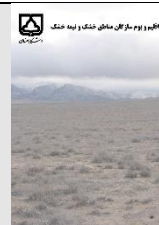




Semnan University

Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions

<https://ceasr.semnan.ac.ir>



Research Article

Estimation of Economic Value of Gas Regulation Function in Rangeland Plant Species of Different Ages (Case study: Shahriar)

Ahmad Sadeghipour ^{a,*}, Fatemeh Azarian ^b

^aAssociate Professor, Department of Arid and Semi-arid Regions, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.

^bGraduated PhD. of combating desertification, Faculty of Desert Studies, Semnan University, Semnan, Iran.

ARTICLE INFO

Article type:

Research Full Paper

Article history:

Received :23 April 2025

Revised: 18 December 2025

Accepted: 30 December 2025

Keywords:

Carbon sequestration,
Oxygen supply,
CO₂ absorption,
Shahriar

EXTENDED ABSTRACT

Background and Objectives: Climate change, driven predominantly by anthropogenic emissions of greenhouse gases, presents one of the most formidable challenges of the 21st century, with far-reaching implications for ecosystems, economies, and human welfare. Carbon dioxide (CO₂) is the primary contributor to this phenomenon. In this context, terrestrial ecosystems, particularly rangelands, have gained significant attention for their critical role in climate regulation through the natural process of carbon sequestration. Rangelands, covering approximately half of the world's land surface, are substantial reservoirs of carbon, storing significant amounts in both biomass and soil organic matter. Beyond carbon storage, these ecosystems provide the vital service of oxygen production through photosynthesis. However, the economic value of these regulating services -carbon sequestration and oxygen supply- often remains intangible and overlooked in traditional land-use planning and policy frameworks, leading to their undervaluation and potential degradation. Economic valuation is a powerful tool to internalize these external benefits, making the case for conservation, sustainable management, and investment in ecosystem restoration. This study, therefore, aims to quantify and estimate the economic value of the gas regulation function -specifically CO₂ absorption and O₂ production- provided by vegetation cover in afforested rangelands of different ages in the Shahriar region, Iran. The research focuses on key native shrub species to inform cost-effective strategies for rangeland rehabilitation and climate change mitigation.

Materials and Methods: The study was conducted in the Shahriar region, located southwest of Tehran. The area features an arid to semi-arid climate. The research employed a systematic-random sampling design to ensure representative data collection across different vegetation treatments. The studied treatments included stands of *Atriplex canescens* at three different age classes (11, 16, and 26 years old) and an 18-year-old plantation of *Haloxylon aphyllum* (commonly known as Saxaul). Within each treatment, sample plots were established (5×7 m for *Atriplex* and 7×8 m for *Haloxylon*), and above-ground and below-ground biomass were harvested. The organic carbon content of the plant samples was determined using the dry combustion method in an electric furnace at 375°C. The amount of sequestered carbon was calculated based on the organic matter content, assuming that organic carbon constitutes 50% of the organic matter (OC = OM * 0.5). The annual carbon sequestration rate per hectare was then derived for each species and age class.

The amount of CO₂ absorbed from the atmosphere was calculated using the established stoichiometric ratio of 3.67 (the molecular weight ratio of CO₂ to C). Concurrently, the annual oxygen (O₂) production was estimated based on the photosynthesis formula and the net primary production (dry biomass) of the vegetation. For the economic valuation, a two-pronged approach was used. The economic value of carbon sequestration was estimated using the shadow price method, which reflects the social cost of carbon emissions or the potential cost of mitigation. A shadow price of \$24.48 per ton of carbon

* Corresponding author: a.sadeghipour@Semnan.ac.ir

(based on values for the year 2020) was applied. The economic value of oxygen production was estimated using the replacement cost method, which calculates the cost of producing an equivalent amount of oxygen industrially. All monetary values were calculated in both US dollars and Iranian Rials based on the annual average exchange rate.

Results: The results revealed that the total annual biomass production across the 480-hectare study area was 197.10 tons. On a per-hectare basis, the rangeland ecosystem annually absorbed an average of 0.65 tons of CO₂ (equivalent to 0.17 tons of carbon) and produced 0.48 tons of O₂. A comparative analysis between the different vegetation types and ages showed significant variation. The 18-year-old *Haloxylon aphyllum* plantation exhibited the highest carbon sequestration capacity at 0.26 tons of carbon per hectare per year, followed by the 26-year-old *Atriplex canescens* (0.21 t C/ha/yr), the 16-year-old *Atriplex* (0.19 t C/ha/yr), and finally the 11-year-old *Atriplex* (0.12 t C/ha/yr). A similar trend was observed for oxygen production.

The aggregate economic valuation underscored the substantial value of these ecosystem services. The total shadow value of carbon sequestered across the entire area was estimated at \$2,126.44 per year. The economic value of the annual oxygen production was far more significant, estimated at \$52,820.97 per year. In synthesis, each hectare of rangeland in the study area provides an annual economic benefit of approximately \$114.4 solely from its gas regulation functions. When aggregated, the total annual economic value of CO₂ absorption and O₂ production for the 480-hectare site reached \$54,947.42.

Conclusion: This study conclusively demonstrates that rangeland ecosystems, even in arid regions, provide considerable and economically valuable services in regulating atmospheric gases. The findings highlight that the capacity for carbon sequestration and oxygen production is influenced by both plant species and stand age, with older woody shrubs like *Haloxylon* and mature *Atriplex* stands showing superior performance. The substantial economic values estimated -particularly for oxygen production- challenge the conventional perception of rangelands solely as fodder sources and reposition them as vital natural capital assets. Integrating these economic values into national environmental accounting, development planning, and payment for ecosystem service (PES) schemes is crucial. Such integration can justify and incentivize investments in sustainable rangeland management, rehabilitation of degraded lands, and policies that prevent conversion and overexploitation. Ultimately, recognizing and quantifying the economic worth of these hidden services is a fundamental step toward making informed decisions that ensure ecological sustainability, climate resilience, and long-term human well-being. Future studies should incorporate soil carbon pools and the effects of different management practices to provide a more comprehensive valuation.

Cite this article: Sadeghipour, A., & Azarian, F. (2025). Estimation of economic value of gas regulation function in rangeland plant species of different ages (Case study: Shahriar). *Climate and Ecosystem of Arid and Semi-arid Regions*, 2(2), 115-128.

© 2025 Published by Semnan University Press.

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2025.32231.1049>

مقاله پژوهشی

برآورد ارزش اقتصادی کارکرد پوشش گیاهی در تنظیم گاز دی اکسیدکربن در جنگل کاری های با سنین مختلف (منطقه مورد مطالعه: شهریار)

احمد صادقی پور^{۱*}، فاطمه آذریان^۲

۱- دانشیار گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

۲- دانش آموخته دکتری، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده کویرشناسی، دانشگاه سمنان، سمنان، ایران

*: نویسنده مسئول، a.sadeghipour@semnan.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی - پژوهشی تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۲/۰۳ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۰/۰۹	سابقه و هدف: با توجه به چالش های ناشی از تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی، ترسیب کربن به ویژه در اکوسیستم های مرتعی به عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش غلظت دی اکسیدکربن اتمسفری مطرح شده است. ارزش گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی از جمله ذخیره کربن و تولید اکسیژن، می تواند ابزاری کارآمد برای تصمیم گیری های کلان و جلب سرمایه گذاری در جهت حفظ و احیای مراتع باشد. این پژوهش با هدف برآورد ارزش اقتصادی کارکرد پوشش گیاهی در تنظیم گازهای دی اکسیدکربن و اکسیژن در جنگل کاری های با سنین مختلف در منطقه قطعه چهار شهریار انجام شده است. مواد و روشها: منطقه مورد مطالعه قطعه چهار شهریار واقع در جنوب غربی شهرستان شهریار است. نمونه برداری از پوشش گیاهی شامل گونه های <i>Atriplex canescens</i> با سنین ۱۱، ۱۶ و ۲۶ ساله و گونه <i>Haloxylon aphyllum</i> ۱۸ ساله به روش تصادفی- سیستماتیک انجام شد. برای تعیین میزان کربن آلی، از روش سوزاندن در کوره الکتریکی استفاده گردید. محاسبه جذب دی اکسیدکربن بر اساس نسبت وزنی CO₂ به کربن (۳/۶۷) و برآورد تولید اکسیژن با استفاده از فرمول فتوسنتز انجام شد. ارزش اقتصادی جذب کربن با استفاده از سیاست مالیات بر کربن و هزینه های انتشار (ارزش سایه ای) و ارزش تولید اکسیژن با روش هزینه جایگزین محاسبه گردید. یافته ها: میانگین سالانه جذب دی اکسیدکربن در هر هکتار از مراتع منطقه ۰/۶۵ تن (معادل ۰/۱۷ تن کربن) و تولید اکسیژن ۰/۴۸ تن برآورد شد. بیشترین میزان جذب کربن مربوط به تاغکاری ۱۸ ساله (۰/۲۶ تن در هکتار) و کمترین آن مربوط به آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله (۰/۱۲ تن در هکتار) بود. ارزش سایه ای جذب کربن در منطقه ۲۱۲۶/۴۴ دلار در سال و ارزش اقتصادی تولید اکسیژن ۵۲۸۲۰/۹۷ دلار در سال محاسبه شد. در مجموع، هر هکتار از مراتع منطقه سالانه ۱۱۴/۴ دلار ارزش اقتصادی از نظر کارکرد تنظیم گازهای اکسیژن و کربن ایجاد می کند. نتیجه گیری: نتایج نشان داد که مدیریت صحیح مراتع می تواند سهم قابل توجهی در افزایش ذخیره کربن و تولید اکسیژن داشته باشد. ارزش گذاری اقتصادی این خدمات نه تنها جایگاه مراتع را در مقابله با تغییرات اقلیمی برجسته می سازد، بلکه می تواند به عنوان ابزاری مؤثر در برنامه ریزی های زیست محیطی پایدار و جذب سرمایه گذاری برای احیای مراتع مورد استفاده قرار گیرد. با توجه به وسعت مراتع در ایران، تلفیق این ارزش ها در سیاست های ملی و محلی ضروری به نظر می رسد.

استناد: صادقی‌پور، ا.، آذریان، ف. (۱۴۰۴). برآورد ارزش اقتصادی کارکرد پوشش گیاهی در تنظیم گاز دی‌اکسیدکربن در جنگل کاری‌های با سنین مختلف (منطقه مورد مطالعه: شهریار). *اقلیم و بوم‌سازگان مناطق خشک و نیمه خشک*، ۲(۲)، ۱۱۵-۱۲۸.

ناشر: دانشگاه سمنان

DOI: <https://doi.org/10.22075/ceasr.2025.32231.1049>

۱- مقدمه

تغییرات آب و هوا یک چالش مهم است و اثرات شدیدی بر محیط مانند افزایش دما و سوق پیدا کردن اکوسیستم به سوی تخریب دارد (Javadi Tabalvandani و همکاران، ۲۰۱۰؛ Shen and Lukes، ۲۰۱۵) با توجه به افزایش قابل توجه میانگین دمای کره زمین، گرمایش جهانی به مهم‌ترین چالش قرن بیست و یک تبدیل شده است که جوامع انسانی با آن روبه‌رو است (Wang، ۲۰۱۷). انتشار گازهای گلخانه‌ای بویژه دی‌اکسیدکربن محرک اصلی گرمایش جهانی می‌باشد (Yu و همکاران، ۲۰۱۷).

ترسیب کربن عبارت است از تبدیل دی‌اکسیدکربن اتمسفری به شکل ترکیبات آلی کربن‌دار توسط گیاهان و نگهداشت آن برای مدت زمان معین می‌باشد (Lal، ۲۰۰۴). اکوسیستم‌های مرتعی قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند، چرا که نیمی از خشکی‌های کره زمین را در بر گرفته‌اند و ذخیره کربن آنها ۱۰ درصد کل ذخایر کربن زیتوده روزمینی اکوسیستم‌های خاکی و ۳۰ درصد کل کربن آلی خاک را تشکیل می‌دهد (Derner و Schuman، ۲۰۰۷). در مقیاس جهانی مراتع حدود ۵۰۰ میلیارد تن کربن را در سال ترسیب می‌کنند. محققان زیادی بر اهمیت مراتع از دیدگاه ترسیب کربن تأکید دارند (Luciuk و همکاران ۲۰۰۰). ترسیب کربن از نظر اقتصادی دارای ارزش است و می‌تواند به عنوان منفعت و سود اضافی حاصل از فعالیت‌ها و عملیات احیاء اراضی تخریب شده مطرح گردد و به عنوان یکی از خدمات اکوسیستم در جهان به شمار می‌رود (DCC، ۲۰۰۸ و Carpenter و همکاران، ۲۰۰۸).

در سال‌های اخیر ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم مورد توجه قرار گرفته است. در ایران نیز طبق برنامه پنج ساله پنجم توسعه، برآورد ارزش اقتصادی منابع طبیعی و برآورد هزینه ناشی از آلودگی و تخریب محیط زیست در فرآیند توسعه و محاسبه آن در حساب‌های ملی مورد توجه قرار گرفته است و تحقیقات زیادی در زمینه ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم صورت گرفته است به طوری که Sheidai Karkaj و همکاران (۲۰۱۳) در مطالعه خود به مقایسه هزینه ترسیب کربن خاک در عملیات احیای مراتع توسط کاشت گونه‌های *Agropyron elongatum* و *Atriplex lentiformis* در منطقه قویمه شهرستان گنبد پرداختند. نتایج یافته‌های آنها حاکی از آن است که احیای مراتع مورد مطالعه تحت کاشت آگروپایرون و آتریپلکس در هر هکتار از خاک عرصه به ترتیب در حدود ۲۱/۹۷۴ و ۱۲/۸۷۲ تن کربن ذخیره کرده است. همچنین از نظر اقتصادی نیز ارزش ترسیب سالانه کربن در هر هکتار از خاک سایت آتریپلکس ۴۷۷/۴۶۱۶ دلار و برای آگروپایرون ۵۵۵/۹۴۲۲ دلار برآورد کردند.

Nasri و همکاران (۲۰۱۶) به برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ترسیب کربن در مراتع خشک و نیمه‌خشک در شهرستان ملارد پرداختند. نتایج به‌دست آمده نشان داد در مجموع میزان ذخیره کربن در سطح ۲۷۲۳ هکتاری مطالعه برابر با ۲/۱۳ تن در هکتار و میزان عرضه اکسیژن نیز برابر با ۲/۱۱ تن در هکتار بود. از طرفی مقایسه ذخیره کربن و تولید اکسیژن زیتوده هوایی

بین گونه‌های مورد مطالعه نشان داد که کربن ذخیره شده در گونه *Pteropyrum olivieri* بیشتر از گونه *Artemisia sieberi* می‌باشد. بنابراین می‌توان گفت گونه *Pteropyrum olivieri* نسبت به گونه *Artemisia sieberi* نقش بیشتری را در میزان جذب کربن و تولید اکسیژن مراتع منطقه داشته است که این مهم تأکیدی بر توانایی‌های متفاوت گونه‌های مختلف گیاهی در جذب کربن و تولید اکسیژن می‌باشد که در مجموع به ترتیب، برابر ۱۴۶۷۳۹/۷۴ دلار و ۱۴۵۳۶۱/۹۰ دلار می‌باشد. همچنین Yeganeh و همکاران (۲۰۱۵) به بررسی برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها در اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم پرداختند. نتایج نشان داد به طور متوسط، در هر هکتار از اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم، سالانه ۱/۹ تن دی‌اکسیدکربن (۰/۵۴ تن کربن در هکتار) جذب و به طور متوسط سالانه ۱/۵ تن اکسیژن تولید می‌شود. ارزش سایه‌ای جذب کربن توسط تیپ‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم برابر ۱۸۹۶۷۰ دلار در سال و با تبدیل آن بر اساس نرخ برابری ارز ۲۳۲۵/۴ میلیون در سال به دست آمد و ارزش اقتصادی تولید اکسیژن نیز برابر با ۱۰۷۷۷/۴ میلیون ریال در سال، برآورد شد. به طور کلی اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز تهم سالانه ارزشی معادل ۱۳۱۰۲/۸ میلیون از لحاظ کارکرد تنظیم گاز اکسیژن و دی‌اکسیدکربن دارند.

Amirnejad و Solout (۲۰۱۷) به برآورد ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گاز توسط اکوسیستم مرتعی پارک ملی بמו پرداختند بر اساس نتایج بدست آمده میزان گاز دی‌اکسیدکربن جذب شده توسط پوشش گیاهی و خاک در هر هکتار از پارک ملی بمو در استان فارس به ترتیب ۱۰/۹ و ۱۴۰ تن و در کل مساحت پارک به ترتیب برابر ۴۶۴۳۶۰ و ۵۲۸۴۱۸۵ تن بوده است ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها ۱۴۱۷۶/۲۶۶ دلار در کل مساحت ۳۸۰۰۰ هکتاری از پارک در سال ۹۱ برآورد شده است Mosavi . (۲۰۱۱) کارکردهای متنوع اکوسیستم‌های مرتعی حوزه آبخیز طالقان میانی را مورد شناسایی و کمی‌سازی قرار داد. وی ارزش کل این اکوسیستم را ۹۹۷۲۸۶/۲۹ دلار در سال و ارزش هر هکتار از مراتع طالقان میانی را ۳۸۴۱۸۱/۲۳ دلار در سال برآورد کرد. همچنین ارزش کارکرد ذخیره کربن و عرضه اکسیژن در این مراتع به ترتیب برابر با ۳۹۳۰۴۴/۸۶ و ۸۰۸۵۸۲/۳۸ دلار است. Dong و همکاران (۲۰۱۲) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر فعالیت‌های انسانی بر دارایی‌های طبیعی و خدمات اکوسیستم مراتع طبیعی زینگ جیانگ چین پرداختند نتایج به دست آمده نشان داد که ارزش خدمات اکوسیستم در سال ۱۹۹۰ بالاتر از ۸۷/۳ میلیارد یوان در سال بوده و ارزش آنها در سال ۲۰۱۰ به ۶۲/۳ میلیارد یوان کاهش یافته است. به طور مشابه ارزش سرمایه‌های طبیعی اکوسیستم نیز در حدود ۳۳۱/۷ میلیارد یوان در سال ۱۹۹۰ بوده که به ۱۵۵/۶ یوان در سال ۲۰۱۰ کاهش یافته است. در نهایت نتایج نشان داد که مولفه‌های سرمایه‌های طبیعی مانند زیتوده و ذخیره خاک خدمات اکوسیستم و ارزش جایگزین آنها به دلیل فعالیت‌های شدید دامداری و مزاحمت‌های ناشی از فعالیت انسانی کاهش یافته است. Bostan و همکاران (۲۰۱۷) به تعیین مدلی برای برآورد تنظیم فعالیت گازها در اکوسیستم‌های منابع طبیعی در مراتع شیخ موسی استان مازندران پرداختند و نتایج تحقیق نشان داد که مراتع شیخ موسی به طور سالانه ۲۰۸۱/۴ تن ماده خشک ناخالص و ۲۴۵۴ تن اکسیژن تولید و ۷۲۹۴/۱۵ تن دی‌اکسیدکربن جذب می‌کند. با توجه به قیمت تخمین زده شده ارزش فعالیت جذب کربن ۱۸۴۵۴۱/۹۹۵ دلار و ارزش اقتصادی اکسیژن تولید شده ۶۲۰۸۶/۲ دلار در سال برآورد شد و به طور کلی ارزش اقتصادی تنظیم گازها در مراتع شیخ موسی ۲۴۶۶۲۸/۱۹۵ دلار برآورد شد.

باتوجه به اهمیت و حساسیت موضوع تغییر اقلیم و گرمایش جهانی و نقش منحصر به فرد اکوسیستم‌های مرتعی در کنترل این معضل جهانی، بایستی به دنبال تعیین کمی کارکردهای اکوسیستمی گونه‌های مرتعی و نیز ارزش‌گذاری آنها از نقطه نظر گازهای گلخانه‌ای بود. اثرات و ارزشهای اکولوژیکی و زیست محیطی مراتع را می‌توان به عنوان مؤلفه‌ای که می‌توان بسیار با اهمیت‌تر از تولید علوفه و خوراک دام باشد، تلقی نمود. در واقع اکوسیستم‌های مرتعی، به عنوان بخشی از چرخه زیست‌کره، سرمایه‌های طبیعی محسوب می‌گردند که ارزش اقتصادی آن در ارائه خدماتی است که عرضه می‌کنند. بنابراین هدف از این تحقیق تعیین ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها در مراتع واقع در قطعه چهار شهریار می‌باشد.

۲- مواد و روش‌ها

۲-۱- منطقه پژوهش

منطقه مورد مطالعه قطعه چهار شهریار می‌باشد. این منطقه در ۳۵ کیلومتری جنوب غربی شهرستان شهریار و ۴۰ کیلومتری شهرستان کرج در محدوده $50^{\circ} 5' 12''$ تا $50^{\circ} 44' 40''$ طول شرقی و $35^{\circ} 5' 5''$ تا $35^{\circ} 44' 21''$ عرض شمالی قرار دارد. منطقه مورد مطالعه بدون شیب است و متوسط بارندگی سالانه تبخیر سالانه، و متوسط درجه حرارت سالانه منطقه به ترتیب برابر ۲۴۱ میلی‌متر، ۲۰۳ سانتی‌متر و ۱۳/۵ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. سرعت میانگین باد در منطقه ۱۱/۱ کیلومتر در ساعت می‌باشد و وضعیت زمین شناسی منطقه متشکل از پادگانه‌ها و مخروط افکنه‌ها می‌باشد (Ministry of Jihad Agriculture, ۲۰۱۱).

۲-۲- روش کار

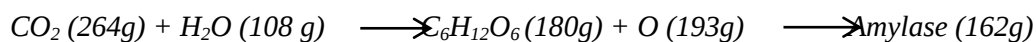
به منظور تعیین ارزش اقتصادی کارکرد اکوسیستم‌های خشکی در ذخیره کربن و عرضه اکسیژن معمولاً از سه روش فرمول فتوسنتز و تنفس، مطالعات و اندازه‌گیری‌های تجربی و الگوهای ریاضی استفاده می‌شود. در این تحقیق از روش اندازه‌گیری‌های تجربی و فرمول فتوسنتز به ترتیب برای محاسبه جذب و ذخیره کربن و عرضه اکسیژن استفاده شد. در مطالعه حاضر با توجه به شرایط منطقه و پروژه‌های انجام شده، تیمارهایی شامل آتریپلکس کانسنس با سنین مختلف ۲۶ ساله، ۱۶ ساله، ۱۱ ساله و مناطق تاغ‌کاری انتخاب شدند. نمونه‌برداری از پوشش گیاهی به روش تصادفی - سیستماتیک صورت گرفت و با توجه به یکنواختی عوامل محیطی و پوشش گیاهی در هر منطقه، ابعاد قطعه نمونه از روش حداقل سطح (Moghadam, ۲۰۰۳) در قالب ۳ قطعه نمونه 5×7 متری برای هر کدام از تیمارهای بوته‌های آتریپلکس کانسنس و ۳ قطعه نمونه 7×8 متری برای تاغ نمونه‌برداری انجام شد و تمامی بخش هوایی و زیرزمینی، جهت تعیین وزن خشک و درصد کربن به آزمایشگاه منتقل شدند. جهت تعیین ضریب تبدیل و میزان کربن آلی گیاه از روش سوزاندن (احتراق) در کوره الکتریکی استفاده شد، به این صورت که اندام‌های هوایی هر گیاه وزن شده و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۷۵ درجه سانتی‌گراد در کوره قرار داده شد. نمونه‌های سوخته شده پس از خنک شدن در دستگاه دسیکاتور، توزین شده و با تعیین وزن خاکستر و با در دسترس داشتن وزن اولیه و نسبت کربن آلی به مواد آلی بر اساس رابطه ۱ میزان کربن آلی در هر کدام از نمونه‌ها محاسبه شد (Ministry of Jihad Agriculture, ۲۰۱۱).

رابطه ۱: $OC = OM * 0.5$

که در این رابطه OC درصد کربن آلی و OM درصد مواد آلی می‌باشد رابطه گویای آن است که نیمی از خاکستر را کربن آلی و نیم دیگر را سایر عناصر تشکیل می‌دهند. در نهایت محاسبات مربوطه، در محیط نرم‌افزار Excel. Ver 2010 انجام شد. پس از تعیین میزان کربن آلی، میزان دی‌اکسید کربن جذب شده بر اساس فرمولی که توسط مطالعه Agheli Kohne Shahri (۲۰۰۳) به دست آمد، نسبت وزنی دی‌اکسید کربن به کربن $3/67$ تعیین شد.

در این مطالعه همچنین از فرمول فتوسنتز به منظور برآورد میزان عرضه اکسیژن توسط اکوسیستم مرتعی مورد مطالعه استفاده شد. با برآورد میزان تولید خالص و استفاده از فرمول فتوسنتز میزان دی‌اکسید کربن جذب شده و اکسیژن تولید شده محاسبه شد (Guo و همکاران، ۲۰۰۱).

رابطه ۲:



باتوجه به رابطه ۲، گونه‌های گیاهی اکوسیستم مرتع برای تولید ۱۶۲ گرم ماده خشک و ۱۹۳ گرم اکسیژن، ۲۶۴ گرم دی‌اکسیدکربن و ۱۰۸ گرم آب جذب می‌کنند (Li و همکاران، ۲۰۰۶). رابطه فوق برای پوشش‌هایی است که در شرایط مطلوب به سر می‌برند و برای شرایط ایران، Yakhkeshi (۱۹۷۷) رقم ۱۹۱ گرم اکسیژن را برآورد نموده است. به عبارتی برای تولید یک گرم ماده خشک، ۱/۱۹ گرم اکسیژن آزاد می‌شود. با توجه به رابطه بالا و با اندازه‌گیری میزان رویش سالانه زیتوده گیاهی (هوایی و زیرزمینی) در سطح تیپ‌های مرتعی و تعیین وزن خشک آن، اکسیژن آزاد شده محاسبه شد. لازم به یادآوری است که در این تحقیق، از میزان کربن کل خاک و لاشبرگ در سطح زمین صرف‌نظر شد چرا که این مقدار کربن حاصل کارکرد اکوسیستم در طی سالیان متمادی بوده و به عنوان کارکرد سالانه قلمداد نمی‌شود.

پس از تعیین میزان تثبیت کربن و آزادسازی اکسیژن ارزش اقتصادی این کارکردها تعیین شد در تحقیق حاضر برای ارزش‌گذاری کارکرد جذب دی‌اکسیدکربن از سیاست مالیات بر کربن و مخارج انتشار کربن به عنوان ارزش سایه‌ای کربن (Li و همکاران، ۲۰۰۶) استفاده شده و ارزش کارکرد اکسیژن نیز با استفاده از هزینه جایگزین محاسبه شد. برای برآورد ارزش کارکرد ترسیب کربن، محققان مختلف مقادیر متفاوتی را به عنوان ارزش کربن مدنظر قرار داده‌اند که با اشاره به برخی از این تحقیقات، قیمت سایه‌ای مناسب به منظور انجام محاسبات اقتصادی انتخاب شد. در تحقیق حاضر رقم ۲۴/۴۸ دلار به عنوان ارزش سایه‌ای کربن برای سال ۱۳۹۹ مدنظر قرار گرفته و بر اساس آن، ارزش کارکرد تیپ‌های مرتعی منطقه در ذخیره کربن محاسبه شد، و ارزش سایه‌ای جذب کربن با تبدیل آن نرخ برابری ارز در سال ۱۳۹۹ که معادل ۴۲۱۷۵ ریال بود (<http://www.cbi.ir/> 1/12/2020)، همچنین ارزش کارکرد تولید اکسیژن توسط مراتع منطقه با استفاده از رویکرد هزینه جایگزینی برآورد شد (Yeganeh و همکاران، ۲۰۱۵).

۳- نتایج و بحث

نتایج بیانگر آن است که میزان بیومس سالانه تولید شده در سطح ۴۸۰ هکتاری منطقه ۱۹۷/۱۰ تن می‌باشد. نتایج این تحقیق نشان داد که در هر هکتار از اکوسیستم‌های مرتعی منطقه به طور متوسط سالانه ۰/۶۵ تن دی‌اکسیدکربن (۰/۱۷ تن کربن) در هکتار جذب می‌شود (جدول ۲) و در سطح کل مراتع منطقه، میزان جذب کربن ۸۵/۶۰ تن در سال برآورد شد (جدول ۱). بررسی بین تیپ‌های مختلف نشان می‌دهد که بیشترین میزان کربن جذب شده مربوط به تیمار تاغکاری ۱۸ ساله (۰/۲۶ تن در هکتار) می‌باشد و کمترین آن مربوط به تیمار آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله (۰/۱۲ تن در هکتار) می‌باشد (جدول ۲). مقایسه بین تیپ‌های مختلف نشان داد که بیشترین میزان اکسیژن تولید شده در هر هکتار مربوط به تیمار تاغکاری و معادل ۰/۸۸ تن در هکتار است و کمترین آن مربوط به تیمار آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله و معادل ۰/۳۵ تن در هکتار است (جدول ۲). بر اساس نتایج ارائه شده، ارزش کارکرد تیپ‌های مرتعی قطعه چهار شهریار در ذخیره کربن برابر با ۲۱۲۶/۴۴ دلار در سال برآورد گردید و با تبدیل آن به نرخ برابری ارز برابر با ۸۹/۶۸ میلیون ریال در سال به دست آمد همچنین، ارزش اقتصادی سالانه کارکرد تولید اکسیژن توسط اکوسیستم‌های مرتعی قطعه چهار شهریار برابر با ۵۲۸۲۰/۹۷ دلار برآورد شد و با تبدیل آن به نرخ برابری ارز برابر ۲۲۲۷/۷۲ میلیون ریال به دست آمد. بر اساس اطلاعات بدست آمده در مجموع ارزش اقتصادی کارکرد تنظیم گازها شامل کارکرد جذب کربن و تولید اکسیژن در هر هکتار برابر ۱۱۴/۴ دلار و در کل مساحت منطقه برابر ۵۴۹۴۷/۴۲ دلار برآورد شد و مجموع ارزش کارکرد تنظیم گازهای کربن و اکسیژن بر اساس نرخ برابری ارز در هر هکتار برابر ۲۳۱۷/۴۰ میلیون ریال برآورد شد (جدول ۳).

جدول ۱. مقادیر سالانه جذب کربن، دی‌اکسیدکربن و اکسیژن تولید شده در تیپ‌های مرتعی قطعه چهار شهریار

Table 1. Annual amounts of carbon sequestration, produced carbon dioxide, and oxygen generated in rangeland types of Shahriar

تیپ‌های مرتعی Rangeland Types	آتریپلکس کانسنس ۲۶ ساله Atriplex canescens (26-year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۶ ساله Atriplex canescens (16-year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله Atriplex canescens (11-year-old)	تاغکاری ۱۸ ساله Haloxylon Planting (18-year-old)	Total جمع
مساحت (هکتار) Area (hectares)	220	50	180	30	480
بیوماس سالانه (تن) Annual Biomass (tons)	11.106	36.15	42.53	20.22	110.197
کل کربن جذب شده (تن) Total Carbon Sequestration (tons)	22.46	85.9	70.21	8.7	187.27
میزان تولید سالانه O ₂ (تن) Annual O ₂ Production (tons)	7.126	28.18	57.63	42.26	135.194
جذب شده (تن) CO ₂ کل Total CO ₂ Sequestration (tons)	64.169	18.36	66.79	67.28	216.607

جدول ۲. مقادیر سالانه جذب کربن، دی‌اکسید کربن و اکسیژن تولید شده در تیپ‌های مرتعی قطعه چهار شهریار

Table 2. Annual amounts of carbon sequestration, produced carbon dioxide, and oxygen generated in rangeland types of Shahriar

تیپ‌های مرتعی Rangeland Types	آتریپلکس کانسنس ۲۶ ساله Atriplex canescens (26-year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۶ ساله Atriplex canescens (16-year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله Atriplex canescens (11-year-old)	تاغکاری ۱۸ ساله Haloxylon Planting (18-year-old)	میانگین وزنی Weighted Average
کربن جذب شده (تن در هکتار) Carbon Sequestration (ton/ha)	21.0	19.0	12.0	26.0	17.0
(تن در هکتار) CO ₂ جذب شده CO ₂ Sequestration (ton/ha)	77.0	72.0	44.0	95.0	65.0
اکسیژن تولید شده (تن در هکتار) Oxygen Production (ton/ha)	57.0	36.0	35.0	88.0	48.0

جدول ۳. ارزش اقتصادی سالانه کارکرد کربن جذب شده و اکسیژن تولید شده در تیپ‌های مرتعی قطعه چهار شهریار
Table 3. Annual economic value of carbon sequestration and oxygen generation functions in rangeland types of Shahriar

تیپ‌های مرتعی Rangeland Types	آتریپلکس کانسنس ۲۶ ساله Atriplex canescens (26- year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۶ ساله Atriplex canescens (16-year-old)	آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله Atriplex canescens (11-year-old)	تاغکاری ۱۸ ساله Haloxylon Planting (18-year-old)	جمع Total
ارزش اقتصادی کربن (دلار) Economic Value of Carbon (USD)	1,148.20	244.91	539.22	194.10	2,126.43
ارزش اقتصادی اکسیژن (دلار) Economic Value of Oxygen (USD)	28,521.51	6,083.56	13,939.39	2,148.5	50,692.97
مجموع ارزش تنظیم گازها (دلار) Total Gas Regulation Value (USD)	29,669.72	6,328.47	14,479.62	2,342.60	52,820.40
ارزش اقتصادی کربن (میلیون ریال) Economic Value of Carbon (Million Rials)	48.42	10.32	22.74	8.18	89.68
ارزش اقتصادی اکسیژن (میلیون ریال) Economic Value of Oxygen (Million Rials)	1,202.89	256.57	587.90	90.34	2,137.72
مجموع ارزش تنظیم گازها (میلیون ریال) Total Gas Regulation Value (Million Rials)	1,251.32	266.90	610.65	98.53	2,227.40

۴- نتیجه گیری

با وجود تمام انتقادات نسبت به مقوله ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای اکوسیستمی و عدم اطمینان بسیاری که در مراحل انجام این مطالعات وجود دارد، نمی‌توان ضرورت این بررسی‌ها را انکار کرد. تصمیم‌گیری‌هایی که از ارزش‌های اکوسیستمی و اثرات جانبی منفی توسعه چشم‌پوشی کنند، می‌توانند منجر به تخریب محیط، پیامدهای اقتصادی منفی و کاهش رفاه شوند. در مقابل تصمیماتی که منافع اکوسیستم‌ها را مدنظر قرار می‌دهد می‌تواند سبب استمرار فعالیت‌های اقتصادی پایدار شود و تداوم کارکردهای اکوسیستمی را تضمین کند (Mosavi, ۲۰۱۱). بر اساس تحقیق حاضر در هر هکتار از اکوسیستم‌های مرتعی منطقه به طور متوسط ۰/۶۵ تن دی‌اکسیدکربن جذب می‌شود و میزان کربن جذب شده در مراتع ۰/۱۷ تن در هکتار برآورد گردید. مقایسه بین تیمارها نشان داد بیشترین میزان کربن جذب شده در هر هکتار از اراضی، مربوط به تیپ تاغکاری ۱۸ ساله (۰/۲۶ تن در هکتار) می‌باشد از طرفی کمترین میزان کربن جذب شده در هر هکتار آن مربوط به آتریپلکس کانسنس ۱۱ ساله (۰/۱۱ تن در هکتار) می‌باشد. اختلاف بین میزان کربن ذخیره شده در تیپ‌های گیاهی را می‌توان به عواملی چون

سن و میزان تولید سالانه مرتبط دانست (Andersson و همکاران، ۲۰۱۵). از طرفی Aradottir و همکاران (۲۰۰۰)، به عنوان یک اصل اعلام کردند که با افزایش سن گیاه، میزان زیتوده و کربن موجود در بخش گیاهی اکوسیستم افزایش می‌یابد. همچنین Li و همکاران (۲۰۰۶) و Nasri و همکاران (۲۰۱۶) به این نتیجه رسیدند که گونه‌های چوبی ارزش اقتصادی پنهان شده‌ای دارند که باید آشکار گردد از طرفی گیاهان بوته‌ای به دلیل ریشه عمیق و گسترده و زیتوده و لاشبرگ زیاد در واحد سطح، پتانسیل بیولوژیک بالایی در ترسیب کربن دارند و از لحاظ اقتصادی گونه‌هایی کم‌هزینه و مفید در امر احیای مراتع از دیدگاه ذخیره کربن می‌باشند. بیشترین ارزش سایه‌ای جذب کربن و تولید اکسیژن مربوط به تیمار آتریپلکس کانسنس ۲۶ ساله به ترتیب ۱۱۴۸/۲۰، ۲۸۵۲۱/۵۱ دلار می‌باشد. ارزش سایه‌ای گونه‌های مرتعی در سطح ۴۸۰ هکتاری قطعه چهار شهریار ۵۴۹۴۷/۴۲ دلار می‌باشد. رقم محاسبه شده به مراتب کوچکتر از مطالعات انجام شده در این مورد است. جدا از ماهیت مختلف اکوسیستم‌ها، علت نتایج متفاوت را می‌توان در تفاوت در نحوه محاسبه کربن ذخیره شده در این تحقیق پیدا کرد در واقع در این تحقیق فقط میزان رویش سالانه گیاه برای محاسبه ارزش اقتصادی مدنظر قرار گرفته است که با روش Mosavi (۲۰۱۱) و Yeganeh و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد درحالی که در برخی مطالعات دیگر (Agheli Kohne Shahri، Bostan؛ ۲۰۰۳ و همکاران، ۲۰۱۷؛ Amirnejad و Solout، ۲۰۱۷) میزان کربن ذخیره شده بیوماس گیاهی، لاشبرگ و خاک مدنظر قرار گرفته شده بود. محاسبات ارزش‌گذاری اقتصادی به جریان سالانه کارکردها در اکوسیستم می‌پردازد و نه به ذخایر منابع در سطح اکوسیستم. بدیهی است که ذخایر کربن خاک، به عملکرد پوشش گیاهی بستگی دارد که طی سالیان متمادی این کربن در لاشبرگ و سپس در خاک منطقه ذخیره می‌شوند.

نتایج نشان داد که مقدار اکسیژن تولید شده در سطح ۴۸۰ هکتاری عرصه مورد مطالعه برابر ۲۳۴/۵۵ تن می‌باشد. بررسی‌های انجام شده نشان داده است که هر ۲/۵ تن اکسیژن تولید شده نیاز سالانه ۸ نفر را تامین می‌کند (Zamolodchikov و همکاران، ۲۰۰۰)، بنابراین اکسیژن تولید شده توسط مراتع قطعه چهار شهریار نیاز روزانه ۷۵۰/۵۶ نفر را تامین می‌کند. مجموع ارزش تنظیم گازهای اکسیژن و کربن در مراتع قطعه چهار شهریار برابر ۲۳۱۷/۴۰ میلیون ریال برآورد شد. بنابراین با توجه به اینکه مراتع قابلیت بالایی در ترسیب کربن دارند، با مدیریت درست اکوسیستم‌های مرتعی و بهبود عملکرد و توان اکولوژیکی آنها می‌توان به ارزش اقتصادی تنظیم گازها پی‌برد این امر نقش مهم مراتع را به عنوان یکی از منابع تولید اکسیژن بیش از پیش مشخص می‌کند. نتایج برآورد ارزش اقتصادی کارکرد ذخیره کربن و تولید اکسیژن گونه‌های آتریپلکس کانسنس و تاغ در این تحقیق که از جمله گونه‌های غالب سازگار مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور محسوب می‌شوند، نشان‌دهنده ارزش بالای مراتع منطقه مورد مطالعه از جنبه ذخیره کربن و تولید اکسیژن می‌باشد. نتایج این پژوهش بر اهمیت مدیریت پایدار مراتع به‌عنوان راهکاری مؤثر در مقابله با تغییرات اقلیمی و کاهش گازهای گلخانه‌ای تأکید دارد. همچنین ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی می‌تواند ابزاری قدرتمند در اخذ تصمیم‌های کلان، جلب سرمایه‌گذاری و تدوین سیاست‌های حفاظتی باشد. با توجه به وسعت مراتع در ایران و نقش آنها در ترسیب کربن و تولید اکسیژن، تلفیق این ارزش‌ها در برنامه‌ریزی‌های ملی و محلی ضروری به نظر می‌رسد.

باتوجه به جایگاه مراتع خشک و نیمه خشک در ذخیره کربن بخش مهمی از کربن اتمسفر، برآورد توانمندی ذخیره کربن و تولید اکسیژن این مناطق و محاسبه ارزش ریالی آن می‌تواند گام مهمی برای مشخص کردن جایگاه این قبیل کارکردها در اقتصاد محیط زیست کشور همچنین آشنا کردن مسئولان و مردم از اهمیت آنها باشد. همچنین ارزش‌گذاری این خدمات می‌تواند به روند رایگان تلقی کردن آنها پایان دهد و از تخریب این منابع بکاهد و با وارد کردن این ارزش‌ها در محاسبات ملی انتظار می‌رود ارزش و جایگاه این خدمات در برنامه‌ریزی‌های زیست محیطی مورد توجه بیشتر مسئولان قرار گیرد که

این مهم با نتایج مطالعات محققانی مانند Mosavi (۲۰۱۱) و Yeganeh و همکاران (۲۰۱۵) مطابقت دارد. به علاوه این امکان در اختیار مسئولان مربوطه قرار می گیرد تا با در نظر گرفتن ارزش های ریالی بدست آمده و برنامه ریزی صحیح، ضمن حفظ سطح پوشش گیاهی مراتع و جلوگیری از روند بیابان زایی اراضی مرتعی میزان ترسیب کربن را افزایش دهند که این نتایج با نتایج مطالعه Pajot (۲۰۱۱) نیز مطابقت دارد. با توجه به اهمیت مسئله افزایش گازهای گلخانه ای و مشکلات ناشی از آن و همچنین تمایل مجامع بین المللی به سرمایه گذاری در زمینه کاهش دی اکسید کربن موجود در جو، گزارش توانمندی و ارزش اقتصادی این عرصه ها در ذخیره کربن می تواند راه حل مناسبی برای جلب سرمایه گذاری ها و اعتبارات لازم برای حفظ و استفاده پایدار از این مراتع باشد، Bادهیان و همکاران (۲۰۱۴) نیز در تحقیق خود به این نکته اشاره کرده اند. از آنجایی که منابع طبیعی محدود می باشند و نیازهای انسان در استفاده از این منابع به علت وجود عواملی مانند توسعه اقتصادی و افزایش جمعیت همواره رو به گسترش است، هر روز فشار بیشتری برای رفع نیازها بر اکوسیستم ها وارد می شود. نتایج ارزش اقتصادی کارکردهای مورد مطالعه در چشم انداز ۵۰ ساله، نشان از اهمیت این منابع در آینده دارد. بنابراین، این اکوسیستم ها را نمی توان کالایی فرض کرد که مدت زمان خاصی برای استفاده از آنها مدنظر باشد. اکوسیستم های مرتعی در صورت تخریب گسترده، قابل بازیابی نیستند و برای حفظ آنها و تضمین توسعه پایدار، اتخاذ استاندارد ظرفیت های استفاده ضروریست. با توجه به اینکه منابع طبیعی به تمامی نسل ها تعلق دارد و حفظ آنها برای نسل های آینده وظیفه ای همگانی است، از این رو منافع بلندمدت باید بر منافع کوتاه مدت ترجیح داده شود. بنابراین، این ضرورت اهمیت ارزش گذاری منابع زیست محیطی را دو چندان کرده است. [۴۰] مقایسه هزینه نهایی برآورد شده ذخیره کربن در سایت های مرتعی این پژوهش با هزینه ذخیره کربن در مناطق جنگلی که توسط [۳۷، ۳۵، ۳۳]، گزارش شده است، نشان می دهد هزینه ذخیره کربن در جنگل ها تقریباً ارزان تر از مراتع مورد مطالعه است، که دلیل آن ناشی از ذخیره کربن کم در واحد سطح مراتع نسبت به جنگل ها است که باعث می شود هزینه ذخیره کربن بالا رود و یکی دیگر از دلایل ارزان بودن ذخیره کربن در جنگل ها بالا بودن سودهای بدست آمده از محصولات جنگل مانند چوب یا سود خدمات اکولوژیک است، اما به دلیل سطح وسیع مراتع، نقش این اکوسیستم ها را در ذخیره کربن مهم ارزیابی می کنند.

کارکرد اکوسیستم مرتع از لحاظ تنظیم گازها که از پیامدهای غیرمحمولی و یا حتی غیرملمی برخوردار بوده و فواید ناشی از حفظ اکوسیستم های مرتعی که با تنظیم گازهای حیاتی و جلوگیری از مشکلات مربوط به گرم شدن کره زمین و افزایش انتشار گازهای گلخانه ای سروکار دارد دارای ابعادی بین المللی بوده و محاسبات اقتصادی آن نیز از برخی برآوردهای به عمل آمده در سطح جهان، پیروی می کنند. از این رو، محاسبات مربوطه با استناد به ارزش های برآوردی در سطح فراملی پایه ریزی می شوند. اطلاعات مکان دار در رابطه با ارزش کارکرد تنظیم گازها کمک شایانی به برنامه ریزان و تصمیم گیران سرزمین در ارتباط با انجام ارزیابی مکان دار و دقیق می کند که این در ممانعت از بروز بسیاری از خطاهای ناشی از یکسان پنداری عرصه و استفاده از برآوردهای میانگین موثر است. بنابراین لازمه انجام ارزش گذاری مکانی، دستیابی به آمار و اطلاعات به روز در زمینه منابع موجود است. در پایان، پیشنهاد می شود مطالعات آتی با در نظرگیری ذخایر کربن خاک و لاشبرگ، برآورد کامل تری از ارزش اقتصادی مراتع ارائه دهند و همچنین اثرات مدیریتی و تغییرات کاربری اراضی بر پویایی کربن مورد بررسی قرار گیرد.

۵- داده ها و اطلاعات

مبنای داده ها و اطلاعات مقاله حاضر، رساله های دکتری نویسندگان است.

۶- تعارض منافع

در این مقاله، تعارض منافع وجود ندارد و این مسأله مورد تأیید همه نویسندگان است.

۷- مشارکت نویسندگان

مشارکت نویسندگان در این مقاله به شرح زیر است:

مشارکت فاطمه آذریان، داده‌برداری، تفسیر و تحلیل داده‌های مقاله و ویرایش متن اولیه مقاله می‌باشد.
مشارکت احمد صادقی‌پور، نظارت و راهنمایی بر روند انجام پژوهش، داده‌برداری، بررسی و کنترل نتایج و ویرایش نهایی متن مقاله می‌باشد.

۸- اصول اخلاقی

نویسندگان، اصول اخلاقی را در انجام و انتشار این اثر علمی رعایت نموده‌اند و این موضوع مورد تأیید همه آنها می‌باشد.

۹- حمایت مالی

این مقاله حاصل نتایج بخشی از رساله دوره دکتری می‌باشد که تحت حمایت مالی دانشگاه سمنان در قالب گرنت دانشجوی و گرنت استاد راهنما انجام گردیده است.

۱۰- مراجع

1. Amirnejad, H. and Solout, A. (2017). Estimation of the economic valuation of gas regulation function by bamou national parks rageland ecosystem case study: Stabilization of Cabon Dioxide and Oxygen Supply. *Enviromental Research*, 15: 193 – 202.
2. Agheli Kohne Shahri, L. (2003). Calculatig the green tax and sustainability grade of national income. Phd thesis of Economics Science, Universirt of Tabriat Modarres.
3. Aradottir, A., Savarsdottir, L. Kristin, H. Jonsson, P. and Gudbergsson, G. (2000). Carbon accumulation in vegetation and solids by reclamation of degraded areas. *Icelandic Agricultural Sciences*, 13: 99 - 113.
4. Andersson, E., McPhearson, T. Kremer, P. Gomez – Baggethun. E, Haase, D. and Tuvendal, M. (2015). Scale and context dependence of ecosystem service providing units ecosystem service. 12, 157–164.
5. Amirnejad, H. (2005). Total economic value of northern forests of Iran with an emphasis of environmental - ecological valuation and conservative values. Phd Dissertation Tehran Iran, Agricultural Economics Group, Department of Agriculture, Tehran University, Iran.
6. Badehian, Z., Mashayekhi, Z. Zebardast, L. and Mobarghai, N. (2014). Estimation of carbon sequestration in forest stand pure and mixed *Fagus Orientalis* Case study: Noshahr, Kheyroud forest. *Journal of Environmental Research*, 9(5), 146-156.
7. Bostan, Y., Fatahi Ardakani, A. Fehrest Sani, M. and Sadeghinia, M. (2017). A pricing model for value of gas regulation function of natural resources ecosystems case study: sheikh musa rangeland. Mazandaran Province, Ira. *Journal of Rangeland Science*, 4, 464 – 480.
8. Carpenter, S., Mooney, H. Agard, D. Capistrano, R. DeFries, S. Diaz, T. Dietz, A. Duraiappah, A. and Oteng-Yeboah, H. Pereira, C. Perrings, W. Reid, J. Sarukhan, R. Scholes, J. and Whyte, A. (2009). Science for managing ecosystem services: beyond the millennium ecosystem assessment. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A*, 106, 1305–1312.
9. Derner, J. and Schuman, G. (2007). Carbon sequestration and rangelands: a synthesis of land management and precipitation effects. *Journal of Soil and Water Conservation*, 62(2), 77-85.
10. DCC. (2008). National greenhouse and energy reporting system. regulations policy paper. Department of Climate Change, Commonwealth of Australia, Canberra.

11. Dong, X., Yang, W. Ulgaiatl, S. Yan, M. and Zhang, X. (2012). The impact of human activities on natural capital and ecosystem services of natural pastures in North Xinjiang China. *Ecological Modeling*, 225, 28-39.
12. Fankhauser, S. (1994). A point estimates of the estimates of the economic damage from Global Warming. Center for social and economic researches on the global environment. CSERGE Discussion paper 92, University of East Anglia and University College London.
13. FAO. (2002). Agriculture in to world 2015-2030, Institute of Planning Research and Agricultural Economics, 259 p.
14. Guo, Z., Xiao, X. Gan, Y. and Zheng, Y. (2001). Ecosystem functions, services and their values- a case study in Xingshan County of China. *Ecological Economics*, 38, 141-154.
15. <http://www.cbi.ir/> (1/12/2020).
16. IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. (2005). IPCC special report on carbon Dioxide capture and storage. Prepared by Working Group III of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, Cambridge. Xingshan County of China. *Ecological Economics*, 38, 141-154.
17. Javadi Tabalvandani, R. M., Zehtabian, R. Gh. Ahmadi, H. Auobi, Sh. Jafari, M. and Alizadeh, M. (2010). The role of different land use on the soil carbon sequestration Case study: Nomeh Rod watershed basin of Noor city. *Natural Ecosystems of Iran*, 1(2):156-166. (In Persian).
18. Ko, Ch, H., Chaiprapat, S. Kim, H, L. Pejman, H. Hsu, Ch, Sh. and Leu, Y, Sh. (2017). Carbon sequestration potential via energy harvesting from agricultural biomass residues in Xingshan County of China. *Ecological Economics*, 38, 040-054.
19. Karimzadegan, H. (2011). Approaches to estimate the damages forests and rangelands in legal disputes. *Journal of Biological Sciences*. 5(4), 179-193. (In Persian).
20. Karimi, A., Bagherifam, S and Shayestehzeraat, H. (2015) Ability of Haloxylon in the deposition of soil organic carbon in the sand dunes of Sabzevar. *Journal of Soil Management and Sustainable Production* Volume Five, Number One.
21. Luciuk, G M., Bonneau, M A. Boyle, D M. and Vibery, E. (2000). Prairie farm rehabilitation. Administration paper, Carbon sequestration- Additional Environmental Benefits of forest in the PERA, 12-19.
22. Lal, R. (2004). Soil Carbon Sequestration to Mitigate Climate Change. *Geoderma*, 123. 1- 22.
23. Li, J., Ren, Z. and Zhou, Z. (2006). Ecosystem Services and Their Values: a Case Study in the Qinba Mountains of China. *Ecological Researches*, 21, 597 – 604
24. Ministry of Jihad Agriculturw. (2001). Synthesis report of Akhtarabad Shahriar Gorkan watershed consultation of the Vice Chancellor for Research, University of Tehran.
25. Mesdaghi, M. (1992). Management of Iranian s rangelands. Imam Reza university press. 259 p. (In Persian).
26. Mobarghai, N., Sharzehie, G. Makhdom, M. Yavari, A. and Jafari, H. (2009). The spatial valuation pattern of CO₂ absorption function in Caspian forests of Iran. *Jour. Environmental Studies*. 35 (50), 57-68. (In Persian).
27. Molaei, M. (2009). Economic and Environmental Valuation of Arasbaran Forests Ecosystem, Phd thesis of Tehran University, 193p. (In Persian)
28. Mosavi, S. A. (2011). Apt management of lands by designing a planning support system based on economic values of ecosystem functions (Case study: Mid-Taleghan sub-basin). Phd thesis of Tehran University. 318p. (In Persian)
29. McNeely, J.A. (1993). Economic incentives for conserving: lessons for Africa. *Ambio*. 22 (2-3), 144–150.
30. Moghadam, R.M. (12005). Ecology of terrestrial plants. University of Tehran Press. 701 P.
31. Nejadi, A., and Rahbar, F. (2012). Economic Valuation of Annual Carbon Sequestration Potential for woody and Shrubby Land Cover. *Journal of Environmental Science and technology*. 5 (5), 389 - 392.
32. Nasri, M., Ghorbani, M. Azarnivand, H. and Rafiee, H. (2016). Iranian Journal of Range Rafiee, and Desert Research. Economic valuation of stocked carbon function in arid and semi-arid rangelands case study: Malard District. 23 (2), 396 – 403
33. Pajot, G. (2011). Rewarding carbon sequestration in South-Western French forests: A costly operation? *Journal of Forest Economics*.

34. Shen, P., and Lukes, J. (2015). Impact of global warming on performance of ground source heat pumps in US climate zones, *Energy Conversion and Management*, 101, 632-43.
35. Stoffberg, G.H., Vanrooyen, M.W. Vanderlinde, M.J. and Groeneveld, H.T. (2010). Carbon sequestration estimates of indigenous street trees in the City of Tshwane, South Africa, *Urban Forestry and Urban Greening*. 9, 9-14.
36. Sheidai Karkaj, E., Barani, H. Akbarlou, M. Heshmati, G h. and Khormali, F. (2013) Economic evaluation and cost comparing of soil carbonsequestration in rangeland reclamation practices through plantation of *Agropyron elongatom* and *Atriplex lentiformis* case study: Chapr goymeh of Gonbad. *Journal of Soil and Water Conservation*. 20(1).
37. Varamesh, S., Hosseini, S.M. Abdi, N. and Akbarinia, M. (2010). Increment of soil carbon sequestration due to forestation and its relation with some physical and chemical factors of soil. *Iranian Journal of Forest*. 2(1): 25-35. (In Persian)
38. Wang, Herbert, F. (2017). *Theory of linear poroelasticity with applications to geomechanics and hydrogeology* (Princeton University Press).
39. Yakhshaki, A. (1977). *An introduction on national and forest parks of Iran*. Tehran University press. 148 p. (InPersian)
40. Yeganeh, H., Azarnivand, H. Salehi, I. Arzani, H. and Amirnejad, H. (2015). Estimation of economic value of the gas regulation function in rangeland ecosystems of Taham watershed basin. *Journal of Rangeland*. 9 (2), 120-128.
41. Yu, J., Xie, H. L. Li, J. R. Yuguang Ma, J. Seminario, M . and Balbuena, P. (2017). CO₂ capture and separations using MOFs: computational and experimental studies. *Chemical reviews*, 117, 9674-754.
42. Zamolodchikov, D. G., Korovin, G. N. and Utkin , A. I. (2000). Mitigation potential for carbon sequestration through forestry activities in Russia. Internet. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 6, 213-232.