٦۷۷	۱۰۲۹۹۷٦	۱۲۹٦۳٥۰	٤۹۷۳۰۳	٥٦٥۲٦٤٦۲
٤	آمیخته ۷	۹۳۹۰۹۰	۷۹۲۰٥۲۰۷	۱۹٦۱٥۱۱	۱٥٦۷۷۷۷	۱۸٦٥٤۱۷	۱٥۷۲٥٥۳	۸۷۱۱۱٥٥٥
٥	راشستان ٥۱	۱۷٤۹٤٤۳	۱۰۰٦۰٥۷۷٤	۳۳۳۳۰٦۳	۱۳٥٦۹٦۹	۹٦۷۳۱۰	۳٦٦۰٥۳٦	۱۱۱٦۷۳۰۹٥
٦	ممرز انجیلی ٥۱	۸۸۱۷۹۳	٥۹۲۰۰٤۸	۳٤٦٦٤۱٥	۱۳۲۱۰۰۸	۹۱۹۷۰٤	۱٥۰۱٤٦۲	۱٤۰۱۰٤۳۰
۷	ممرزستان ٥۱	۳٤٥۲۷۲	۱۰٤۳۰۸۱٥۱	۱۲۷۷٦۷۸	٥۸۱۹۲۱	۱۱۸۱٤٦۱	٥۷۸۰۹۲	۱۰۸۲۷٥۷٥
۸	انجیلی ممرز بلوط ۹۱	۹۱۰۰٦۸	٦٥٦۹٥۷۸٥	۲۱٤۰۸۳۷	۱۱۱٦۲٦۱	۹٦٤٥۸۸	۱۱٤۷٦۰۸	۷۱۹۷٥۱٤۷
۹	بلوط ممرز ۹۱	۱۲۳۳٥۸٤	۱٤۱۰٦۱۸۳٥	۲۱۱۸۳۳٥	۸۸۸۳۱٥	٦۰۳٦۱	۱٦۲۸۸۱٥	۱٤٦۹۹۱۲٤٥
۱۰	ممرزستان ۹۱	٤۰٥٤٥۳	۱۲٥٥۹۷۲٤۱	۹۷۱٤٤۲	٤٦٤۲٥۱	٦٤۳۹۱٥	٦۷۸۸۲۹	۱۲۸۷٦۱۱۳۱
۱۱	نمدار ممرز بلوط ۹۱	۷۸٤۱٥	٥۰۰۰۹۳۰۸	۱۱۱۸۸۱	٥۸٥۸۱	٦۲۳۸٥۰	۱۰۰۲۷۷	٥۰۹۸۲۳۱۲
۱۲	جمع	۹٤۲٦۷۳۹	۹۳۷٤٥۱۹۱٤	۲۲٦٦٦۱۷۷	۱۱۰٦۸٦٦٤	۱۳۰۸٥۳٥۲	۱٥۹۱٦۰۳۰	۱۰۰۹٦۱٤۸۷۸
۱۳	کل جنگل‌های شمال	۲۷۹۱۰۲۲٤٥	۲۷۷٥٥٦۱٤٥۲۳	٦۷۱۰۸۹۰۰٤	۳۲۷۷۱٥٥٥۲	۳۸۷٤۲٦٦٥۱	٤۷۱۲۳٤۰۰٦	۲۹۸۹۲۱۸۰۰۱٦

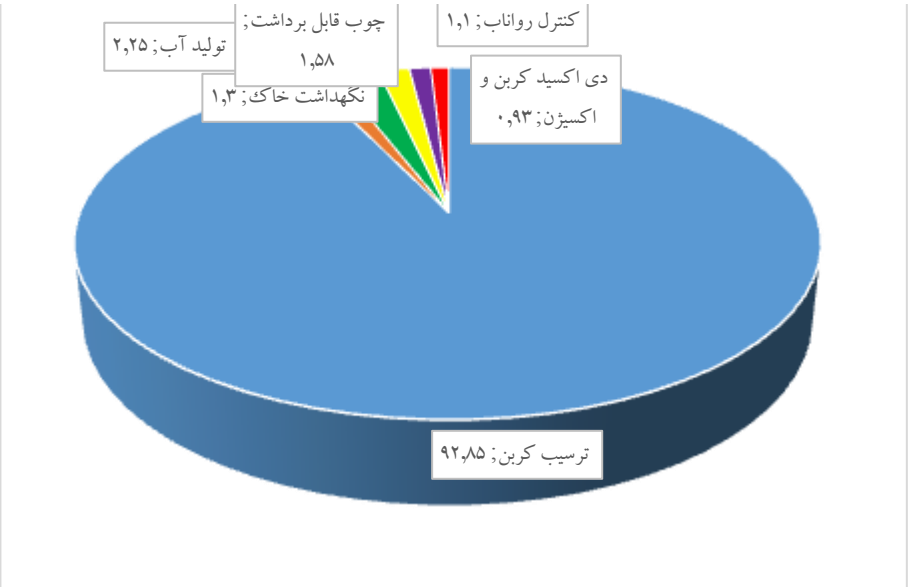
منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول (۸) ارزش کل کالاها و خدمات مورد نظر جنگل‌های هیرکانی معادل ۲۸۸۹۲ هزار میلیارد ریال برآورد شد که در این میان ارزش ترسیب کربن با بالاترین

مقدار ۲۷۷۵۵ هزار میلیارد ریال در رتبه اول قرار دارد. همچنین، تولید آب با ارزش ۶۷۱ هزار میلیارد ریال، چوب قابل استحصال ۴۷۱ هزار میلیارد ریال، نگهداشت خاک ۳۸۷ هزار میلیارد ریال، کنترل رواناب ۳۲۷ هزار میلیارد ریال، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن با ارزش ۲۷۹ هزار میلیارد ریال در مراتب بعدی ارزش خدمات بازاری و غیر بازاری جنگل‌های هیرکانی را به خود اختصاص داده است.

با توجه به نمودار شکل (۴) ارزش ترسیب کربن با ۹۲/۸۵ درصد بیشترین سهم خدمات اکوسیستمی را به خود اختصاص داده است.

شکل٤. سهم ارزش هرک از خدمات بازاری و غیربازاری اکوسیستمی در جنگل‌های هیرکانی



منبع: یافته‌های تحقیق

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با توجه به بررسی‌های به عمل آمده در این تحقیق ارزش سالانه جنگل‌های مورد مطالعه شمال ایران معادل ۲۲۹۹ هزار میلیارد ریال (معادل ۳۶۱۸ میلیون دلار) با وسعت ۷۷۶۸۳ هکتار فقط برای ۵ خدمت اکوسیستمی غیربازاری و یک خدمت بازاری برآورد شد. با این وجود، ارزش کل جنگل‌های شمال ایران در سطح ۲۳۰۰۰۰۰ هکتار معادل ۶۸۰۹۲ هزار میلیارد ریال (معادل ۱۰۷۱۴۸ میلیون دلار) است که ارزش هر هکتار معادل ۲۹۶۰۵ میلیون ریال) برآورد شد. با

توجه به اینکه ایران از نظر پوشش گیاهی در زمره کشورهای با پوشش گیاهی فقیر بوده و در کمربند خشک و نیمه خشک دنیا قرار دارد، این عدد می‌تواند جایگاه و اهمیت فراوان جنگل‌های هیرکانی را نشان داده، این درحالیست که متأسفانه ارزش این منبع خدادادی هیچ‌گاه و توسط هیچ سیاست‌گزاری آنچنان که باید و شاید مورد توجه قرار نگرفته است.

در بین خدمات مورد بررسی ارزش ترسیب کربن با ۹۲/۸۵ درصد بیشترین رقم و سهم را به خود اختصاص داده است. کل سهم خدمات غیربازاری جنگل‌های شمال ایران (هیرکانی) معادل ۹۸/۴۲ درصد بوده و در مقابل سهم ارزش بازاری ۱/۵۸درصد مربوط به چوب قابل برداشت در مناطق مورد مطالعه را به خود اختصاص میدهد. در مقایسه با مطالعه صالح و مولایی(۱۳۸۶) در برآورد ارزش اقتصادی حوزه کلیبر جنگل‌های ارسباران مشاهده شد که ارزش کارکردهای غیربازاری مورد بررسی معادل ۹۶ درصد کل ارزش اقتصادی منابع زیستی است در مقابل کارکردهای غیربازاری صرفاً ۴درصد از ارزش کل را شامل شد. در مطالعه باده یان و همکاران (۲۰۱۵) نیز، ارزشهای غیربازاری مورد بررسی در جنگل‌های بلوط زاگرس میانی(لرستان) حدود ۹۸درصد برآورد شد.

گرچه در محاسبات تولید ناخالص داخلی ارزش خدمات غیربازاری لحاظ نمی‌شود ولی مقایسه این ارزش‌ها با تولید ناخالص داخلی خالی از فایده نمی‌باشد. ارزش خدمات بازاری و غیربازاری محاسبه شده در این تحقیق (۷۱۱۷۳ میلیون دلار) معادل ۱۸ درصد تولید ناخالص داخلی (معادل ۳۹۸۰۴۸ میلیون دلار) طبق گزارش‌های منتشر شده به نقل از سازمان ملل متحدد در سال ۲۰۲۲ است. در حالیکه، کاستانزا و همکاران (۱۹۹۷)، ارزش اقتصادی تمام خدمات اکوسیستم را حدود ۱۶ تا ۵۴ تریلیون دلار در سال برآورد نمودند که نسبت به مجموع تولید ناخالص جهانی (حدود ۱۸ تریلیون دلار در سال) معادل ۰/۸۸ تا ۳ برابر است. چنانچه این اعداد و ارقام در نظام اقتصادی وارد شود، سیستم قیمت بسیار متفاوت خواهد شد.

با توجه به شرایط و موقعیت کشور ایران از نظر فقر پوشش گیاهی (جزو کشورهای با پوشش فقیر) و جایگاه هفتم کشور ایران در تولید دی‌اکسیدکربن و جایگاه ۴۵ در ترسیب کربن در بین کشورهای و میزان فرسایش خاک در ایران (۱۵ تن در هکتار) و سایر معضلات و مشکلات در سراسر کشور، نیاز است توجه ویژه در حفظ، احیاء، توسعه و بهره‌برداری از منابع طبیعی کشور در قالب ایجاد ردیف‌های اعتباری خاص و قابل توجه و متناسب با اهمیت و ارزش اکوسیستم جنگل، مرتع و بیابان لحاظ و امکانات و تجهیزات

مورد نیاز و توجه به با توجه به شرایط و موقعیت کشور ایران از نظر فقر پوشش گیاهی(جزو کشورهای با پوشش فقیر) و جایگاه هفتم کشور ایران در تولید دی‌اکسیدکربن و جایگاه ۴۵ در ترسیب کربن در بین سایر کشورها و میزان فرسایش خاک در ایران (۱۵ تن در هکتار) و سایر معضلات و مشکلات در سراسر کشور، نیاز است توجه ویژه در حفظ، احیاء، توسعه و بهره برداری از منابع طبیعی در قالب ایجاد ردیف‌های اعتباری خاص، قابل توجه و متناسب با اهمیت و ارزش اکوسیستم جنگل، مرتع و بیابان لحاظ و امکانات و تجهیزات مورد نیاز و توجه به متخصصین فعال در این بخش قرار گیرد.

این ارقام می‌تواند ردیفی در تولید ناخالص ملی باز نماید و برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران حوزه برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان کشور افقی جدید به منظور توجه به منابع طبیعی کشور درخصوص تأمین بودجه لازم به منظور حفاظت و توسعه این منابع پایه کشور فراهم نماید. ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی در جنگل، مرتع و بیابان و ارائه آمار و اطلاعات در این زمینه به مسئولین سازمان منابع طبیعی کمک می‌کند تا بتوانند ارزش این منابع را در محافل مختلف به نمایش گذاشته و سهم آن را در ایجاد رفاه و توسعه کشور برای همگان تبیین نموده و افکار عمومی را جهت حفاظت و تخصیص بهینه این منابع با خود همراه سازند.

با توجه به گستردگی و تنوع خدمات بازاری و غیربازاری اکوسیستم در جنگل‌های شمال ایران از لحاظ شرایط جغرافیایی، اقلیمی و موقعیت توپولوژیکی، خدمات تولیدی دیگر، به دلیل فقدان زمان و داده‌های پایه موردنیاز ارزش‌گذاری نشد. به دلیل اهمیت هریک از خدمات مذکور لازم است تا همه آنها شناسایی، کمی، ارزش‌گذاری و به‌صورت نقشه نمایش داده شود و در محاسبات ملی و سیستم حسابداری مدنظر قرار گیرد. این ارقام می‌تواند ردیفی در تولید ناخالص ملی باز نماید و برای سیاست‌گذاران و تصمیم‌گیران حوزه برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان کشور افقی جدید به منظور توجه به منابع طبیعی کشور در خصوص تأمین بودجه لازم به منظور حفاظت و توسعه این منابع پایه کشور فراهم نماید. ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی در جنگل، مرتع و بیابان و ارائه آمار و اطلاعات در این زمینه به مسئولین سازمان منابع طبیعی کمک می‌کند تا بتوانند ارزش این منابع را در محافل مختلف به نمایش گذاشته و سهم آن را در ایجاد رفاه و توسعه کشور برای همگان تبیین نموده و افکار عمومی را جهت حفاظت و تخصیص بهینه این منابع با خود همراه سازند. در این تحقیق مقادیر هریک از خدمات اکوسیستم جنگلی

برآورد شود تا نتیجه ارزش‌گذاری به واقعیت نزدیک‌تر باشد. با این حال، جوهر واقعی خدمات اکوسیستم به دلیل ضعف اقتصادی و سیاسی، بی‌تفاوتی‌ها و نادیده گرفتن ارزش اقتصادی طبیعت در محاسبه ارزش کل طبیعت کمرنگ است. این به دلیل کمبود بودجه، فقدان زیرساخت‌های قانونی یا ناتوانی‌های فنی از جمله فرایند کمی‌سازی همراه با بینش سنتی موجود در ساختار اجتماعی ـ اقتصادی می‌باشد.

تعارض منافع

تعارض منافعی نداریم.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله از سردبیر و اعضای محترم هیأت تحریریه مجله بابت دقت و سرعت مناسب در داوری و پذیرش مقاله تشکر می‌گردد.

ORCID

Azim Hashem Nejad Rahim Abadi https://orcid.org/0009-0009-7581-5443
Amir Mohamadi-Nejad https://orcid.org/0000-0003-3022-4526
Hamid Amir Nejad https://orcid.org/0000-0002-4307-1146
Reza Moghaddasi https://orcid.org/0000-0002-2567-7144

منابع

امیرنژاد، ح. (۱۳۸۴). *ارزش کل اقتصادی بوم‌سازگان جنگل‌های شمال ایران با تأکید بر ارزش‌گذاری زیست‌محیطی ـ اکولوژیکی و ارزش‌های حفاظتی*، رساله دکتری، دانشگاه تربیت مدرس.

امیرنژاد، ح. و عطائی سلوط، ک. (۱۳۹۰). *ارزش‌گذاری اقتصادی منابع زیستی*، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، آوای مسیح.

ثابتی، ح. (۱۳۷۳). *درختان و درختچه‌های ایران*، دانشگاه یزد، ۸۱۰، ۶۴.

جعفرزاده، ع. مهدوی، ع. فلاح شمسی، ر و یوسف‌پور، ر. (۱۳۹۹). ارزش‌گذاری اقتصادی برخی از مهمترین خدمات اکوسیستم جنگل‌های زاگرس. *فصلنامه علوم محیطی*، ۸۱.

حسینی، س. (۱۳۹۴). *ارزیابی و ارزش‌گذاری کارکردهای اکولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی پارک‌های ملی (مطالعه موردی: پارک ملی کیاسر)*، رساله دکتری مهندسی منابع طبیعی جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

حقدانی، م. حشمتی، غ. و سادات عظیمی، م. (۱۳۹۷). بررسی خدمت اکوسیستم تولید آب با استفاده از نرم‌افزار InVEST (مطالعه موردی: حوزه آبخیز دلیچای)، *نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک جلد بیست و پنجم، شماره چهارم.*

زرندیان، ا. (۱۳۹۴). *ارزیابی بوم‌شناختی –اقتصادی خدمات اکوسیستمی و کاربرد آن در برنامه‌ریزی فضایی سرزمین (مطالعه موردی: منطقه حفاظت شده سرولات و جواهردشت).* رساله دکتری دانشکده محیط‌زیست، گروه برنامه‌ریزی محیط‌زیست.

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور. (۱۴۰۰). مطالعات طرح نمیه تفصیلی طرح مدیریت پایدار منابع طبیعی حوزه های جنگل شمال کشور در حوزه ۷.

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور. (۱۴۰۰). مطالعات طرح نمیه تفصیلی طرح مدیریت پایدار منابع طبیعی حوزه‌های جنگل شمال کشور در حوزه ۵۱.

سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور. (۱۴۰۰). مطالعات طرح نمیه تفصیلی طرح مدیریت پایدار منابع طبیعی حوزه‌های جنگل شمال کشور در حوزه ۹۱.

صالح، ا و مولایی، م. (۱۳۸۶). ارزش گذاری اقتصادی حوزه کلیبرجای در ارسباران. *مجموعه مقالات همایش طرح ملی ارزش اقتصادی منابع.*

عرفانی، م. جورابیان شوشتری، ش. اردکانی، ط و جهانی شکیب، ف. (۱۴۰۲). مدلسازی گرادیان مکانی خدمت اکوسیستمی تولید آب با IVEST در زیر حوضه‌های شمالی استان کرمان. مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران. *نشریه مدیریت آب و آبیاری*، ۱۳(۱)، ۸۱-۶۳.

باده‌یان، ض. منصوری، م. و سنجابی، ح. ا. (۱۳۹۶). تعیین ارزش اقتصادی برخی از مهمترین کارکردها و خدمات جنگل‌های بلوط زاگرس میانی (مطالعه موردی: استان لرستان)، *علوم و تکنولوژی محیط زیست*، دوره نوزدهم، ویژه‌نامه شماره ۵، تابستان ۱۳۹۶.

پژوهشکده حفاظت خاک و آبخیزداری کشور. (۱۳۹۸). مؤسسه تحقیقاتی سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

مولایی، م. یزدانی، س. شرزه‌ای، غ. و کاپاروس گاس، ا. (۱۳۸۸). برآورد ارزش حفاظتی بوم‌سازگان جنگلی ارسباران با استفاده از روش ارزش گذاری مشروط. *اقتصاد کشاورزی*، ۳ (۲).

میرسنجری، م. فدائی، ا. امیری، م. (۱۳۹۹). مدل‌سازی خدمات اکوسیستمی مبتنی بر تغییرات پوشش و کاربری سیمای سرزمین با به‌کارگیری نرم‌افزار InVEST در منطقهٔ حفاظت‌شدهٔ جهان‌نما (مورد مطالعه: خدمت اکوسیستمی ترسیب کربن). *مجله علمی آمایش سرزمین*. مقاله ۷، دوره ۱۲، شماره ۱، فروردین ۱۳۹۹.

وزارت نیرو، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (سابتا)، (۱۳۹۹). دفتر ارزیابی اقتصادی، فنی و زیست‌محیط، مالیات کربن.

References

Amirnejad, H. (2005*). The total economic value of the forests of northern Iran with an emphasis on environmental-ecological valuation and conservation values*. PhD thesis, Tarbiat Modares University. 296 p. [In Persian]

Amirnejad, H. and Ataei Solut, K. (2010). Economic valuation of biological resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. *Masih ava*. 432 p. [In Persian]

Arunyawat, S., and R. Shrestha, (2016). Assessing Land Use Change and Its Impact on Ecosystem Services in Northern Thailand. *Sustainability* 8(8): 1-22.

Badeyan, Z., Mansouri, M. and Sanjabi, H.(2017). Economic valuation of some of the most important functions and services of *Quercus* forests in the centeral Zagros (Case study: Lorestan province). J.Env. Sci. Tech., Vol 19, Special No.5, Summer 2017. [In Persian]

Bottalico, F. L., Pesola, M., Vizzarri, L., Antonello, A., Barbati, G., Chirici. P., et al. (2016). Modeling the influence of alternative forest management scenarios on wood production and carbon storage: a case study in the Mediterranean region. *Environmental Research.* 144: 72-87.

Burkhard, B., F. Kroll, S., Nedkov and F. Muller. (2012). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, 21,17-29.

Costanza, R, d'Arge R, de Groot R, Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., et al. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387,253-260.

Cole, D. (1996). *Wilderness recreation use trends, 1965 through 1994*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station-Ogden. Research paper INT-RP- 488.

Cavatassi, R. (2004).*Valuation Methods for Environmental Benefits in Forestry and WatershedInvestment Projects*. [ESA Working Paper No. 04-01.]

Crossman, N., Bryan, B. and D. King. (2011). Contribution of site assessment toward prioritizing investment in natural capital. *Environmental Modelling and Software*, 26, 30-37.

Energy Ministry, Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization (SABTA), (2019). Office of economic, technical and environmental assessment, carbon tax. [In Persian]

Erfani, M, Joorabian Shooshtari, Sh., Ardakani, T. (2023). Fatemeh Jahanishakib. Spatial gradient modeling of water yield service using InVEST in northern sub-basins of Kerman province. *Journal of Water and Irrigation Management.* Volume 13, Issue 1. April 2023.Pages 63-81. [In Persian]

Fadaei, Ensiyeh., Mirsanjari, Mir Mehrdad., and Amiri, mohamad javad. (2020). Modeling of Ecosystem Services based on Land Cover Change and Land Use Using InVEST Software in Jahannama Conservation Area (Case: Carbon Sequestration Ecosystem Service). Town And Country Planning, 12(1), 153-173. SID. [In Persian]

Gao, J., F. Li., H. Gao., C. Zhou and X. Zhang. (2016). The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, 10, 1-8.

Haghdadi, M. A., Heshmati, G.A. and Sadat Azimi, M. (2018). Assessment of Water yield service on the basis of InVEST tool (case study: Delichai watershed).*water and soil conservation*, Volume 25, Issue 4. November and December 2018. Pages 275-290. [In Persian]

Hosseini, S. (2016). Evaluation and evaluation of the ecological, economic and social functions of national parks (case study: Kiasar National Park), PhD thesis in Forestry Natural Resources Engineering, Faculty of Natural Resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. 174 p. [In Persian]

Jafarzadeh, A.A., Mahdavi, A., Fallah Shamsi, S.R. and Yousefpour, R. (2020). Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros forests. *Environmental Sciences*. Volume 18, Issue 1. April 2020. Pages 137-150. [In Persian]

Juwarkar, A.A., Varghese, S. Singh, V. Aher and P. Thawale, (2011). Carbon sequestration potential in aboveground biomass of natural reserve forest of Central India. *International Journal of Agriculture: Research and review*, 1(2), 80-86.

Keleş, S., and Yolasıgmaz, H. A. (2009). Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balci Forest Management Unit in Turkey between 1984 and 2006. *African Journal of Biotechnology*, Vol. 8 (19), pp. 4872-4883.

Losi, C. J., Siccama, 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(1-3), 355-368.

Mahapatra. A., and Tewari b. (2005). Importance of non-timber forest products in the economic valuation of dry deciduous forests of India. *Forest Policy and Economics*. 7(3),455-467.

Martínez-Harms M. J., Quijas S., A. M. Merenlender, P Balvanera1. (2016). Enhancing ecosystem services maps combining field and environmental data. *Ecosystem Services.* Volume 22, Part A, Pages 32-40.

Metcalf, G. E., and Stock, J. H. (2017). Integrated Assessment Models and the Social Cost of Carbon: A Review and Assessment of U.S. Experience. *Review of Environmental Economics and Policy*, 11(1), 80-99.

Minga-León. S., M. A. Gómez-Albores., K. M. Bâ., L. Balcázar., L. R. Manzano-Solís., P. A. Cuervo-Robayo and C. A. Mastachi-Loza. (2018). Estimation of water yield in the hydrographic basins of southern Ecuador. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, 529:1-18.

Moulaei, M, Yazdani, S, Sharzehei, Gh.A., & Gas, A.C. (2009). Estimating Preservation Value Of Arasbaran Forests Ecosystem Using Contingent Valuation Method. Agricultural Economics. *Iranian Journal Of Agricultural Economics* (Economics And Agriculture Journal), 3(2), 37-64. [In Persian]

Mugambi D., D., Mugendi, A., Wambugu and J., Mburu (2006). *Estimating RecreationalBenefits of Kakamega Forest in Kenya Using the Travel Cost Method*. Department of Economics, University of Nairobi.

Mokany, K., Raison, R., Prokushkin, A. S., (2006). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, 12(1), 84-96.

Natural Resources and Watershed Organization. (2020). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area 7. [In Persian]

Natural Resources and Watershed Organization. (2020). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area 51. [In Persian]

Natural Resources and Watershed Organization. (2020). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area 91. [In Persian]

National Soil Conservation and Watershed Institute. (2018). Research Institute of Agricultural Research and Training Organization. [In Persian]

Nelson, E., G. Mendoza, J. Regetz, S. Polasky, H. Tallis, D. R. Cameron, K. M. Chan, G. C. Daily, J. Goldstein, P.M. Kareiva, E. Lonsdorf, R. Naidoo, T. H. Ricketts, and M. R, Shaw. (2009). Modeling multiple ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 7(1): 4-11.

Sabeti, H. (1994). Trees and Shrubs of Iran, *Yazd University*. 810, 64 p. [In Persian]

Seppelt, R., Fath, B., Burkhard, B., Fisher,J.L., Gret- Regamey, A., Lautenbach, S., Pert, P., Hotes, S., Spangenberg, J., Verburg, P.H. and Van Oudenhoven, A., (2012). Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessment studies based on reviews and case studies. *Ecological Indicators*, 21, 145-154.

Redhead, J. W., C. Stratford., K. Sharps., L. Jones., G. Ziv., D. Clarke., T. H. Oliver and J. M. Bullock. (2016). Empirical validation of the InVEST water yield ecosystem service model at a national scale. *Science of the Total Environment*, 569, 1418-1426.

Renard, K. G., and J. R. Freimund. (1994). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of hydrology*, 157(1-4) 287-306.

Sahle, M., O. Saito., C. Furst and K. Yeshitela. (2019). Quantifying and mapping of water-related ecosystem services for enhancing the security of the food-water-energy nexus in tropical data-sparse catchment. *Science of the total environment*, 646, 573-586.

Sharp, R., R. Chaplin-Kramer., S.A. Wood. A. D. Guerry., H. T. Tallis and R. Taylor. (2014). *InVEST 0/3.0 User's Guide*.

Sivrikaya , F., *Keleş*, S., and G. *Cakir*. (2007). Spatial Distribution and Temporal Change of Carbon Storage in Timber Biomass of Two Different Forest Management Units. *Environmental Monitoring and Assessment*, 132(1-3),429-38.

Wischmeier, W. H., and D. D. Smith. (1978). *Predicting rainfall erosion losses-A guide to* conservation planning. 67.

Zarandian, A. (2014). Ecological-economic evaluation of ecosystem services and its application in land spatial planning (case study: Serulat and Javaher Dasht protected area). Doctoral thesis of Faculty of Environment. Environmental planning group. 261 p. [In Persian]

Zhang, C., W. Li., B. Zhang and M. Liu. (2012). Water yield of Xitiaoxi river basin based on InVEST modeling. *Journal of Resources and Ecology*, 3(1), 50-54.

استناد به این مقاله: هاشم‌نژاد رحیم‌آبادی، عظیم؛ محمدی‌نژاد، امیر؛ امیرنژاد، حمید؛ مقدسی، رضا. (۱۴۰۳). ارزش‌گذاری کالاها و خدمات بازاری و غیربازاری اکوسیستم جنگلی شمال ایران (هیرکانی)، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۸(۴)، صفحات ۱۰۷-۱۴۲.

Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.