Journal of Environmental and Natural Resource Economics
Volume ٤, Number ٨, Spring ٢٠٢٤, pp. ١٠٣-١٣٦
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/١٠,٢٢٠٥٤/EENR.٢٠٢٤.٨٠٣٠٤.١٨٨

Original Research
Received: ٢٥/June/٢٠٢٣
Accepted: ٨/Oct/٢٠٢٣
ISSN: ٢٥٣٨-٤٧٩١
eISSN: ٢٥٣٨-٤٨٣X

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 ٦٨٠٩٢ thousand billion rials,

* Corresponding Author: a.mohamadinejad@srbiau.ac.ir
How to Cite: Hashemnejad Rahimabadi, A., Mohamadinejad, A., Amirnejad, H., Moghaddasi, R (٢٠٢٤). 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, ٨(٤), pp. ١٠٣-١٣٦.

among which the market value of wood is ٢٣٥٦١ thousand billion rials, carbon sequestration is ٢٧٧٥٥ thousand billion rials, soil maintenance is ١٥٤٩٧ thousand billion rials, water production is ٦٧١ thousand billion rials, runoff control ٣٢٧ thousand billion rials, oxygen production and carbon dioxide absorption ٢٧٩ 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, ٢٠٠٤). Forests are increasingly subjected to overexploitation and recreational activities (Cole, ١٩٩٦). However, they also serve as important tourist destinations, attracting local, regional, and international tourists annually (Mugambi, ٢٠٠٦). 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 ٣،٢ 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 ٥٪ 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 ($CO^{٢}$) uptake and oxygen ($O^{٢}$) 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 $CO^{٢}$ sequestration and $O^{٢}$ production in the forest communities of the three northern provinces of the country ranges between $١٧٩ and $٤٠٩, with an overall

average estimated at $٢٨٩. Carbon sequestration (٤٠,٧٪), timber value (٣٤,٦٪), and soil conservation (٢٢,٧٪) account for the largest shares of the estimated value.

Conclusion

The annual value of the forests studied (٧٧,٦٨٣ hectares) was estimated at ٢٢,٩٩٨,٤٢٣,٨٤٠ million rials for five non-market and one market service. The total value for all northern Iranian forests (٢,٣٠٠,٠٠٠ hectares) is ٦٨,٠٩٢,٦٠٠,٤٩٢ 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: Q٢٣ , Q٥٦ , Q٥٧

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 ۱۰۳-۱۳٦
Jiee.atu.ac.ir
DOI: http://dx.doi.org/۱۰,۲۲۰٥٤/EENR.۲۰۲٤.۸۰۳۰٤.۱۸۸

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

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

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

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

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

چکیده

اکوسیستم‌ها 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. در همین راستا این مطالعه، ارزش کالاها و خدمات بازاری و غیر بازاری قابل محاسبه در اکوسیستم جنگلی هیرکانی را مورد توجه قرار داد. بر این اساس، ارزش بازاری چوب سرپا (متر مکعب در هکتار) به روش قیمت بازار و ارزش غیربازاری تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن، ترسیب کربن، تولید و عرضه آب، نگهداشت خاک، کنترل رواناب در سه حوزه جنگلداری گیلان، مازندران و گلستان به روش هزینه جایگزین برآورد شد. نتایج نشان داد که ارزش کل کالاها و خدمات مورد نظر جنگل‌های هیرکانی معادل ۶۸۰۹۲ هزار میلیارد ریال برآورد شد که در این میان ارزش بازاری چوب ۲۳۵۶۱ هزار میلیارد ریال، ترسیب کربن ۲۷۷۵۵ هزار میلیارد ریال، نگهداشت خاک ۱۵۴۹۷ هزار میلیارد ریال، تولید آب ۶۷۱ هزار میلیارد ریال، کنترل رواناب ۳۲۷ هزار میلیارد ریال، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن ۲۷۹ هزار میلیارد ریال را به خود اختصاص داده است. در این میان ارزش ترسیب کربن و ارزش چوب به ترتیب بیشترین مقدار را در بین خدمات اکوسیستمی مورد مطالعه داشته‌اند.

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

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

طبقه‌بندی **JEL:** Q۲۳ , Q۵٦ , Q۵۷

۱. مقدمه

جنگل‌ها به‌عنوان اکوسیستم‌های تجدیدپذیر و پیچیده، قادر به ارائه دامنه گسترده‌ای از منافع محیط زیستی، اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هستند (کاواتاسی[۱]، ۲۰۰۴). از طرفی، به طور فزاینده‌ای در معرض بهره‌برداری بیش از حد و فعالیت‌های تفریحی قرار دارند (کوله[۲]، ۱۹۹۶) و به نوعی مقصد گردشگری مهم در جذب گردشگران محلی، منطقه‌ای و بین‌المللی در طول سال عمل می‌کنند (موگامبی[۳] 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[۴] 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[۵] و همکاران، ۲۰۱۶). این نوع ارزیابی کالاها و خدمات چندگانه اکوسیستم می‌تواند یک ابزار مهم برای شناسایی عرضه و تقاضای خدمات (کروسمن[۶] و همکاران، ۲۰۱۱)، ارزیابی مکانی ـ زمانی[۷] تضادها میان خدمات چندگانه اکوسیستم (بورکارد[۱] و

---

۱. Cavatassi
۲. Cole
۳. Mugambi
٤. Seppelt
٥. Bottalico
٦. Crossman
۷. Assessment Spatial-Temporal

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

مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی[۲] به‌عنوان ابزار ارزیابی خدمات اکوسیستم برای حمایت از تصمیم‌گیری‌های محیط زیستی در سال ۲۰۰۷ توسط پروژه سرمایه طبیعی و حفاظت از طبیعت[۳] ایجاد شد (ژانگ[۴] 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[۵] 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[۶] 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،

---

۱. Burkhard
۲. Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST)
۳. Natural Capital Project and The Nature Conservancy
٤. Zhang
٥. Nelson
٦. Geographic Information System

ترسیب کربن، تولید و عرضه آب، نگهداشت خاک، کنترل رواناب، تولید اکسیژن و جذب دی‌اکسیدکربن در سه حوزه جنگلداری مد نظر می‌باشد.

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[۱] 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[۲] (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[۳] 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.

---

۱. Costanza
۲. Mahapatra and Tewari
۳. Martinez-Harms

گائو[۱] 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 پرداختند. مینگا[۲] و همکاران (۲۰۱۸) به برآورد تولید آب در حوزه‌های آبخیز در جنوب اکوادور با استفاده از مدل ارزش‌گذاری یکپارچه خدمات اکوسیستمی پرداختند. ساحل[۳] 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

---

۱. Gao
۲. Minga
۳. Sahle

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 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.

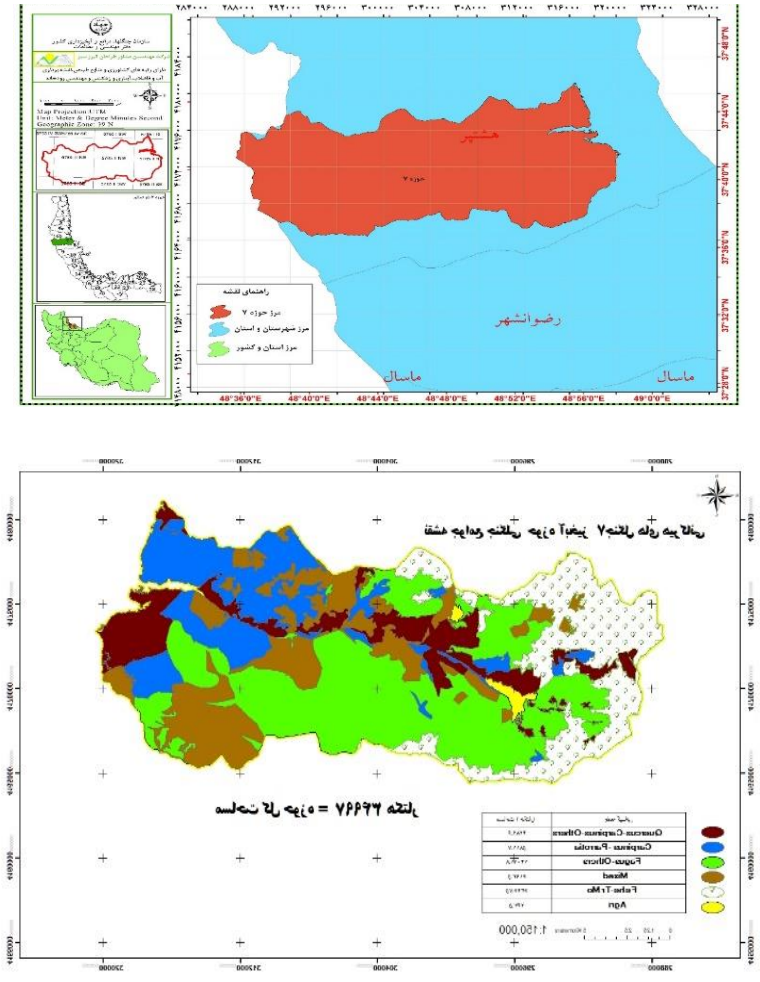
۳. روش تحقیق

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).

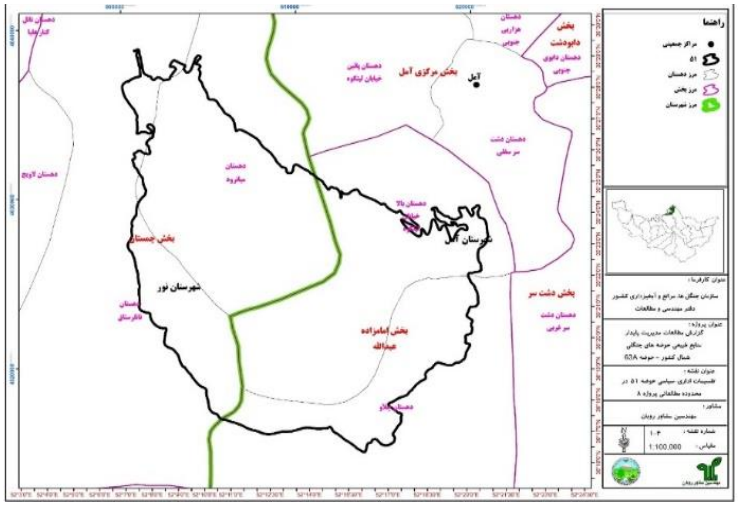
شکل ۱. موقعیت و جوامع جنگلی موجود در حوزه جنگلداری ۷ گیلان

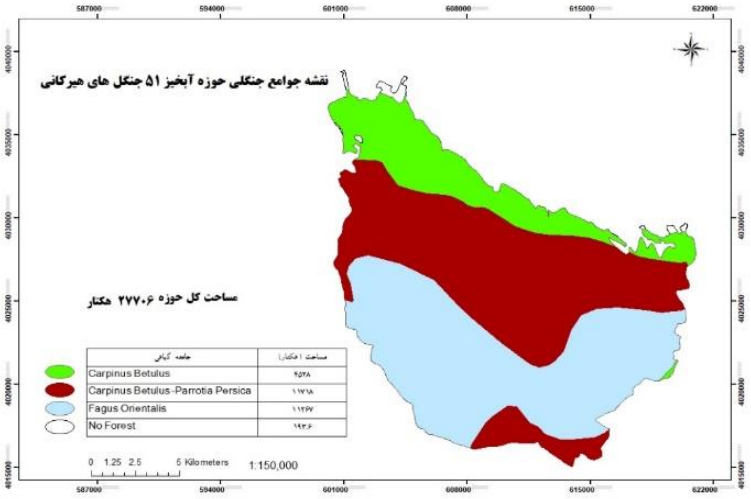


منبع: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰

حوزه ۵۱ نور ـ چمستان در استان مازندران با مساحت ۲۷۷۰۷ 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

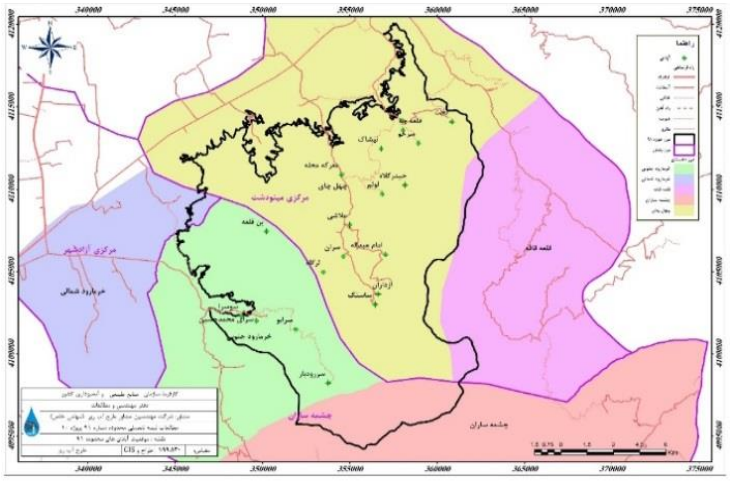


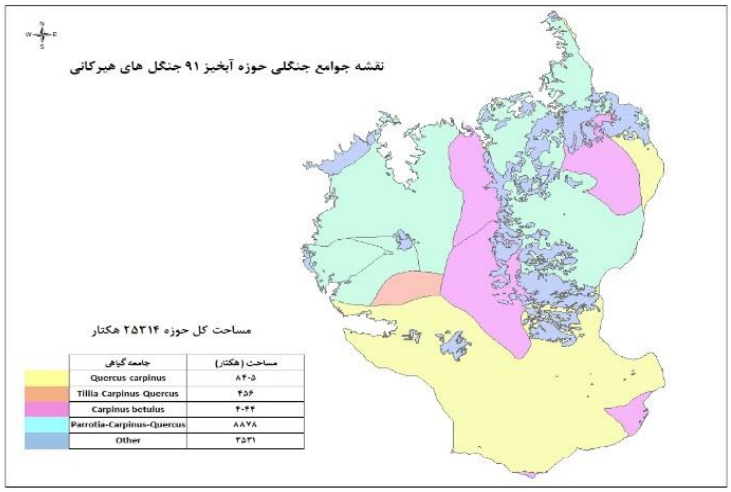


منبع: سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور، ۱۴۰۰

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[۱] و همکاران، ۲۰۰۷؛ کلس و یولاسیگماز[۲]، 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

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

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.

$$Co۲(۲۶۴g) + H۲O\ (۱۰۸g) = C۶H۱۲O۶\ (۱۸۰g)\ O۲\ (۱۹۳g) = Amylase\ (۱۶۲g) \quad (۱)$$

۱. Sivrikaya
۲. Keleş and Yolasıgmaz

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:

$$C = C۱ + C۲ \qquad (۲)$$

که در آن $C_۱$ و $C_۲$ 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[۱]، 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[۲] و همکاران، ۲۰۰۳؛ جوارکا[۳] و همکاران، ۲۰۱۱). در این تحقیق از ضریب ۰/۴۹ که برای

---

۱. Arunyawat and Shrestha
۲. Losi
۳. Juwarkar

جنگل‌های زیرحاره‌ای مرطوب در نظر گرفته می‌شود (موکانی[۱] 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[۲]، ۲۰۱۷). 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.

---

۱. Mokany

۲. Metcalf and Stock

$$\frac{\mathrm{AET_x}}{\mathrm{P_x}} = ۱ + \frac{\mathrm{PET_x}}{\mathrm{P_x}} - [۱ + \left(\frac{\mathrm{PET_x}}{\mathrm{P_x}}\right)^{w_x}]^{\frac{۱}{w_x}} \quad (۸)$$

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

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

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[۱] و همکاران، ۲۰۱۸). w_x یک پارامتر تجربی است که با زمینه آبی در دسترس گیاه، میزان بارندگی و ضریب ثابت Z رابطه دارد و مطابق رابطه (۱۰) محاسبه می‌شود (ردهد[۲] و همکاران، ۲۰۱۶).

$$\mathrm{w} = \mathrm{Z} \times \frac{\mathrm{AWC_x}}{\mathrm{P_x}} + ۲۵/۱ \quad (۱۰)$$

که در آن AWC_x حجم آب قابل دسترس گیاه است که می‌تواند در خاک برای استفاده توسط گیاهان نگهداری و آزاد شود. $\mathrm{AWC_x}$ 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.

$$\mathrm{Ve} = \mathrm{Fe} \times \mathrm{Pe} \quad (۱۱)$$

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).

---

۱. Li
۲. Redhead

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.

$$Q = \frac{(P-۰.۲S)^۲}{(P+۰.۸S)} \qquad \text{Q = ۰, P < ۲/۰s} \qquad (۱۳)$$

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

$$S = \frac{۱۰۰۰}{CN} - ۱۰ \qquad (۱۴)$$

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[۱] 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[۲] با در نظر گرفتن حداکثر هدررفت خاک طبق رابطه (۱۵) محاسبه می‌شود (شارپ[۳] و همکاران، ۲۰۱۴).

---

۱. Antecedent moisture conditions
۲. Soil Retention
۳. Sharp

$$SR = SLmax - SLj \quad (۱۵)$$

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

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

که SLj هدررفت واقعی خاک است که طبق رابطه (۱۷) از معادله جهانی هدررفت خاک (ویسچمریر و اسمیت[۱]، ۱۹۷۸) قابل برآورد است.

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

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:

$$R = E.۱۳۰ = (۲۱۰ + Log_{۱۰}\ ۱۳۰) \times ۱۳۰ \quad (۱۸)$$

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[۲]، 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

---

۱. Wischmeier and Smith
۲. Renard and Freimund

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 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

۱٤۷	۱۲۳۳۵۸٤	۲۹۷٤۵۹	۹۳٦۱۲۵	۸٤۰۵	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	٤
۱٦۳	۱۹٦٦۵۱٦	٤۷٤۲۰۱	۱٤۹۲۳۱۵	۱۲۰۹۲	راشستان ۷	۵
۱۵۲	۹۳۹۰۹۰	۲۲٦٤٤۹	۷۱۲٦٤۱	٦۱۹٤	آمیخته ۷	٦
۱۰۵	٤٤۹٤۸٦	۱۰۸۳۸۷	۳٤۱۰۹۹	٤۲۹۰	بلوط ـ ممرزستان ۷	۷
۸۰	٤٦۷٦۱۹	۱۱۲۷٦۱	۳۵٤۸۵۸	۵۸۱۲	ممرز ـ انجیلی ۷	۸
۱۵۵	۱۷٤۹٤٤۳	٤۲۱۸۵۷	۱۳۲۷۵۸٦	۱۱۲٦۷	راشستان ۵۱	۹
۷٦	۳٤۵۲۷۲	۸۳۲۵۹	۲٦۲۰۱۳	٤۵۲۸	ممرزستان ۵۱	۱۰
۷۵	۸۸۱۷۹۳	۲۱۲٦۳٤	٦٦۹۱۵۹	۱۱۷۱۸	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	۱۱
۱۲۱	۹٤۲٦۷۳۸	۲۲۷۳۱۲٤	۷۱۵۳٦۰۸	۷۷٦۸۳	جمع	۱۲

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	٤۵۲۸	۱٤۲۱۹۸۷	۳۱٤	٦۵٦۹۵۷۸۵
۲	راشستان ۵۱	۱۱۲٦۷	۳۰۵۳۲۸٦	۲۷۱	۱٤۱۰٦۱۸۳۵
۳	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	۱۱۷۱۸	۲۷۱۸۵۵۵	۲۳۲	۱۲۵۵۹۷۲٤۱
٤	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤۵٦	۱۲۸۱٤۰	۲۸۱	۵۹۲۰۰٤۸
۵	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	۸٤۰۵	۲۲۵۷۷۵۲	۲٦۹	۱۰٤۳۰۸۱۵۱
٦	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۱۰۸۲٤۵۳	۲٦۸	۵۰۰۰۹۳۰۸
۷	انجیلی ـ ممرز ـ	۸۸۷۸	۲۱۷۷٦۱٤	۲٤۵	۱۰۰٦۰۵۷۷٤

	بلوطستان ۹۱				
۸	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	۳۲٤۰۹۱۳	۲٦۸	۱٤۹۷۳۰۱۹۷
۹	بلوط ـ ممرزستان۷	٤۲۹۰	۱۱۲۷۰۷۱	۲٦۳	۵۲۰۷۰٦۷۰
۱۰	ممرز ـ انجیلی ۷	۵۸۱۲	۱۷۱٤۳۹۸	۲۹۵	۷۹۲۰۵۲۰۷
۱۱	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۱۳٦۸۹۹۸	۲۲۱	٦۳۲٤۷٦۹۸
۱۲	جمع	۷۷٦۸۳	۲۰۲۹۱۱٦۷	۲٦۲	۹۳۷٤۵۱۹۱٤

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	٤٤۷۹/۲۹	۵٤۱٦۲۷۳٤	٤٤٤۱۳٤٤	۳٦۷
۲	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۳۸٦۲/۲۵	۲۳۹۲۰۸٦٦	۱۹٦۱۵۱۱	۳۱۷
۳	بلوط ـ ممرزستان ۷	٤۲۹۰	۳۳٦۲/۲۹	۱٤٤۲۲۸۸٦	۱۱۸۲٦۷۷	۲۷٦
٤	ممرز ـ انجیلی ۷	۵۸۱۲	۳٤۸۵/۳۹	۲۰۲۵٦۰۳۰	۱٦٦۰۹۹٤	۲۸٦
۵	راشستان ۵۱	۱۱۲٦۷	۳٦۰۷/٦۲	٤۰٦٤۷۱۰۷	۳۳۳۳۰٦۳	۲۹٦
٦	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	۱۱۷۱۸	۳٦۰۷/۵٦	٤۲۲۷۳۳٦۰	۳٤٦٦٤۱۵	۲۹٦
۷	ممرزستان ۵۱	٤۵۲۸	۳٤٤۱/۱۳	۱۵۵۸۱٤۳۸	۱۲۷۷٦۷۸	۲۸۲
۸	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	۸٤۰۵	۳۰۷۳/۵۷	۲۵۸۳۳۳۵۰	۲۱۱۸۳۳۵	۲۵۲
۹	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤۵٦	۲۹۹۲/۱۲	۱۳٦٤٤۰۷	۱۱۱۸۸۱	۲٤۵
۱۰	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	۲۹٤۰/۷۳	۲٦۱۰۷۷۷۳	۲۱٤۰۸۳۷	۲٤۱
۱۱	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۲۹۲۹/٤۹	۱۱۸٤٦۸٤۸	۹۷۱٤٤۲	۲٤۰
۱۲	جمع	۷۷٦۸۳	۳۵۵۸	۲۷٦٤۱٦۷۹۸	۲۲٦٦٦۱۷۷	۲۹۲

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 (هکتار)	متوسط نگهداشت خاک (تن در هکتار)	جمع کل نگهداشت خاک (تن)	ارزش کل نگهداشت خاک (میلیون ریال)
۱	ممرزستان ۵۱	٤٥٢٨	۷/۹	۳۵۷۷۱	۲٤۹٥۳۹۸۹
۲	راشستان ۵۱	۱۱۲٦۷	۹/۷۵	۱۰۹۸۵۳	۷٦٦۳۳٦۲۷
۳	ممرز ـ انجیلی ـ لیلکی ۵۱	۱۱۷۱۸	٤/۷۲	۵۵۳۰۹	۳۸۵۸۳۵۳۰
٤	ممرز ـ انجیلی ۷	۵۸۱۲	۱۲/۷۹	۷٤۳۳۵	۵۱۸۵٦٤۳۱
۵	بلوط ـ ممرزستان۷	٤۲۹۰	۱۲/۹۳	۵۵٤۷۰	۳۸٦۹۵٦٦۳
٦	راشستان ۷	۱۲۰۹۲	۱۲/۵۵	۱۵۱۷۵۵	۱۰۵۸٦٤۰۰۹
۷	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۱۷/۲۷	۱۰٦۹۷۰	۷٤٦۲۲۵۳۷
۸	نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان۹۱	٤٥٦	۷/۵۹	۳٤٦۱	۲٤۱٤٤۲۲
۹	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	۸٤۰۵	۸/۰٦	٦۷۷٤٤	٤۷۲۵۸٤۲٤
۱۰	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۹/۱۳	۳٦۹۲۲	۲۵۷۵٦۵۹۲
۱۱	انجیلی ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	۵/۹٤	۵۲۷۳۵	۳٦۷۸۸۱۵۹
۱۲	جمع	۷۷٦۸۳	۹/٦٦	۷۵۰٤۱۸	۵۲۳٤۲۷۳۸۳

منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول (۵) ارزش کل نگهداشت خاک در نواحی مورد بررسی از ۲۴۱۴۴۲۲ میلیون ریال در در ناحیه نمدار ـ ممرز ـ بلوطستان ۹۱ تا ۷۴۶۲۲۵۳۷ میلیون ریال در ناحیه آمیخته ۷ متغیر است که در مجموع ۵۲۳۴۲۷۳۸۳ میلیون ریال ارزش کل نگهداشت خاک در کل جامعه مورد مطالعه است. همچنین، متوسط نگهداشت خاک معادل ۹/۶۶ تن در هکتار برای کل جوامع گزارش شده است.

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	٤٠٤٤	١٤٠٠	٥٦٦١٦٠٠	٤٦٤٢٥١	١١٥
۱۲	جمع	٧٧٦٨٣	١٧٣٨	١٣٥٠١٢٣٥٩	١١٠٧١٠١٣	١٤٣

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 (۷) ارائه شد.

جدول 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	ممرز انجیلی ۷	۵۸۱۲	٦٦۸۸	۳۸۸۷۰٦۵٦
۳	بلوط ممرزستان ۷	٤۲۹۰	۵۷۹٦	۲٤۸٦۵۱٤۰
٤	آمیخته ۷	٦۱۹٤	۱۲٦۹٤	۷۸٦۲۷٦۲۷
۵	ممرز انجیلی ۵۱	۱۱۷۱۸	٦٤۱	۷۵۰۷۳۹۵
٦	راشستان ۵۱	۱۱۲٦۷	۱٦۲٤۵	۱۸۳۰۲٦۷۸۲
۷	ممرزستان ۵۱	٤۵۲۸	٦۳۸٤	۲۸۹۰٤۵۷۹
۸	بلوط ممرزستان ۹۱	۸٤۰۵	۹٦۹۰	۸۱٤٤۰۷۵۲
۹	انجیلی ممرز بلوطستان ۹۱	۸۸۷۸	٦٤٦۳	۵۷۳۸۰٤۲۳
۱۰	ممرزستان ۹۱	٤۰٤٤	۸۳۹۳	۳۳۹٤۱٤۵٤
۱۱	نمدار ممرز بلوطستان ۹۱	٤۵٦	۱۰۹۹۵	۵۰۱۳۸۵۲
۱۲	مجموع	۷۷٦۸۳	۹۳۷۵	۷۲۸۲۳۵۸۰۷
۱۳	کل جنگل‌های شمال	۲۳۰۰۰۰۰	۹۳۷۵	۲۱۵٦۱۲۴۷۰۷۰

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۷)، ارزش کل چوب جنگل به مساحت **۷۷۶۸۳** هکتار در سه حوزه جنگلداری به‌عنوان خدمت بازاری اکوسیستم **۷۲۸۲۳۵۸۰۷** میلیون ریال و ارزش هر هکتار **۹۳۷۵** میلیون ریال محاسبه شد. اگر این عدد را به کل جنگل‌های شمال تعمیم دهیم ارزش کل چوب معادل **۲۱۵٦۱۲۴۷۰۷۰** میلیون برآورد شد. در جدول (۸) ارزش هریک از خدمات برآوردی در جوامع جنگلی سه حوزه جنگلداری در استان‌های شمالی کشور ارائه شده است.

جدول ۸. ارزش خدمات بازاری و غیربازاری هریک از جوامع جنگلی در حوزه‌های جنگلداری مورد مطالعه (میلیارد ریال)

ردیف	جامعه جنگلی	CO_2 و O_2	ترسیب کربن	تولید آب	کنترل سیل (روانآب)	نگهداشت خاک	چوبا سرپا	ارزش کل
۱	راشستان ۷	۱۹۶۶	۱۴۹۷۳۰	۴۴۴۱	۱۲۱۵	۱۰۵۸۶۴	۱۸۸۶۵۷	۴۵۱۸۷۴
۲	آمیخته ۷	۹۳۹	۷۹۲۰۵	۱۹۶۱	۱۵۶۷	۷۴۶۲۲	۷۸۶۲۷	۲۳۶۹۲۳
۳	ممرز انجیلی۷	۴۶۷	۶۳۲۴۷	۱۶۶۰	۱۴۶۸	۵۱۸۵۶	۳۸۸۷۰	۱۵۷۵۷۱
۴	بلوط ممرزستان۷	۴۴۹	۵۲۰۷۰	۱۱۸۲	۱۰۲۹	۳۸۶۹۵	۲۴۸۶۵	۱۱۸۲۹۳
۵	راشستان ۵۱	۱۷۴۹	۱۰۰۶۰۵	۳۳۳۳	۱۳۵۶	۷۶۶۳۳	۱۸۳۰۲۶	۳۶۶۷۰۵
۶	ممرز انجیلی۵۱	۸۸۱	۵۹۲۰	۳۴۶۶	۱۳۲۱	۳۸۵۸۳	۷۵۰۷۳	۱۲۵۲۴۵
۷	ممرزستان ۵۱	۳۴۵	۱۰۴۳۰۸	۱۲۷۷	۵۸۱	۲۴۹۵۳	۲۸۹۰۴	۱۶۰۳۷۱
۸	بلوط ـ ممرزستان ۹۱	۱۲۳۳	۱۴۱۰۶۱	۲۱۱۸	۸۸۸	۴۷۲۵۸	۸۱۴۴۰	۲۷۴۰۰۱
۹	انجیلی ممرز بلوطستان۹۱	۹۱۰	۶۵۶۹۵	۲۱۴۰	۱۱۱۶	۳۶۷۸۸	۵۷۳۸۰	۱۶۴۰۳۱
۱۰	ممرزستان ۹۱	۴۰۵	۱۲۵۵۹۷	۹۷۱	۴۶۴	۲۵۷۵۶	۳۳۹۴۱	۱۸۷۱۳۶
۱۱	نمدار ممرز بلوطستان ۹۱	۷۸	۵۰۰۰۹	۱۱۱	۵۸	۲۴۱۴	۵۰۱۳	۵۷۶۸۶
۱۲	جمع کل	۹۴۲۶	۹۳۷۴۵۱	۲۲۶۶۶	۱۱۰۶۸	۵۲۳۴۲۷	۷۹۵۸۰۱	۲۲۹۹۸۴۲
۱۳	کل جنگلهای شمال	۲۷۹۱۰۲	۲۷۷۵۵۶۱۴	۶۷۱۰۸۹	۳۲۷۷۱۵	۱۵۴۹۷۳۸۰	۲۳۵۶۱۶۹۹	۶۸۰۹۲۶۰۰

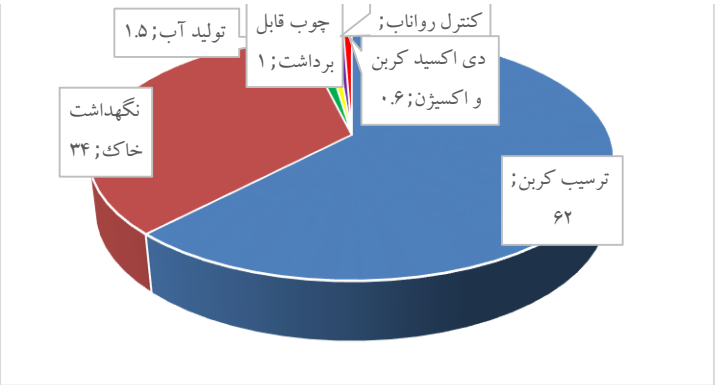
منبع: یافته‌های تحقیق

براساس نتایج جدول (۸) ارزش کل کالاها و خدمات مورد نظر جنگل‌های هیرکانی معادل **۶۸۰۹۲** هزار میلیارد ریال برآورد شد که در این میان ارزش ترسیب کربن با بالاترین مقدار **۲۷۷۵۵** هزار میلیارد ریالی و ارزش بازاری چوب با قیمت **۲۳۵۶۱۵** هزار میلیارد ریال در مرتبه دوم قرار دارد. همچنین، نگهداشت خاک **۱۵۴۹۷** هزار میلیارد ریال، تولید آب با ارزش **۶۷۱** 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 غیر بازاری جنگل‌های مورد مطالعه را به خود اختصاص داده است.

با توجه به نمودار شکل (۴) ارزش ترسیب کربن با **۶۲** درصد و ارزش نگهداشت خاک با **۳۴** درصد بیشترین سهم و رقم را به خود اختصاص داده است که در این میان

سهم ارزش بازاری چوب تنها یک درصد از بین کل ارزش‌های بازاری و غیر بازاری مورد بررسی را نشان می‌دهد.

شکل ٤. سهم ارزش خدمات بازاری و غیربازاری اکوسیستم جنگل‌های مورد مطالعه



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 ۶۲ درصد بیشترین سهم و رقم را به خود اختصاص داده است. در کل سهم کارکردهای غیربازاری بررسی شده در حوزه جنگل‌های هیرکانی تحقیق معادل ۹۹ درصد است که در مقابل آن، سهم ارزش کارکرد بازاری چوب تنها یک درصد از بین کل ارزش‌های بازاری و غیر بازاری مورد بررسی را به خود اختصاص داده است. در مقایسه با مطالعه صالح و مولایی (۱۳۸۶) در برآورد ارزش

اقتصادی حوزه کلیبرجای در ارسباران مشاهده شد که ارزش کارکردهای غیربازاری مورد بررسی در حوزه ارسباران معادل ۹۶ درصد کل ارزش اقتصادی منابع محیط زیستی است در مقابل کارکردهای بازاری صرفاً ۴ درصد از ارزش کل را شامل شد. در مطالعه باده‌یان و همکاران (۲۰۱۵) نیز، ارزش اقتصادی کارکردهای غیر بازاری مورد بررسی در بین کارکردها و خدمات مورد بررسی جنگل‌های بلوط زاگرس میانی استان لرستان، حدود ۹۸ درصد 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 (۶۸۰۹۲ هزار میلیارد ریال) معادل ۸ برابر تولید ناخالص داخلی (معادل ۸۱۱۰ هزارمیلیارد ریال) طبق گزارش‌های منتشر شده به نقل از مرکز آمار ایران در سال ۱۴۰۱ است. در حالی که، کاستانزا و همکاران (۱۹۹۷)، ارزش اقتصادی تمام خدمات اکوسیستم جهان را حدود ۱۶ تا ۵۴ تریلیون دلار در سال برآورد نمودند که نسبت به مجموع تولید ناخالص ملی 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 متخصصین فعال در این بخش قرار گیرد.

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 مورد نیاز ارزش‌گذاری نشد. به دلیل اهمیت هریک از خدمات مذکور لازم است تا همه آنها شناسایی، کمی، ارزش‌گذاری و به صورت 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

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.

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 ازجمله فرآیند کمّی‌سازی 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/۰۰۰۹-۰۰۰۹-۷۵۸۱-۵۴۴۳

Amir Mohamadi-Nejad https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۳-۳۰۲۲-۴۵۲۶

Hamid Amir Nejad https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۲-۴۳۰۷-۱۱۴۶

Reza Moghaddasi https://orcid.org/۰۰۰۰-۰۰۰۲-۲۵۶۷-۷۱۴۴

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). ارزش‌گذاری 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 ارزش‌گذاری 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. (۲۰۰۵). *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. ۲۹٦ p. [In Persian]

Amirnejad., H. and Ataei Solut, K. (۲۰۱۰). Economic valuation of biological resources, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University. *Masih ava*. ٤۳۲ p. [In Persian]

Arunyawat, S, and R. Shrestha, (۲۰۱٦). Assessing Land Use Change and Its Impact on Ecosystem Services in Northern Thailand. *Sustainability* ۸(۸): ۱-۲۲.

Badeyan., Z. Mansouri, M. Sanjabi, H.(۲۰۱۷). 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 ۱۹, Special No.۵, Summer ۲۰۱۷. [In Persian]

Bottalico, F., L. Pesola., M. Vizzarri., L. Antonello., A. Barbati., G. Chirici., P. Corona., S., Cullotta, V. Garfi., V. Giannico. (۲۰۱٦). Modeling the influence of alternative forest management scenarios on wood production and carbon storage: a case study in the Mediterranean region. *Environmental Research.* ۱٤٤: ۷۲-۸۷.

Burkhard, B., F. Kroll, S. Nedkov and F. Muller. (۲۰۱۲). Mapping ecosystem service supply, demand and budgets. *Ecological Indicators*, ۲۱,۱۷-۲۹.

Costanza R, d'Arge R, de Groot R, Farber S, Grasso M, Hannon B, Limburg K, Naeem S, O'Neill RV, Paruelo J, Raskin RG, Sutton P and van der Belt M. (۱۹۹۷). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, ۳۸۷,۲۵۳-۲٦۰.

Cole, D. (۱۹۹٦). *Wilderness recreation use trends, ۱۹٦٥ through ۱۹۹٤*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station-Ogden. Research paper INT-RP- ٤٨٨.

Cavatassi R., (۲۰۰٤).*Valuation Methods for Environmental Benefits in Forestry and WatershedInvestment Projects*. [ESA Working Paper No. ۰٤-۰۱.]

Crossman, N., B. Bryan, and D. King. (۲۰۱۱). Contribution of site assessment toward prioritizing investment in natural capital. *Environmental Modelling and Software*, ۲٦, ۳۰-۳۷.

Energy Ministry, Renewable Energy and Electricity Efficiency Organization (SABTA), (۲۰۱۹). Office of economic, technical and environmental assessment, carbon tax. [In Persian]

Erfani, M. Joorabian Shooshtari, Sh. Ardakani, T. (۲۰۲۳). 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 ۱۳, Issue ۱. April ۲۰۲۳.Pages ٦۳-۸۱. [In Persian]

Fadaei, Ensiyeh, Mirsanjari, Mir Mehrdad, & amiri, mohamad javad. (۲۰۲۰). 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, ۱۲(۱), ۱٥۳-۱۷۳. SID. [In Persian]

Gao, J., F. Li., H. Gao., C. Zhou and X. Zhang. (۲۰۱٦). The impact of land-use change on water-related ecosystem services: a study of the Guishui River Basin, Beijing, China. *Journal of Cleaner Production*, ۱۰, ۱-۸.

Haghdadi., M. A Heshmati, G.A. Sadat Azimi, M. (۲۰۱۸). Assessment of Water yield service on the basis of InVEST tool (case study: Delichai watershed).*water and soil conservation*, Volume ۲٥, Issue ٤. November and December ۲۰۱۸. Pages ۲۷٥-۲۹۰. [In Persian]

Hosseini., S. (۲۰۱٦). 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. ۱۷٤ p. [In Persian]

Jafarzadeh, A.A. Mahdavi, A. Fallah Shamsi, S.R. Yousefpour, R. (۲۰۲۰). Economic evaluation of some of the most important ecosystem services in Zagros forests. *Environmental Sciences.* Volume ۱۸, Issue ۱. April ۲۰۲۰. Pages ۱۳۷-۱٥۰. [In Persian]

Juwarkar, A., A. Varghese, S. Singh, V. Aher and P. Thawale, (۲۰۱۱). Carbon sequestration potential in aboveground biomass of natural reserve forest of Central India. *International Journal of Agriculture: Research and review*, ۱(۲), ۸۰-۸٦.

Keleş, S. and Yolasıgmaz, H. A. (۲۰۰۹). Changes in carbon storage and oxygen production in forest timber biomass of Balci Forest Management

Unit in Turkey between ۱۹۸٤ and ۲۰۰٦. *African Journal of Biotechnology*, Vol. ۸ (۱۹), pp. ٤۸۷۲-٤۸۸۳.

Losi, C. J., T. G. Siccama, R. Condit and J. E. Morales, (۲۰۰۳). Analysis of alternative methods for estimating carbon stock in young tropical plantations. *Forest Ecology and Management*, ۱۸٤(۱-۳), ۳٥٥-۳٦۸.

Mahapatra. A., and Tewari b. (۲۰۰٥). Importance of non-timber forest products in the economic valuation of dry deciduous forests of India. *Forest Policy and Economics*. ۷(۳),٤٥٥-٤٦۷.

Martínez-Harms M. J., Quijas S., A. M. Merenlender, P Balvanera۱. (۲۰۱٦). Enhancing ecosystem services maps combining field and environmental data. *Ecosystem Services.* Volume ۲۲, Part A, Pages ۳۲-٤۰.

Metcalf, G. E., and Stock, J. H. (۲۰۱۷). Integrated Assessment Models and the Social Cost of Carbon: A Review and Assessment of U.S. Experience. *Review of Environmental Economics and Policy*, ۱۱(۱), ۸۰-۹۹.

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. (۲۰۱۸). Estimation of water yield in the hydrographic basins of southern Ecuador. *Hydrology and Earth System Sciences Discussions*, ٥۲۹:۱-۱۸.

Moulaei, M, Yazdani, S, Sharzehei, Gh.A., & Gas, A.C. (۲۰۰۹). Estimating Preservation Value Of Arasbaran Forests Ecosystem Using Contingent Valuation Method. Agricultural Economics. *Iranian Journal Of Agricultural Economics* (Economics And Agriculture Journal), ۳(۲), ۳۷-٦٤. [In Persian]

Mugambi D., D., Mugendi, A., Wambugu and J., Mburu (۲۰۰٦). *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., (۲۰۰٦). Critical analysis of root: shoot ratios in terrestrial biomes. *Global Change Biology*, ۱۲(۱), ۸٤-۹٦.

Natural Resources and Watershed Organization. (۲۰۲۰). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area ۷. [In Persian]

Natural Resources and Watershed Organization. (۲۰۲۰). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area ٥۱. [In Persian]

Natural Resources and Watershed Organization. (۲۰۲۰). Studies on the detailed plan of sustainable management of natural resources in the forest areas of the north of the country in area ۹۱. [In Persian]

National Soil Conservation and Watershed Institute. (۲۰۱۸). 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. (۲۰۰۹). Modeling multiple

ecosystem services, biodiversity conservation, commodity production, and tradeoffs at landscape scales. *Frontiers in Ecology and the Environment*, ۷(۱): ٤-۱۱.

Sabeti, H. (۱۹۹٤). Trees and Shrubs of Iran, *Yazd University*. ۸۱۰, ٦٤ 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., (۲۰۱۲). Form follows function? Proposing a blueprint for ecosystem service assessment studies based on reviews and case studies. *Ecological Indicators*, ۲۱, ۱٤٥-۱٥٤.

Redhead, J. W., C. Stratford., K. Sharps., L. Jones., G. Ziv., D. Clarke., T. H. Oliver and J. M. Bullock. (۲۰۱٦). Empirical validation of the InVEST water yield ecosystem service model at a national scale. *Science of the Total Environment*, ٥٦۹, ۱٤۱۸-۱٤۲٦.

Renard, K. G., and J. R. Freimund. (۱۹۹٤). Using monthly precipitation data to estimate the R-factor in the revised USLE. *Journal of hydrology*, ۱٥۷(۱-٤) ۲۸۷-۳۰٦.

Sahle, M., O. Saito., C. Furst and K. Yeshitela. (۲۰۱۹). 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*, ٦٤٦, ٥۷۳-٥۸٦.

Sharp, R., R. Chaplin-Kramer., S.A. Wood. A. D. Guerry., H. T. Tallis and R. Taylor. (۲۰۱٤). *InVEST ۰/۳,۰ User's Guide*.

Sivrikaya , F., *Keleş*, S., and G. *Cakir*. (۲۰۰۷). Spatial Distribution and Temporal Change of Carbon Storage in Timber Biomass of Two Different Forest Management Units. *Environmental Monitoring and Assessment*, ۱۳۲(۱-۳),٤۲۹-۳۸.

Wischmeier, W. H., and D. D. Smith. (۱۹۷۸). *Predicting rainfall erosion losses-A guide to* conservation planning. ٦۷.

Zarandian, A. (۲۰۱٤). 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. ۲٦۱ p. [In Persian]

Zhang, C., W. Li., B. Zhang and M. Liu. (۲۰۱۲). Water yield of Xitiaoxi river basin based on InVEST modeling. *Journal of Resources and Ecology*, ۳(۱), ٥۰-٥٤.

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 ۱۰۳-۱۳۶.

Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial ۴,۰ International License.