



Evaluation and Analysis of Studies Focused on Economic Valuation of Soil Conservation Function of Plant Cover in Rangeland Ecosystems

M. Mofidi chelan *  and R. Mohammadlou

Associate Prof., Department of Range and Watershed Management, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran. m.mofidi@urmia.ac.ir

Ph.D. Student in Watershed Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, Urmia University, Urmia, Iran. Roghayehmohamadlou@gmail.com

Article Info

Review Article

Received: April 14, 2025

Accepted: October 12, 2025

Keywords: Soil conservation function, Soil erosion, Economic Valuation Methods, Functions of Vegetation

Corresponding author's email: m.mofidi@urmia.ac.ir

Abstract

While soil erosion poses serious threats to global food security and the environment, vegetation in rangeland ecosystems counteracts the process by playing a key role in soil conservation. The present meta-analysis of economic valuation studies of soil conservation function of vegetation in rangeland ecosystems of Iran uses descriptive and meta-analytical methods to investigate the economic value of the soil conservation function of vegetation in Iranian rangeland ecosystems. For this purpose, the relevant literature published from 2003 to 2023 were solicited to extract data on soil erosion estimation and the economic valuation of these ecosystems from a soil conservation perspective. The results revealed that the methods employed to estimate average soil erosion in the studied regions included PSIAC, MPSIAC, EMP, RUSLE, and IRIF. Moreover, average soil erosion rates in the studied areas were found to range from 1.15 to 42.52 tons per hectare. Additionally, such methods as replacement cost, opportunity cost, direct valuation, and risk cost avoidance were found to have been used for the valuation of soil conservation function in rangeland ecosystems. The results indicate that the estimated erosion rates vary across the studies reviewed depending not only on the climatic and environmental conditions of the respective study regions but also on the methods employed, which collectively and ultimately lead to differences in the economic value per hectare of the soil conservation function of rangeland ecosystems. Another factor contributing to differences in the economic value estimations of the soil conservation function of these ecosystems involves price variations over the study years. It may also be noted that economic valuation of soil conservation services provided by rangeland vegetation is affected by the following nine principal constraints: methodological standardization gaps, challenges facing quantification of ecosystem services, climate variability effects, unsustainable land use conversion patterns, inadequate financial mechanisms, competing stakeholder agendas, regulatory implementation deficiencies, arid zone data paucity, and systematic disregard for traditional ecological knowledge. A set of key measures may be proposed for enhancing the impacts of soil conservation function of rangeland ecosystems; these include training and raising public awareness, strengthening local community participation, developing new technologies, formulating incentive policies, and reinforcing laws and regulations.

Cite this article: Mofidi chelan, M. Mohammadlou, R., 2025. Evaluation and Analysis of Studies Focused on Economic Valuation of Soil Conservation Function of Plant Cover in Rangeland Ecosystems. *Journal of land Management*, 13(2), PP.249-263.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.369102.384>



ارزیابی و تحلیل مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی

مرتضی مفیدی چلان*  و رقیه محمدلو

دانشیار گروه مرتع و آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. m.mofidi@urmia.ac.ir

دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران. roghayehmohamadlou@gmail.com

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مروری	
دریافت: ۱۴۰۴/۱/۲۵	
پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۲۰	
واژه‌های کلیدی:	
کارکرد حفاظت خاک، فرسایش خاک، روش‌های ارزش‌گذاری اقتصادی، کارکردهای پوشش گیاهی	فرسایش خاک به عنوان چالشی جدی، امنیت غذایی و ثبات محیط‌زیست جهانی را تهدید می‌کند. در این میان، پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی نقش کلیدی در حفاظت از خاک ایفا می‌کند. این مطالعه با هدف انجام یک فراتحلیل از مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی ایران انجام شد. با استفاده از رویکرد توصیفی-تحلیلی و با بررسی نظام‌مند مطالعات منتشر شده در بازه زمانی ۱۴۰۲-۱۳۸۲، داده‌های مربوط به برآورد فرسایش و ارزش اقتصادی ناشی از عملکرد حفاظتی پوشش گیاهی استخراج و تجمیع گردید. یافته‌ها نشان داد که مدل‌های مختلفی از قبیل <i>PSIAC</i> ، <i>MPSIAC</i> ، <i>RUSLE</i> ، <i>EMP</i> و <i>IRIF</i> برای برآورد فرسایش خاک به کار رفته‌اند که دامنه‌ای از ۱/۱۵ تا ۴۲/۵۲ تن در هکتار در سال را نشان می‌دهند. برای ارزش‌گذاری اقتصادی نیز از روش‌هایی نظیر هزینه جایگزین، هزینه فرصت، ارزش‌گذاری مستقیم و اجتناب از هزینه خطر استفاده شده است. نتایج گویای آن است که تفاوت در شرایط اکولوژیک، روش‌های برآورد فرسایش و همچنین تغییرات قیمت‌ها در طول زمان، منجر به برآوردهای متفاوتی از ارزش اقتصادی حفاظت خاک در هر هکتار شده است. از جمله چالش‌های اصلی شناسایی‌شده در این حوزه می‌توان به عدم استانداردسازی روش‌های ارزش‌گذاری، محدودیت در کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی، تأثیر تغییرات اقلیمی، توسعه کاربری‌های ناسازگار، کمبود مشوق‌های اقتصادی، تعارض منافع ذینفعان، ضعف در اجرای قوانین، کمبود داده‌های میدانی به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک و همچنین نادیده گرفته شدن دانش بومی اشاره نمود. به منظور افزایش حفظ کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی، مجموعه‌ای از اقدامات کلیدی شامل آموزش و آگاهی‌سازی عمومی، تقویت مشارکت جوامع محلی، توسعه فناوری‌های نوین، تدوین سیاست‌های تشویقی و تقویت قوانین و مقررات پیشنهاد می‌شود.

استناد: مفیدی چلان، مرتضی و محمدلو، رقیه، ۱۴۰۴. ارزیابی و تحلیل مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی. نشریه علمی مدیریت اراضی، ۱۳ (۲)، صص ۲۴۹-۲۶۳.



DOI: <https://doi.org/10.22092/lmj.2025.369102.384>

مقدمه

منابع طبیعی، بستر حیات و توسعه پایدار کشور و پشتوانه بخش کشاورزی محسوب می شود و نقش آن در تولید و حفظ خاک، تأمین غذا، تولید اکسیژن و تلطیف هوا و غیره بر کسی پوشیده نیست. یکی از زیر بخش های مهم منابع طبیعی مراتع هستند که اهمیت فراوانی در حفظ آب و خاک هر کشور دارد. بر این اساس با درک این واقعیت که منابع طبیعی موجود در کشور ما محدود بوده و روند تجدیدپذیری آن به کندی صورت می پذیرد و یا گاه به دلیل میزان تخریب غیرقابل احیاء می شود از این رو ضرورت بهره برداری پایدار و مدیریت علمی منابع طبیعی، به ویژه مراتع، در فرایند توسعه پایدار از اهمیت و جایگاه ویژه ای برخوردار است. این ضرورت ایجاب می کند که بهره وری و رشد بخش منابع طبیعی، به خصوص مراتع، در برنامه های توسعه ای به طور مستمر ارتقا یابد. به عبارتی پایداری در مدیریت منابع طبیعی و حفظ آن از شروط اساسی برای رسیدن به توسعه پایدار کشاورزی و روستایی است.

اکوسیستم های طبیعی و نیمه طبیعی دارای خدمات مستقیم و غیرمستقیم بسیاری هستند که برآورد ارزش اقتصادی خدمات و کارکردهای مختلف آن ها می تواند گامی در جهت نگاه بانی و مدیریت کارا باشد. خاک به عنوان یک منبع طبیعی ارزشمند است که کیفیت آن به طور جدی با کیفیت زندگی انسان ارتباط دارد (Skouti, 2022). حفظ خاک تأثیرات مثبت زیادی بر امنیت غذایی، حفظ منابع آب، کاهش آلاینده های آب، ذخیره گاه کربن و حتی بر آب و هوای جهانی دارد. از نظر اقتصادی، کشورهای در حال توسعه به دلیل کمبود منابع برای کنترل فرسایش خاک نیازمند توجه بیشتری هستند. در طول زمان، خاک به دلیل عوامل محیطی و انسانی تحت تأثیر قرار می گیرد. این تخریب ممکن است به صورت فرسایش، تخریب خاکدانه ها، کاهش حاصلخیزی خاک، تولید رسوب و اثرات دیگر درون و برون منطقه ای رخ دهد (Mohamdlou et al., 2023). یکی از کارکردهای غیر علوفه ای پوشش گیاهی در مراتع، حفاظت

از خاک و پیشگیری از فرسایش است (Rastgar et al., 2016). در حال حاضر فرسایش خاک به یک مسئله جهانی تبدیل شده و اهمیت آن برای محیط زیست و اقتصاد کشورها رو به افزایش است (Angima et al., 2003). همچنین فرسایش خاک یک تهدید جدی برای مواد غذایی مورد نیاز گیاه بوده و حاصلخیزی خاک را کاهش می دهد و در نتیجه از میزان تولید و کیفیت محصول کاسته می شود (Telles et al., 2011). فرسایش خاک می تواند اثر مستقیم بر کاهش حاصلخیزی خاک، هدررفت مواد آلی و عناصر غذایی از جمله نیتروژن، فسفر، پتاسیم و مواد آلی (Hein, 2007) و در نتیجه به کاهش باروری خاک منجر شود. فرسایش خاک سطحی در طولانی مدت باعث کاهش عمق خاک، کاهش گنجایش رطوبت، هدررفت مواد آلی و عناصر غذایی می شود و در نتیجه، باعث کاهش باروری خاک می گردد (Lal, 1998). هرچند در کشورهای پیشرفته تلاش هایی برای حفاظت از خاک انجام شده است، اما هنوز نیاز به توجه بیشتر در این زمینه وجود دارد چرا که در این مناطق کشاورزان منابع کافی برای انجام شیوه های کنترل فرسایش ندارند و در نتیجه خطرات فرسایش خاک هم چنان روبه افزایش است (Mohamdlou et al., 2023). گزارش ها نشان می دهد مهار فرسایش در مناطق با بازسازی پوشش گیاهی روشی کارآمدتر و کم هزینه تر است (Gomide et al., 2014). هرچند فرسایش خاک در زیست بوم های طبیعی به صورت بسیار کند اتفاق می افتد، اما اثرات تجمعی آن بر کیفیت خاک در بلندمدت اهمیت زیادی دارد و پس از گذشت سال ها می تواند موجب از بین رفتن مقادیر قابل توجهی از خاک شود. بر اساس آمارهای ارائه شده، سالانه در مقیاس جهانی نزدیک به ۷۵ میلیارد تن خاک سطحی در اثر فرسایش از بین می رود (et al., 2008; Davoudi et al., 2024 Dabral). در تحقیقی دیگر توسط (Lal, 2001) گزارش شده است سالانه حدود ۱۰ میلیون هکتار از اراضی کشاورزی جهان به دلیل فرسایش تخریب می شوند. طی ۴۰ سال گذشته، تقریباً درصد از اراضی کشاورزی در سطح جهان به دلیل فرسایش

از باروری خود دست داده‌اند و به اراضی غیر قابل کشت و رها شده تبدیل شده‌اند (Pimentel and Burgess, 2013).

بر اساس برآوردهای انجام‌شده، میزان فرسایش خاک در کشور حدود یک میلیارد تن در سال است (Arabkhedri, 2009). تخریب سرزمین منجر به پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی نامطلوبی در بهره‌وری و توزیع درآمد می‌شود که ممکن است در اقتصاد ملی، فراملی و توسعه پایدار و متوازن بخش کشاورزی نقش مهمی ایفا کند. به همین دلیل، برآورد هزینه‌های تخریب سرزمین و فرسایش خاک از مواردی است که توجه محققان اقتصاد کشاورزی و محیط‌زیست را به خود جلب کرده است (Randhir, 2007). همواره محققین فرسایش خاک و ارزش‌گذاری کارکرد اکوسیستم‌های مرتعی در حفاظت از خاک را مورد توجه قرار داده و پژوهش‌های بسیاری در خصوص فرسایش خاک و تأثیر آن بر اکوسیستم‌های کشور و در نهایت ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی به انجام رسانده‌اند. حجم عظیمی از منابع مالی و انسانی صرف پژوهش درباره آن شده است گرچه به نظر می‌رسد این پژوهش‌ها در تصمیم‌گیری نهایی در ارتباط با میزان فرسایش و عوامل مؤثر بر آن و همچنین نقش اکوسیستم‌های مرتعی در کنترل فرسایش در سطح کشور چندان موفق نبوده‌اند یکی از دلایل اساسی آن این است که نتایج حاصل از این پژوهش‌ها به‌طور منسجم در کنار هم نیامده است. درواقع علی‌رغم تحقیقات گسترده‌ای که در حوزه فرسایش خاک و ارزش‌گذاری کارکرد اکوسیستم‌های مرتعی در حفاظت از خاک کشور انجام‌شده، به دلایلی چون پراکندگی در نتایج به‌دست‌آمده و فقدان یک چهارچوب نظری منسجم در جهت تحلیل این نتایج، عملیاتی نبودن پیشنهادها و راهکارهای ارائه‌شده، ابهام نظری و روش‌شناختی این تحقیقات که غالباً تحت عنوان وسیله‌ای برای رسیدن به یک هدف موردنظر (مدرک تحصیلی در پایان‌نامه‌ها، مواهب مادی در طرح‌های پژوهشی و...) انجام شده است، نتایج این تحقیقات در

برنامه‌ریزی‌ها، رفع مسائل و مشکلات مراتع به‌طور مطلوبی قابل کاربرد نیست، در این راستا، نقش موانعی چون عدم تمایل مسئولین و برنامه‌ریزان در استفاده از نتایج تحقیقات در حل مشکلات مراتع نیز بیشتر روشن می‌گردد. در حقیقت ضرورت و اهمیت این مطالعه از آنجا ناشی می‌شود که برای نخستین بار، تلاشی ساختارمند در راستای تجمع، یکپارچه‌سازی و تحلیل نظام‌مند نتایج تحقیقات انجام‌شده در زمینه ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک در اکوسیستم‌های مرتعی کشور صورت می‌گیرد. چنین مطالعه‌ای، نه‌تنها می‌تواند تصویری جامع و روشن از وضعیت پژوهش‌های گذشته ارائه دهد، بلکه با شناسایی شکاف‌ها و نواقص پژوهشی، مسیر پژوهش‌های آینده را نیز هموار خواهد ساخت. اهمیت این پژوهش در آن است که می‌تواند به تولید دانش کاربردی، تدوین راهبردهای اجرایی و بهینه‌سازی سیاست‌گذاری‌های مربوط به حفاظت از منابع خاک و مراتع کشور کمک شایانی نماید. از سوی دیگر، این مطالعه با ارائه چارچوبی روش‌شناختی و تحلیلی، برای اساتید، دانشجویان و پژوهشگران نیز فرصتی فراهم می‌آورد تا با درک دقیق‌تری از وضعیت حوزه مطالعاتی مزبور، در جهت ارتقای سطح علمی و اثربخشی تحقیقات آینده گام بردارند. فایده دیگر نتایج این‌گونه تحقیقات استفاده از آن‌ها در نظام آموزشی و دانشگاهی است. اطلاعات ناشی از موقعیت یک حوزه مطالعاتی در جامعه می‌تواند مورد توجه استادان و دانشجویان قرار گیرد و برای غنی‌سازی متون درسی مفید باشد و دانشجویان با آشنا شدن با نقاط ضعف حوزه مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی می‌توانند در جهت پیشبرد آن تلاش کنند؛ بنابراین هدف اصلی این تحقیق ارزیابی و تحلیل تحقیقات انجام‌شده در ایران در زمینه ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی در سطح کشور است.

مواد و روش‌ها

روش تحقیق در این مطالعه، از نوع توصیفی و تحلیلی است. ابتدا جستجو در پایگاه‌های داده علمی (مانند Scopus, Web of Science, ScienceDirect, Google Scholar و پایگاه‌های داخلی همچون (Sid, Magiran) با استفاده از کلیدواژه‌های مرتبط (مانند "ارزش اقتصادی حفاظت خاک"، "ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع"، "مدل‌های برآورد فرسایش خاک"، "روش‌های ارزش‌گذاری"، "پوشش گیاهی مراتع"، "خدمات اکوسیستمی خاک"، و معادل‌های انگلیسی آن‌ها) انجام شد. سپس، مطالعات بر اساس معیارهای شمول و رد (سال انتشار، منطقه جغرافیایی، روش‌شناسی و شاخص‌های اقتصادی) غربالگری شدند؛ بنابراین با توجه به اهداف مورد بررسی در تحقیقات صورت گرفته، منطقه‌ای که تحقیق در آنجا انجام شده و همچنین در دسترس بودن تحقیقات، مقاله‌های چاپ‌شده در مقالات علمی پژوهشی در بازه زمانی (۱۳۸۲-۱۴۰۲) انتخاب شده و مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله بعد، داده‌های کیفی و کمی از مطالعات منتخب شامل: روش‌های ارزش‌گذاری، مقادیر اقتصادی گزارش شده و عوامل مؤثر بر نتایج استخراج گردید، در نهایت، یافته‌ها به صورت تحلیل نقاط قوت، ضعف و شکاف‌های تحقیقاتی ارائه شدند و با توجه به نتایج، راهکارهایی در جهت بهبود این مطالعات پیشنهاد گردید. این مطالعه به عنوان نخستین تحلیل در این حوزه، چارچوبی برای تصمیم‌گیری‌های اقتصادی و زیست‌محیطی فراهم می‌کند.

نتایج

تحلیل مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک

پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی در ایران

نتایج بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات مربوط به فرسایش خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی در اکثر نقاط کشور به مرحله انجام رسیده است اگرچه این مطالعات با عناوین، فرضیه‌ها و اهداف متفاوتی صورت گرفته است.

مقاله‌ای که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفتند در چندین استان کشور (البرز، مازندران، زنجان، چهارمحال و بختیاری، لرستان، کرمانشاه، خراسان جنوبی، ایلام، استان مرکزی، گلستان) صورت گرفته‌اند. بر اساس ارزیابی مطالعات انجام شده؛ روش‌های مورد استفاده برای برآورد میانگین فرسایش خاک در مناطق مورد مطالعه شامل IRIF، RUSLE، EMP، MPSIAC، PSIAC است. همچنین میانگین فرسایش خاک از مقدار ۱/۱۵ تن در هکتار الی ۴۲/۵۲ تن در هکتار در مناطق مورد مطالعه گزارش شده است. تحلیل مطالعات انجام شده نشان می‌دهد از روش‌های هزینه جایگزین (Bakhteyari et al., 2009), (Nour et al., 2013), (Mobarghei et al., 2010), (Panahi et al., 2014), (Mousavi et al., 2014), (Jafarzadeh et al., 2007), و اجتناب از هزینه خطر برای ارزش‌گذاری کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی استفاده شده است. بررسی نتایج نشان می‌دهد در مطالعات مختلف میزان فرسایش برآورد شده بر اساس شرایط اقلیمی و محیطی و همچنین روش مورد استفاده متفاوت است که در نهایت منجر به تفاوت در میزان ارزش اقتصادی هر هکتار از کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی شده است. از طرفی تفاوت قیمت در سال‌های مختلف مطالعات انجام شده یکی دیگر از عوامل ارزش اقتصادی متفاوت کارکرد حفاظت خاک این اکوسیستم‌ها است. به عبارتی عواملی مانند شدت فرسایش خاک، نوع پوشش گیاهی، تراکم گیاهی و شرایط اقتصادی-اجتماعی منطقه تأثیر قابل توجهی بر ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی داشته‌اند. در مناطقی که پوشش گیاهی به دلیل فعالیت‌های انسانی یا تغییرات اقلیمی در معرض تهدید قرار دارد، ارزش حفاظت خاک به طور قابل توجهی افزایش یافته است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که ارزش اقتصادی حفاظت خاک در مناطق مختلف بر اساس نوع اقلیم متفاوت است. به عنوان مثال، در مناطق خشک و نیمه‌خشک که خطر فرسایش خاک بیشتر است، ارزش حفاظت خاک توسط پوشش گیاهی به طور قابل توجهی

بالاتر برآورد شده است. در مقابل، در مناطق مرطوب و جنگلی، این ارزش به دلیل پایداری بیشتر خاک و پوشش گیاهی متراکم، کمتر است. همچنین نتایج بیانگر این است که پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی نقش اساسی در حفاظت از خاک ایفا می‌کند. این پوشش با ایجاد لایه‌ای حفاظتی، از فرسایش خاک جلوگیری کرده و به حفظ ساختار و کیفیت آن کمک می‌کند. ریشه‌های گیاهان نیز به تثبیت خاک و جلوگیری از جابه‌جایی ذرات آن به‌ویژه در مناطق شیب‌دار کمک می‌کنند. همچنین، پوشش گیاهی با

کاهش انرژی ضربه‌ای باران و بهبود نفوذپذیری خاک، از رواناب آب جلوگیری کرده و به افزایش ذخیره آب و رطوبت خاک کمک می‌کند. این عوامل به بهبود کیفیت خاک و افزایش فعالیت میکروبی آن منجر می‌شوند و در نهایت به پایداری اکوسیستم‌های مرتعی کمک می‌کنند؛ بنابراین، توجه به این کارکردها در برنامه‌ریزی‌های مدیریتی و حفاظتی ضروری است و برای ارزش‌گذاری اقتصادی این کارکردها، نیاز به بررسی ابعاد پیچیده‌تری وجود دارد (Lal, 2003; Pimentel et al., 1995; Doran and Parkin, 1994; Bardgett and van der Putten 2014).

جدول ۱- مطالعات انجام‌شده برای ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات حفاظت خاک در اکوسیستم‌های مرتعی ایران
Table 1 – Review of studies on the economic valuation of soil conservation services in Iran's rangeland ecosystems

نویسندگان	منطقه مورد مطالعه	میزان فرسایش (تن در هکتار)	ارزش اقتصادی هر هکتار مرتع به ریال	روش ارزش‌گذاری اقتصادی	روش اندازه‌گیری
پناهی و همکاران ۱۳۸۶	خیروود کنار و سفارود مازندران	۱/۱۵	۹۶/۲ میلیون ریال در هکتار	هزینه فرصت	PSAIC
بختیاری و همکاران ۱۳۸۸	سبزکوه در چهارمحال و بختیاری	۶/۸	۹۹۶ هزار ریال در هکتار	هزینه جایگزین	EMP
میرقی ۱۳۸۹	جنگل‌های خرسی	۱۱/۴۱	۲۵۲ هزار ریال در هکتار	هزینه جایگزین	MPSAIC
نور و همکاران ۱۳۹۲	خرم آباد	۲۵/۴۲	۶۰۳۰۴۷	هزینه جایگزین	MPSAIC
موسوی ۱۳۹۰			۱۵۹۹۵/۲		
موسوی و همکاران ۱۳۹۳	حوزه طالقانی میانی	-	۸۹۱۵۲ هزار ریال	هزینه جایگزین	EMP
یگانه بدرآبادی و همکاران ۱۳۹۴	تهم زنجان	-	۸۶/۷ هزار ریال	هدونیک	EMP
یگانه و همکاران ۱۳۹۵	تهم زنجان	۲/۷	۱۰۴ هزار	هزینه جایگزین	EMP
رستگار و همکاران ۱۳۹۵	نورود استان مازندران	۲/۰۴	۲۳۰۰۸۴/۴ هزار	کاهش بهره‌وری علوفه	RUSLE
قاسمی و همکاران ۱۳۹۵	خراسان جنوبی	۱۱/۷۷	۶۱۲۰۷/۴۱	هزینه جایگزین	IRIFR
بهجو و همکاران ۱۳۹۵	شیمبار	۱۱۸/۴	۲۸۳۰۶۴۶۵	هزینه جایگزین	EMP
بارانیان کبیر ۱۳۹۶	فریدون شهر اصفهان	۱۴/۲۹۸	۳۸/۲۰ میلیون ریال	هزینه جایگزین	MPSAIC
جعفرزاده و همکاران ۱۳۹۸	مراتع زاگرسی ایلام	۷/۵ تا ۸/۵	۲۱ میلیون ریال	ارزش‌گذاری مستقیم	EMP
بستان ۱۳۹۷	شیخ موسی شهرستان بابل	۱۱/۱۵	۱۸۰۰۶۵۲/۸	هزینه جایگزین	PSAIC
فارسی و همکاران ۱۳۹۹	حوزه آبخیز کچیک	۷/۹۴	۲/۸۴ میلیون ریال	هزینه جایگزین	RUSLE
مدبری و همکاران ۱۴۰۰	نوزیان خرم آباد	۵۲/۴۲	۳۲۸/۴۷	هزینه جایگزین	MPSAIC
اسعدی و همکاران ۱۴۰۲	البرز مرکزی	۱۵/۵	۶۰۳۰۶/۵	هزینه جایگزین و هزینه فرصت	-
شهبازی و همکاران ۱۴۰۴	حوزه آبخیز کلاشک، شهرستان گیلانغرب	۱۳/۸۵	۷۸۴/۲۴۷	هزینه جایگزین	-

تحلیل مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت

خاک پوشش در دنیا

ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی به‌عنوان یکی از خدمات کلیدی اکوسیستم‌های طبیعی، در دهه‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران و سیاست‌گذاران جهانی قرار گرفته است. در تحقیقی توسط Ward و همکاران (۲۰۰۹) تأثیر تغییرات

اقلیمی و کاربری اراضی بر تولید رسوب معلق در حوضه آبریز رودخانه موز بررسی شد. نتایج نشان داد که تخریب پوشش گیاهی و تغییرات اقلیمی موجب افزایش فرسایش خاک می‌شود. در این راستا، ارزش عملکرد حفاظتی اکوسیستم در حفظ عناصر غذایی و جلوگیری از فرسایش، با استفاده از روش هزینه فرصت از دست‌رفته، حدود ۸۰۰ دلار در هکتار برآورد شد. این پژوهش بر اهمیت اقتصادی

حفظ پوشش گیاهی و مدیریت پایدار سرزمین تأکید دارد. همچنین Sun و همکاران (۲۰۱۸) در پژوهشی به ارزیابی خدمات حفاظت از خاک در منطقه فلات تبت پرداختند. آن‌ها ارزش اقتصادی این خدمات را از جنبه‌های مختلف بررسی کردند و گزارش کردند حفظ مواد مغذی خاک حدود ۰/۱۹۸ میلیون یوان، جلوگیری از تخریب زمین‌های بایر ۲۵۵۰ میلیون یوان و سود اقتصادی حاصل از کاهش رسوبات ۷۴/۴ هزار یوان ارزش اقتصادی دارد. در پژوهشی دیگر Caffera و همکاران (۲۰۱۹) با استفاده از تحلیل داده‌های مربوط به ۳۵۶۳ مزرعه کشاورزی معامله‌شده در اروگوئه طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴، با استفاده از روش قیمت‌گذاری هدونیک به برآورد قیمت ضمنی فرسایش خاک پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که فرسایش خاک تأثیری منفی و معنادار بر ارزش اقتصادی زمین‌های کشاورزی دارد، به‌طوری‌که هر افزایش یک‌درصدی در تلفات خاک سطحی با کاهش ۰/۲۲ درصدی در قیمت هر هکتار زمین همراه بوده است. این کاهش، با در نظر گرفتن میانگین قیمت زمین، معادل زیانی حدود ۷/۷ دلار به ازای هر هکتار برآورد شده است. در این راستا Fayas و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی با هدف برآورد میزان فرسایش خاک و اولویت‌بندی اقدامات کنترل فرسایش در یک حوضه آبریز بزرگ در کشور سریلانکا گزارش دادند میزان فرسایش سالانه در این حوضه بین صفر تا ۱۰۳/۷ تن در هکتار در سال متغیر بوده و میانگین فرسایش سالانه برابر با ۱۰/۹ تن در هکتار برآورد گردید. همچنین، حدود ۷۰ درصد از سطح حوضه در محدوده‌ی شدت فرسایش کم تا متوسط قرار دارد. Addis و همکاران (۲۰۲۰) در پژوهشی به تحلیل هزینه-فایده اقدامات حفاظت آب‌و خاک در یک حوضه آبریز کشاورزی واقع در ارتفاعات شمالی اتیوپی پرداختند. نتایج مطالعه نشان داد که مجموع مزایای حاصل از این اقدامات از جمله افزایش عملکرد محصولات، کاهش مصرف آهک و کاهش میزان نیتروژن و رسوب حدود ۸۰۹/۴۲ دلار برآورد شده است. در نهایت Costea و همکاران (۲۰۲۲) هزینه‌های اقتصادی فرسایش خاک در

حومه شهر جیو در رومانی را با استفاده از روش قیمت‌گذاری هدونیک بررسی کردند. این پژوهش با استفاده از مدل جهانی هدررفت خاک و داده‌های کاربری اراضی، کاهش ارزش بازار زمین‌ها را به‌عنوان شاخصی از خسارت ناشی از فرسایش برآورد کرد. نتایج نشان داد که در منطقه‌ای به وسعت حدود ۱۴ هزار هکتار، فرسایش خاک موجب زیانی معادل ۴۶ هزار یورو شده است که بخش عمده آن به اراضی باغی اختصاص داشت. بررسی نشان می‌دهد ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی حفاظت خاک توسط پوشش گیاهی در کشورهای مختلف با توجه به شرایط اقلیمی، نوع اکوسیستم‌ها و روش‌های محاسبه متفاوت است. در ایالات متحده، برنامه‌هایی مانند Environmental Quality Incentives Program (EQIP) سالانه میلیون‌ها دلار برای تشویق کشاورزان به استفاده از روش‌های حفاظت خاک (مانند کشت بدون شخم و کشت پوششی) هزینه می‌کنند. مطالعات نشان می‌دهند که این روش‌ها می‌توانند سالانه ۱۰۰ تا ۵۰۰ دلار در هکتار از هزینه‌های ناشی از فرسایش خاک بکاهند (Hansen et al., 2008). در کشورهایی مانند ایتالیا و آلمان، ارزش حفاظت خاک با روش‌هایی مانند کشت پوششی و کاهش شخم محاسبه شده است. برآوردها نشان می‌دهد که این روش‌ها می‌توانند سالانه ۵۰ تا ۲۰۰ یورو در هکتار از هزینه‌های ناشی از کاهش حاصلخیزی خاک جلوگیری کنند (Tepes et al., 2021). در کشورهای درحال توسعه تأکید بر معیشت و امنیت غذایی است به‌عنوان مثال در کشورهای هند و اندونزی مطالعات نشان می‌دهند که فرسایش خاک سالانه ۰/۱ درصد از GDP این کشورها را کاهش می‌دهد. در مناطق کشاورزی فقیر، ارزش اقتصادی حفاظت خاک می‌تواند معادل ۲۰۰ تا ۵۰۰ دلار در هکتار در سال باشد (Rashmi et al., 2022).

چالش‌های حفاظت خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی
کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های

مرتعی

✓ چالش‌های فنی و روش‌شناختی

- **عدم استانداردسازی روش‌های ارزش‌گذاری:** مطالعات موجود از رویکردهای متنوعی مانند روش هزینه جایگزینی (برآورد هزینه‌های جایگزینی مواد مغذی ازدست‌رفته)، روش ارزش‌گذاری مشروط (سنجش تمایل به پرداخت جوامع محلی) و روش هزینه فرصت (محاسبه درآمدهای ازدست‌رفته ناشی از حفاظت) استفاده می‌کنند. این تنوع روش‌شناختی نه تنها باعث می‌شود نتایج مطالعات مختلف غیرقابل مقایسه باشند، بلکه تفسیر جامع یافته‌ها را نیز با مشکل مواجه می‌سازد (Magalhães Filho et al., 2021). به عنوان مثال، ارزش حفاظت خاک یک اکوسیستم مرتعی خاص ممکن است در مطالعه‌ای با روش هزینه جایگزینی رقم بسیار متفاوتی نسبت به مطالعه‌ای با روش ارزش‌گذاری مشروط نشان دهد. این ناهمخوانی‌ها تصمیم‌گیری سیاستی را دشوار کرده و امکان تهیه برنامه‌های حفاظتی یکپارچه در سطح بین‌المللی را کاهش می‌دهد. از این رو، نیاز مبرمی به توسعه چارچوب‌های استاندارد ارزش‌گذاری که هماهنگی بیشتری بین مطالعات مختلف ایجاد کند، احساس می‌شود.

- **محدودیت در کمی‌سازی خدمات اکوسیستمی:** در حالی که برخی خدمات مستقیم مانند جلوگیری از فرسایش خاک تا حدی قابل اندازه‌گیری هستند، بسیاری از کارکردهای حیاتی و پیچیده‌تر پوشش گیاهی نظیر نقش آن در چرخه مواد مغذی خاک (نیتروژن، فسفر، پتاسیم)، تنظیم فعالیت میکروارگانیسم‌های خاکری و بهبود ساختار فیزیکی خاک به سختی قابل ارزش‌گذاری اقتصادی هستند (Costanza et al., 2014). این محدودیت ناشی از چند عامل است: اولاً پیچیدگی روابط اکولوژیکی بین پوشش گیاهی و ویژگی‌های خاک که درک کامل آن نیاز به مطالعات بلندمدت دارد؛ ثانیاً تفاوت‌های منطقه‌ای در ویژگی‌های خاک و اقلیم که باعث می‌شود نتایج مطالعات قابل تعمیم نباشند؛ و ثالثاً عدم وجود روش‌های استاندارد برای ارزش‌گذاری این خدمات کیفی (Brander et al., 2024). به عنوان مثال، اگرچه می‌توان ارزش کودهای شیمیایی معادل مواد مغذی حفظ‌شده را محاسبه کرد، اما

نقش پوشش گیاهی در تسهیل چرخه طبیعی این مواد و حفظ سلامت درازمدت خاک قابل تقلیل به ارزش‌های پولی نیست. این چالش‌ها لزوم توسعه روش‌های تلفیقی که بتوانند هم ارزش‌های مادی و هم غیرمادی حفاظت خاک را پوشش دهند، بیش از پیش آشکار می‌سازد.

✓ چالش‌های محیط زیستی

- **تغییرات اقلیمی:** تغییرات اقلیمی به عنوان یکی از جدی‌ترین چالش‌های پیش روی حفاظت خاک در مراتع جهانی مطرح است. افزایش دمای جهانی (با میانگین رشد ۱/۱ درجه سانتی‌گراد از دوره پیشاصنعتی) و تغییرات الگوی بارش‌ها (شامل کاهش بارندگی‌ها در مناطق خشک و افزایش بارش‌های سنگین در مناطق مرطوب) تأثیرات مخربی بر پوشش گیاهی مراتع داشته است. این تغییرات از چند جهت کارایی پوشش گیاهی را در حفاظت خاک تضعیف می‌نماید: اولاً کاهش تراکم و تنوع پوشش گیاهی ناشی از خشک‌سالی‌های مکرر، خاک را در معرض فرسایش بادی و آبی قرار می‌دهد. ثانیاً، افزایش دما منجر به تسریع در معدنی‌شدن مواد آلی خاک و کاهش ظرفیت نگهداری آب می‌گردد. ثالثاً، تغییر الگوی بارش‌ها به سمت بارش‌های شدید و کوتاه‌مدت، احتمال رواناب و فرسایش سطحی را افزایش می‌دهد. مطالعات نشان می‌دهد که این تأثیرات در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ساواناهای آفریقا و استپ‌های آسیای مرکزی شدیدتر بوده و می‌تواند تا ۴۰ درصد از کارایی پوشش گیاهی در حفاظت خاک بکاهد. این وضعیت ضمن تهدید امنیت غذایی، هزینه‌های سنگینی را بر سامانه‌های اقتصادی کشورهای متکی بر مراتع تحمیل می‌نماید (Singh, 2023; Owens, 2023).

- **توسعه کاربری‌های ناسازگار:** تبدیل مراتع به زمین‌های کشاورزی یا مناطق مسکونی در بسیاری از نقاط جهان بخصوص کشور ایران ادامه دارد. مطالعات متعدد نشان می‌دهد که در دهه‌های اخیر، بخش قابل توجهی از مراتع کشور به زمین‌های کشاورزی دیم، باغات، مناطق مسکونی و حتی سایت‌های صنعتی تبدیل شده‌اند. این روند

به‌ویژه در استان‌های شمالی، غربی و مرکزی ایران که از تراکم جمعیتی بالاتری برخوردارند، شدت بیشتری داشته است. بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده سالانه حدود ۵۰ تا ۷۰ هزار هکتار از مراتع کشور در اثر این تغییر کاربری‌ها از بین می‌روند. پیامدهای این تخریب شامل افزایش فرسایش خاک (تا ۳۰ درصد در برخی مناطق)، کاهش نفوذپذیری آب و تشدید پدیده گردوغبار بوده است. از عوامل اصلی این مشکل می‌توان به فشار جمعیت، فقدان برنامه‌ریزی یکپارچه سرزمینی و نبود نظام‌های نظارتی مؤثر اشاره کرد. مطالعات نشان می‌دهد که در بسیاری از موارد، این تغییر کاربری‌ها بدون ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و با مجوزهای غیراصولی انجام می‌شوند. این در حالی است که بر اساس پژوهش‌های اقتصادی، ارزش بلندمدت خدمات اکوسیستمی مراتع (به‌ویژه در حفاظت از خاک و آب) اغلب بسیار بالاتر از منافع کوتاه‌مدت این تغییر کاربری‌هاست. برای مقابله با این چالش، کارشناسان راهکارهایی مانند تقویت نظام‌های نظارتی، توسعه کشاورزی پایدار در اراضی موجود و اجرای طرح‌های مدیریت جامع مراتع را پیشنهاد می‌کنند (Hasan et al., 2020).

✓ چالش‌های اقتصادی-اجتماعی

- **کمبود مشوق‌های اقتصادی:** یکی از چالش‌های اساسی در حفاظت از خاک و ارزش‌گذاری کارکردهای پوشش گیاهی مراتع، کمبود مشوق‌های اقتصادی مؤثر در کشورهای در حال توسعه است. در بسیاری از این کشورها، نظام‌های پرداخت برای خدمات اکوسیستمی (PES) یا وجود ندارد و یا به‌صورت ناقص و پراکنده اجرا می‌شود (Wunder et al., 2020). این در حالی است که مطالعات نشان می‌دهند چنین نظام‌هایی می‌توانند با ایجاد انگیزه‌های مالی برای جوامع محلی، منجر به حفاظت پایدار منابع طبیعی شوند. مشکلاتی مانند نبود چارچوب‌های حقوقی مناسب، ضعف در نظارت و اجرا و کمبود بودجه از موانع اصلی توسعه PES در این کشورها هستند. علاوه بر این، در بسیاری موارد عدم آگاهی ذینفعان محلی از مزایای این

نظام‌ها و تعارض منافع بین سیاست‌گذاران و بهره‌برداران محلی، باعث کاهش اثربخشی این برنامه‌ها شده است. برای حل این چالش، نیاز به ظرفیت‌سازی نهادی، آموزش ذینفعان و توسعه مکانیسم‌های تأمین مالی پایدار احساس می‌شود.

- **تعارض منافع ذینفعان:** جوامع محلی که معیشت آن‌ها مستقیماً به بهره‌برداری از مراتع وابسته است، اغلب به دلیل نیازهای فوری اقتصادی، منافع کوتاه‌مدت مانند چرای بیش از حد دام، تبدیل اراضی به کشاورزی یا برداشت غیراصولی گیاهان دارویی را بر منافع بلندمدت حفاظتی ترجیح می‌دهند. این مسئله به‌ویژه در مناطق درحال توسعه که نظام‌های نظارتی ضعیف‌تر هستند منجر به تخریب تدریجی پوشش گیاهی و کاهش ظرفیت حفاظتی خاک می‌شود (Ma et al., 2024). از سوی دیگر، سیاست‌گذاران و نهادهای حفاظتی معمولاً به دنبال اجرای برنامه‌های بلندمدت هستند، اما فقدان مکانیسم‌های جبرانی مناسب (مانند پرداخت برای خدمات اکوسیستمی) و عدم مشارکت واقعی جوامع محلی در تصمیم‌گیری‌ها این شکاف را عمیق‌تر می‌کند. مطالعات موردی در آفریقا و آسیا نشان می‌دهد که این تعارضات در نهایت تخریب خاک، کاهش تنوع زیستی و تضعیف تاب‌آوری اکوسیستم‌های مرتعی را در پی دارد. برای حل این چالش، ادغام دانش بومی با برنامه‌ریزی‌های علمی و طراحی مشوق‌های اقتصادی پایدار (مانند ترویج اکوتوریسم یا کشاورزی حفاظتی) پیشنهاد شده است.

✓ چالش‌های سیاسی و حکمرانی

- **ضعف در اجرای قوانین:** یکی از چالش‌های اساسی در حفاظت خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای حفاظتی پوشش گیاهی مراتع، ضعف در اجرای قوانین و نظارت محیط‌زیستی است. حتی در کشورهایی که از قوانین پیشرفته‌ای در زمینه حفاظت از خاک و مراتع برخوردارند، کمبود سازوکارهای اجرایی مؤثر و ضعف در نظارت مستمر منجر به نقض مکرر مقررات می‌شود. به‌عنوان مثال، در بسیاری از مناطق، قوانین منع چرای بی

✓ چالش‌های دانشی

- کمبود داده در مناطق خشک و نیمه‌خشک: یکی از چالش‌های اساسی در ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک توسط پوشش گیاهی مراتع، کمبود داده‌های پایه و مطالعات میدانی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان مانند آسیای مرکزی، بخش‌هایی از آفریقا و خاورمیانه است. این شکاف داده‌ای به دلایل متعددی از جمله دشواری دسترسی به مناطق دورافتاده، هزینه‌بر بودن مطالعات میدانی و کمبود تخصص محلی ایجاد شده است. درحالی‌که این مناطق به دلیل حساسیت بالای اکولوژیکی، شدت فرسایش بادی و آبی و تنش‌های اقلیمی، بیشترین نیاز را به ارزیابی خدمات اکوسیستمی دارند، نبود داده‌های قابل اعتماد منجر به دست‌کم گرفتن ارزش واقعی پوشش گیاهی در محاسبات اقتصادی شده است. این چالش به‌ویژه در پی تغییرات اقلیمی تشدید شده، چرا که مدل‌های پیش‌بینی اثرات خشک‌سالی و بیابان‌زایی بدون داده‌های پایه از دقت کافی برخوردار نیستند. رفع این محدودیت مستلزم توسعه شبکه‌های پایش مشارکتی با جوامع محلی، استفاده از فناوری‌های کم‌هزینه سنجش‌ازدور و ظرفیت‌سازی نهادهای تحقیقاتی منطقه‌ای است (Lu et al., 2024).

- نادیده انگاری دانش بومی: یکی از چالش‌های اساسی در حفاظت خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای حفاظتی پوشش گیاهی مراتع، عدم توجه کافی به دانش بومی و محلی است. مطالعات نشان می‌دهد که جوامع محلی و بومی در طول نسل‌ها دانش عمیقی درباره روش‌های پایدار مدیریت مراتع و حفاظت خاک توسعه داده‌اند. با این حال، در بسیاری از مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی، این دانش ارزشمند نادیده گرفته می‌شود و تنها بر شاخص‌های کمی و مدل‌های استاندارد تکیه می‌شود. این در حالی است که دانش بومی می‌تواند اطلاعات ارزشمندی درباره گونه‌های گیاهی مقاوم، روش‌های چرای پایدار و تکنیک‌های سنتی حفاظت خاک ارائه دهد که در مدل‌های اقتصادی مرسوم قابل اندازه‌گیری نیست؛ بنابراین، ادغام دانش بومی با مطالعات علمی نه تنها می‌تواند به

رویه یا تبدیل مراتع به اراضی کشاورزی وجود دارد، اما عدم وجود نیروهای نظارتی کافی، فساد اداری و نبود سامانه‌های پایش مدرن (مانند سنجش‌ازدور) باعث تداوم تخریب می‌شود. این چالش به‌ویژه زمانی حادتر می‌شود که ارزش‌گذاری اقتصادی خدمات اکوسیستمی به‌درستی در سیاست‌گذاری‌ها لحاظ نشده باشد، زیرا در این صورت، انگیزه مالی کافی برای اجرای قوانین وجود نخواهد داشت. مطالعات موردی در کشورهای آفریقایی و برخی مناطق آسیا نشان می‌دهد که تلفیق نظام‌های پرداخت برای خدمات اکوسیستمی (PES) با سازوکارهای نظارتی می‌تواند به بهبود اجرای قوانین کمک کند، اما این امر نیازمند تخصیص بودجه کافی و ظرفیت‌سازی نهادی است (Hurni et al., 2024).

- اکوسیستم‌های مرتعی در مناطق مرزی: یکی از چالش‌های کلیدی در حفاظت خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی کارکردهای پوشش گیاهی مراتع، موقعیت مرزی بسیاری از این اکوسیستم‌هاست. این وضعیت چندین مشکل اساسی ایجاد می‌کند: نخست آنکه سیاست‌های حفاظتی و ارزش‌گذاری اقتصادی در کشورهای همسایه اغلب ناهماهنگ است که منجر به برآوردهای متفاوت از ارزش واقعی خدمات اکوسیستمی می‌شود. دوم، نظارت و پایش یکپارچه در این مناطق با دشواری مواجه است، چرا که سامانه‌های مدیریتی متفاوتی بر آن‌ها حاکم است. سوم، در بسیاری موارد، فعالیت‌های ناپایدار در یک‌سوی مرز (مانند چرای بی‌رویه یا تغییر کاربری) می‌تواند اثرات منفی بر سوی دیگر مرز داشته باشد، درحالی‌که هزینه‌های این تخریب به‌طور عادلانه توزیع نمی‌شود. این چالش‌ها لزوم توسعه چارچوب‌های همکاری بین‌کشوری برای ارزش‌گذاری مشترک و مدیریت یکپارچه مراتع مرزی را بیش‌ازپیش آشکار می‌سازد. تجربیات موفق در برخی مناطق مانند مراتع مشترک اتحادیه اروپا نشان داده است که توافق‌های دوجانبه یا چندجانبه می‌تواند به حل این مشکلات کمک کند (Wang et al., 2024).

ارزش‌گذاری دقیق‌تر منجر شود، بلکه پذیرش و اجرای برنامه‌های حفاظتی توسط جوامع محلی را نیز افزایش می‌دهد این رویکرد یکپارچه می‌تواند شکاف بین ارزش‌گذاری اقتصادی و مدیریت پایدار مراتع را کاهش دهد (Fernández-Llamazares et al., 2021; Jamsranjav et al., 2019).

بحث و نتیجه‌گیری

این مطالعه با انجام یک مرور نظام‌مند و تحلیل جامع از مطالعات ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در مراتع ایران، تصویری روشن از ارزش اقتصادی این خدمات اکوسیستمی و عوامل مؤثر بر آن ارائه می‌کند. یافته‌ها نشان می‌دهد که پوشش گیاهی مراتع نقش قابل‌توجهی در کاهش فرسایش خاک، افزایش نفوذپذیری آب و حفظ حاصلخیزی زمین دارد که هم از نظر زیست‌محیطی و هم اقتصادی حائز اهمیت است. نقش و تأثیر پوشش گیاهی در افزایش نفوذ آب باران به خاک و کاهش میزان رواناب و فرسایش خاک یکی از مباحث اساسی حفاظت خاک و آبخیزداری است. فرسایش پاشمانی و ورقه‌ای دو نوع فرسایش آبی هستند که پوشش گیاهی تأثیر زیادی بر کاهش شدت آن‌ها دارد. برای جلوگیری از وقوع این دو نوع فرسایش بایستی اولاً از برخورد مستقیم قطرات باران به خاک جلوگیری نمود و سپس با افزایش نفوذ آب باران به خاک از ایجاد رواناب سطحی جلوگیری به عمل آورد و برای رسیدن به این هدف مناسب‌ترین و کاراترین راه‌حل ایجاد و تقویت پوشش گیاهی بر روی سطح زمین است (Hematzadeh et al., 2009). کاهش میزان و شدت روان سطحی در حوضه آبخیز یکی از مباحث مهم در مدیریت منابع طبیعی از نظر آبخیزداری و حفاظت خاک است. وجود پوشش گیاهی در سطح حوضه به دلیل اثراتی که بر اجزاء سیکل هیدرولوژی حوضه دارد، از عوامل کاهش‌دهنده سیل‌خیزی یک حوضه است. ضرورت ارزش‌گذاری کارکرد حفاظت آب در تیپ‌های متفاوت اکوسیستم‌های مرتعی علاوه بر افزایش دقت در مقادیر تخمین ریالی، از کم‌ارزش قائل شدن توسط

مصرف-کنندگان جلوگیری می‌کند. تفاوت موجود در مقدار ارزش در هکتار کارکرد حفاظت خاک اکوسیستم‌های مرتعی را می‌توان به تفاوت در نرخ آب‌بها در سال‌های مختلف، تفاوت در روش ارزش‌گذاری و همچنین تفاوت در ساختار اکولوژیک مناطق مختلف، نرخ بارش و تفاوت‌های آب و هوایی جستجو کرد. نتایج حاکی از تنوع روش‌های ارزش‌گذاری کارکرد حفاظت خاک است به طوریکه مطالعات مورد بررسی از روش‌های مختلفی مانند هزینه جایگزینی، هزینه فرصت و تحلیل هزینه-فایده استفاده کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که روش‌های مبتنی بر بازار (مانند هزینه جایگزینی) به دلیل سادگی محاسبات، بیشتر مورد استفاده قرار گرفته‌اند، درحالی‌که روش‌های مبتنی بر ترجیحات افراد (مانند CVM) می‌توانند ارزش ذاتی حفاظت از مراتع را بهتر منعکس کنند. براساس نتایج تحقیقات، ارزش عملکرد حفاظت از منابع آبی در واحدهای مختلف یک آبخیز متفاوت است. این موضوع که ناشی از تفاوت‌های ساختاری موجود در اکوسیستم است، لزوم تفکیک عرصه‌ها از یکدیگر و عدم استناد به برآوردهای میانگین در ارزش‌گذاری را آشکار می‌سازد. نتایج این تحلیل به‌وضوح نشان می‌دهد که پوشش گیاهی مرتعی در ایران دارای ارزش اقتصادی قابل‌توجهی در زمینه حفاظت خاک است. نتایج این تحقیق می‌تواند به سیاست‌گذاران و مدیران منابع طبیعی در تدوین سیاست‌های مؤثر برای حفاظت و احیای پوشش گیاهی مرتعی کمک کند. براساس یافته‌ها، سرمایه‌گذاری در حفظ و احیای پوشش گیاهی مرتعی نه تنها از نظر زیست‌محیطی، بلکه از نظر اقتصادی نیز توجیه‌پذیر است. با توجه به شرایط اقلیمی و اکولوژیکی خاص ایران، حفظ و احیای پوشش گیاهی مرتعی باید به‌عنوان یک اولویت ملی در برنامه‌ریزی‌های کلان محیط زیستی و اقتصادی مورد توجه قرار گیرد. حفظ پوشش گیاهی مرتعی نه تنها یک ضرورت زیست‌محیطی، بلکه یک سرمایه‌گذاری اقتصادی هوشمندانه برای آینده ایران است. در این راستا، تأکید بر راهکارهای احیای طبیعی و کم‌هزینه پوشش گیاهی به‌عنوان محوری اساسی در تلفیق اهداف

حفاظت خاک و توجیه اقتصادی پیشنهاد می‌گردد. روش‌هایی نظیر احیای طبیعی همراه با مدیریت (از طریق کنترل فشار چرا و حفاظت از رویشگاه‌های باقیمانده)، کاشت گزینشی گونه‌های بومی و مقاوم به خشکی و به‌کارگیری مالچ‌های طبیعی نظیر بقایای گیاهی، نه تنها از نظر هزینه‌ای مقرون به صرفه هستند، بلکه در بلندمدت با افزایش تراکم و تنوع پوشش گیاهی، کارکردهای حفاظت خاک شامل نفوذپذیری، کاهش فرسایش آبی و بادی و بهبود وضعیت مواد آلی خاک را ارتقا می‌بخشند. این راهکارها علاوه بر بازگرداندن کارکردهای اکوسیستمی، با کاهش هزینه‌های احیای سازه‌ای و افزایش بهره‌وری مرتع، توجیه‌پذیری اقتصادی پروژه‌های حفاظتی را نیز افزایش می‌دهند و می‌توانند به‌عنوان محوری برای سیاست‌گذاری‌های آتی در مدیریت پایدار مراتع ایران مورد توجه قرار گیرند.

چالش‌های حفاظت خاک و ارزش‌گذاری اقتصادی کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی در اکوسیستم‌های مرتعی معرفی شده در این تحقیق نشان می‌دهند که حفاظت از مراتع نیازمند رویکردی یکپارچه، مشارکتی و مبتنی بر شواهد علمی است. مطالعات اخیر تأکید می‌کنند که بدون توجه به این چالش‌ها، ارزش‌گذاری اقتصادی نمی‌تواند منجر به حفاظت مؤثر شود. برای غلبه بر این محدودیت‌ها، نیاز به تلفیق دانش اکولوژی خاک، اقتصاد محیط‌زیست و فناوری‌های پیشرفته پایش است. مطالعات اخیر بر ضرورت توسعه چارچوب‌های ارزش‌گذاری پویا که وابستگی متقابل خدمات اکوسیستمی را در نظر می‌گیرند، تأکید دارند. نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان چارچوبی علمی برای سیاست‌گذاری‌های کلان، تدوین برنامه‌های مدیریت پایدار و جلب مشارکت‌های مردمی در حفاظت از این منابع ارزشمند مورد استفاده قرار گیرد. برای تحقیقات آتی مواردی شامل؛ انجام مطالعات ارزش‌گذاری در مناطق کمتر بررسی شده مانند مراتع استپی و نیمه‌خشک، بررسی اثرات تغییرات اقلیمی بر ارزش اقتصادی خدمات اکوسیستمی، تحلیل هزینه-فایده

پروژه‌های احیای مراتع در مقیاس‌های مختلف و مطالعه تطبیقی روش‌های ارزش‌گذاری در شرایط اکولوژیکی متفاوت پیشنهاد می‌شود. با توجه به چالش‌های پیش‌روی کشور مانند تغییرات اقلیمی، کمبود آب و فرسایش خاک، مدیریت پایدار مراتع می‌تواند به‌عنوان یک راهکار کلیدی برای دستیابی به توسعه پایدار مورد توجه قرار گیرد. دولت و سازمان‌های مرتبط باید با تدوین سیاست‌های تشویقی و قوانین حمایتی، به حفظ و احیای مراتع ایران کمک کنند. این سیاست‌ها می‌توانند شامل پرداخت برای خدمات اکوسیستمی و توسعه پروژه‌های مشارکتی با جوامع محلی باشد.

پیشنهادهای ترویجی

استراتژی جهانی حفاظت از خاک مراتع بر سه پایه اقتصادی (ارزش‌گذاری و PES)، فنی (احیای پوشش گیاهی و پایش) و سیاستی (قوانین و همکاری‌های بین‌المللی) استوار است. تجربه کشورهای پیشرفته نشان می‌دهد که ترکیب این روش‌ها می‌تواند به کاهش فرسایش خاک و افزایش ارزش اقتصادی مراتع منجر شود. پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران با پیش‌بینی و اجرای برنامه‌های پرداخت برای خدمات اکوسیستمی و جبران خسارت مالی به جوامع محلی و کشاورزان، آن‌ها را به حفظ پوشش گیاهی و کاهش فرسایش خاک تشویق کنند. به‌منظور افزایش آگاهی عمومی و ترویج حفاظت از کارکرد حفاظت خاک پوشش گیاهی اکوسیستم‌های مرتعی مجموعه‌ای از اقدامات شامل؛ آموزش و آگاهی‌سازی عمومی، تقویت مشارکت جوامع محلی، توسعه فناوری‌های نوین، تدوین سیاست‌های تشویقی و تقویت قوانین و مقررات پیشنهاد می‌شود. در این راستا انتشار مقالات و گزارش‌های تحقیقاتی در نشریات معتبر این حوزه، به‌عنوان ابزاری مؤثر برای اطلاع‌رسانی و جلب توجه عمومی، می‌تواند نقش بسزایی در ارتقاء دانش و آگاهی در مورد اهمیت حفاظت از خاک و پوشش گیاهی ایفا کند. علاوه بر این، برگزاری کارگاه‌ها، سمینارها و کنفرانس‌های تخصصی با حضور محققان، دانشجویان و علاقه‌مندان به حوزه مرتع‌داری،

فرصتی مناسب برای معرفی و بحث در مورد نتایج و اهمیت این تحقیقات فراهم می‌آورد. این رویدادها می‌توانند به تبادل نظر و انتقال تجربیات میان افراد مختلف کمک کنند. همچنین، ارتقاء همکاری با سازمان‌ها و انجمن‌های مرتبط با مرتع‌داری و محیط‌زیست، به انتقال دانش و اطلاعات به جوامع محلی و تصمیم‌گیران کمک خواهد کرد. در این راستا، ایجاد و ترویج محتوای دیجیتالی جذاب مانند ویدیوها و پادکست‌ها می‌تواند به جذب توجه عمومی و به‌ویژه جوانان نسبت به موضوعات محیط زیستی کمک کند. از سوی دیگر، همکاری با دولت و سازمان‌های مرتبط برای ادغام نتایج تحقیقات در سیاست‌ها و برنامه‌های حفاظت از مراتع و خاک‌ها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. این همکاری‌ها می‌تواند به تدوین سیاست‌های مؤثر

و عملی در راستای حفاظت از منابع طبیعی منجر شود. در نهایت، ارائه دوره‌های آموزشی و آنلاین به کشاورزان، دامداران و بهره‌برداران مرتعی در خصوص ارزش گذاری اقتصادی و اهمیت حفاظت از خاک و پوشش گیاهی، می‌تواند به افزایش آگاهی و توانمندی‌های این گروه‌ها کمک کند. این اقدامات در مجموع می‌توانند به ترویج فرهنگ حفاظت از محیط‌زیست و منابع طبیعی در جامعه کمک شایانی نمایند.

تعارض منافع

در این مقاله تعارض منافی وجود ندارد و این مسئله مورد تأیید نویسندگان مقاله است.

Referens

1. Addis, H.K., Abera, A. & Abebaw, L. (2020). Economic benefits of soil and water conservation measures at the sub catchment scale in the northern Highlands of Ethiopia. *Progress in Physical Geography*, 44(2), 251–266. <https://doi.org/10.1177/0309133319878118>
2. Ahmandvand, M., Sharifzade, M. & Shahvali, M. (2005). Extension and its future trends: A Meta analysis. *Journal of Rural Development Studies*, 8(2), 85–104. (in Persian)
3. Angima, S., Stott, D., O'Neill, M., Ong, C. & Weesies, G. (2003). Soil erosion prediction using RUSLE for central Kenyan highland conditions. *Agricultural Ecosystems & Environment*, 97(1–3), 295–308. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(03\)00135X](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(03)00135X)
4. Arabkhedri, M., Khojeini, A.V., Hakimkhani, Sh., Charkhabi, A.H. & Telvari, A.R. (2009). Estimating and mapping of sediment yield for Iran. *Research Final Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute*, 151 pages. (in Persian)
5. Bakhteyari, F., Panahi, P., Karami, M., Qadoosi, J. & Moshayekhi, Z. (2009). Economic valuation of the function of preserving and maintaining soil nutrients in the forests of the Sabzkouh region. *Iranian Forests*, 1(1), 69–81. (in Persian)
6. Baranian Kabir E, Mousavi S A R, Bashari H, Mosaddeghi M R, Bassiri M. Economic Consequences of Converting Rangelands to Dry Farmlands, Focusing on Soil and Water Conservation Services. *Iranian Journal of Applied Ecology* 2017; 6 (2) :27-41(in Persian)
7. Bardgett, R.D. & van der Putten, W.H. (2014). Belowground biodiversity and ecosystem functioning. *Nature*, 515(7528), 505–511. <https://doi.org/10.1038/nature13855>
8. Bostan, Y., Fattahi, A., Sadeghinia, M. & Fehrest, M. (2019). Estimating the economic value of soil and water regulatory services of rangeland ecosystems (Case study: Sheykh Musa rangeland of Babol). [Journal name missing], 12(4), 464–480. <https://doi.org/10.22092/ijrdr.2020.122162> (in Persian)
9. Brander, L.M., De Groot, R., Schägner, J.P., Guisado Goñi, V., Van't Hoff, V., Solomonides, S. & Thomas, R. (2024). Economic values for ecosystem services: A global synthesis and way forward. *Ecosystem Services*, 66, 101606. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101606>
10. Caffera, M., Vásquez Lavín, F., Rodríguez Anza, D., Carrasco-Letelier, L., Hernández, J.I. & Buonomo, M. (2019). Spatial spillovers in the implicit market price of soil erosion: An estimation using a spatio-temporal hedonic model. MPRA Paper No. 93589, University Library of Munich, Germany.

11. Costea, A., Bilasco, S., Irimus, I.A., Roșca, S., Vescan, I., Fodorean, I. & Sestras, P. (2022). Evaluation of the risk induced by soil erosion on land use. Case study: Guraslău Depression. *Sustainability*, 14(2), 652. <https://doi.org/10.3390/su14020652>
12. Cruz, W.F., Francisco, H.A. & Conway, Z.T. (1988). The on site and downstream costs of erosion in the Magat and Pantabangan watershed. *Journal of Philippines Development*, 26(25.1), 85–111.
13. Dabral, P.P., Baithuri, N. and Pandey, A. (2008). Soil erosion assessment in a hilly catchment of North Eastern India using USLE, GIS and remote sensing. *Water Resour Manag* 22, 1783–1798. <https://doi.org/10.1007/s11269-008-9253-9>
14. Davoudi S, Ghafari H, Farrokhi Firouzi A. Spatial Estimation of Soil Erosion and Sediment Yield in GIS Environment Using SEDD and RUSLE Models: A Case Study Roudzard Watershed in Khuzestan Province. *jwmseir* 2024; 18 (66) : 1
15. Doran, J.W. & Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. In J.W. Doran, D.C. Coleman, D.F. Bezdicek & B.A. Stewart (Eds.), *Defining Soil Quality for a Sustainable Environment* (pp. 1–20). Soil Science Society of America. <https://doi.org/10.2136/sssaspecpub35.c1>
16. Eswaran, H., Lal, R. & Reich, P.F. (2001). Land degradation: An overview. In *Responses to Land Degradation* (2nd Int. Conf. Khon Kaen). Oxford Press.
17. Farsi, R., Yeganeh, H., Hosseinalizadeh, M. & Sadat Aimi, M. (2020). Estimating the economic value of vegetation cover in controlling soil erosion (Case study: Kachik watershed). *Water and Soil Conservation*, 27(6), 137–152. <https://doi.org/10.22069/jwsc.2020.17763.3331> (in Persian)
18. Fayas, C.M., Abeysingha, N.S., Nirmanee, K.G.S., Samaratunga, D. & Mallawatantri, A. (2019). Soil loss estimation using RUSLE model to prioritize erosion control in Kelani River Basin in Sri Lanka. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(2), 130–137. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.01.003>
19. Gomide, P.H.O., Silva, M.L.N., de Castro, G.C., Soares, C.R.F.S., Oliveira, A.H. & Curi, N. (2014). Vegetation characterization in gully areas as a basis for soil conservation. *Ciência e Agrotecnologia*, 38(2), 149–159. <https://doi.org/10.1590/s1413-70542014000200006>
20. Gulati, A. & Rai, S.C. (2014). Cost estimation of soil erosion and nutrient loss from a watershed of the Chotanagpur Plateau, India. *Journal of Current Science*, 106, 1–5.
21. Hacisalihoglu, S., Toksoy, D. & Kalca, A. (2010). Economic valuation of soil erosion in a semi arid area in Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, 5(1), 1–6.
22. Hein, L. (2007). Assessing the costs of land degradation: A case study for the Puentes Catchment, southeast Spain. *Journal of Land Degradation & Development*, 18, 631–642. <https://doi.org/10.1002/ldr.802>
23. Hematzadeh, Y., Barani, H. & Kabir, A. (2009). The role of vegetation management on surface runoff (Case study: Kechik catchment in north east of Golestan Province). *Journal of Water and Soil Conservation*, 16(2), 19–33. (in Persian)
24. Jafarzadeh, A.A., Mahdavi, A., Fallah Shamsi, S.R. & Yousefpoor, R. (2019). Economic valuation of some ecosystem services of Zagros rangelands in Ilam province. *Rangeland*, 13(3), 436–449. (in Persian)
25. Keivan Behjou, F., Hashemian, A., Panahi, M. & Hassanzadeh, E. (2016). Economic valuation of soil nutrients in Shimbar forest protected area using replacement cost. *Environmental Sciences*, 14(1), 137–146. <https://doi.org/10.22059/esd.2016.58932> (in Persian)
26. Lal, R. (1998). Soil erosion impact on agronomic productivity and environmental quality. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 17, 319–464. <https://doi.org/10.1080/07352689809701925>
27. Lal, R. (2001). Soil degradation by erosion. *Land Degradation & Development*, 12, 519–539. <https://doi.org/10.1002/ldr.510>
28. Lal, R. (2003). Soil erosion and the global carbon budget. *Environment International*, 29(4), 437–450. [https://doi.org/10.1016/S0160-4120\(02\)00192-7](https://doi.org/10.1016/S0160-4120(02)00192-7)

29. Ma, L., Wu, J., Zhang, H., Lobora, A., Hou, Y. & Wen, Y. (2024). Conflict governance between protected areas and surrounding communities: willingness and behaviors of communities—empirical evidence from Tanzania. *Diversity*, 16(5), 278.
<https://www.mdpi.com/1424-2818/16/5/278#>
30. Magalhães Filho, L., Roebeling, P., Bastos, M.I., Rodrigues, W. & Ometto, G. (2021). A global meta-analysis for estimating local ecosystem service value functions. *Environments*, 8(8), 76. **<https://www.mdpi.com/2076-3298/8/8/76#>**
31. Mobarghei, N., Sharzei, Gh. & Ghoddoosi, J. (2010). The role of forest ecosystem in water conservation and estimating this value in Iranian Caspian forests (case study: watershed number one in basin 45). *Iranian Journal of Forest*, 2(3), 187–196. (in Persian)
32. Modaberi, A., Mahdavi, A. & Amirnejad, H. (2022). Estimation of the economic value of soil conservation functions in rangelands. *Journal of Land Management*.
33. Mohamadlou, R., Najafi, S., Kheirfam, H. & Molaei, M. (2023). The role of economic evaluation of watershed management projects in natural resources management in Iran. 5th National Conference on Sustainable Development in Agricultural Sciences, Natural Resources and Environment. (in Persian)
34. Mousavi, S.A. & Azarani, H. (2014). Estimation of the economic value of water regulation functions by the rangeland ecosystems of Central Alborz. *Ecohydrology*, 1(1), 11–16.
<https://doi.org/10.1002/eco.1> (in Persian)
35. Nour, F., Nasri, M., Yeganeh, H., Moghiminejad, F., Ghasemi Aryan, Y. & Bani Name, J. (2013). Estimation of economic losses of soil erosion of rangelands using Nutrient Replacement Cost Method (NRCM). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 20(3), 522–530. **<https://doi.org/10.22092/ijrdr.2013.5793>** (in Persian)
36. Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., Crist, S., Shpritz, L., Fitton, L., Saffouri, R. & Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201), 1117–1123.
<https://doi.org/10.1126/science.267.5201.1117>
37. Razavi, A. & Zamani, G.H. (2017). Economic valuation of rangeland ecosystem services in Yazd-Ardakan Watershed. *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 24(1), 45–58. (in Persian)
38. Sanchez, L.E., De Franco, E. & Schenatto, J.R. (2006). Economic valuation of soil erosion damages: The case of the Pampas in Argentina. *Ecological Economics*, 56(2), 234–245.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.01.007>
39. Shabani, S. & Razmkhah, M. (2020). Economic valuation of ecosystem services in the protected area of Maroon Basin. *Iranian Journal of Environmental Studies*, 46(1), 52–61. (in Persian)
40. Shafiei, S., Mohammadi, M. & Taghizadeh, M. (2017). Estimation of soil erosion and economic valuation of soil protection ecosystem services (Case study: Shirin-Dasht rangeland). *Journal of Rangeland Science*, 7(1), 65–74. (in Persian)
41. Shishani, K., Arafat, H., Shamayleh, M. & Muhairat, M. (2017). Soil erosion and the related economic impact in Jordan. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(1), 34–43. **<https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2016.08.002>**
42. Shahbazi, F., Mahdavi, A. and Faramarzi, M. (2025). Economic valuations of some rangeland ecosystem services (Case study: Kolashak watershed, Gilan-e-Gharb County). (e729082). *Integrated Watershed Management*, e729082
Doi: 10.22034/iwm.2025.2059452.1225
43. Tadi, H. & Namazi, H. (2012). Economic valuation of forest ecosystem services in Zagros forests (case study: Dehaghan region). *Iranian Journal of Forest and Range*, 6(1), 81–90. (in Persian)
44. Thampanya, U., Vermaat, J.E., Sinsakul, S. & Panapitukkul, N. (2006). Coastal erosion and mangrove progradation in the Trang Province of Thailand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 68(1–2), 75–85. **<https://doi.org/10.1016/j.ecss.2006.01.006>**
45. Wischmeier, W.H. & Smith, D.D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Agriculture Handbook No. 537. U.S. Department of Agriculture, Science and Education Administration.

46. Xie, L., Xu, L., Xu, W. & Li, Y. (2023). Soil and water conservation ecosystem services: Economic valuation methods and challenges. *Ecosystem Services*, 66, 101668. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101668>
47. Zare, H., Mousavi, S. & Khosravi, R. (2018). Economic impacts of soil erosion and conservation in Iranian watersheds. *Soil Science Society of America Journal*, 82(4), 927–936.
48. Zare, M., Bahrami, S., Pourebrahimi, M., Behrouz, M., Taheri, M., Yazdani, M., Shahbazi, A. & Moradi, A. (2018). Economic valuation of soil conservation functions of forest ecosystems using replacement cost method. *Iranian Journal of Forest and Range*, 10(3), 329–339. (in Persian)
49. Zare, M., Ghaderi, M., Bahrami, S. & Moradi, A. (2019). Economic valuation of soil protection services in forest ecosystems of northern Iran. *Ecological Economics*, 159, 178–187. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2019.01.014> (in Persian)
50. Zhan, X., Shao, Q., Qi, J. & Zhou, W. (2017). Economic evaluation of soil erosion control in China's Loess Plateau. *Journal of Cleaner Production*, 142, 1407–1416. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.152>
51. Zhang, W., Jiang, F., He, X., Wei, X. & Liu, Y. (2020). Assessment of soil erosion and its economic loss in the Three Gorges Reservoir Area, China. *Science of the Total Environment*, 709, 136211. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136211>
52. Zhang, X., Li, S., Tian, J., Zhang, Y., Wang, Y., Zhang, Z. & Fu, B. (2019). Spatial and temporal variations of soil erosion and its economic effects in the Loess Plateau of China. *Land Degradation & Development*, 30(10), 1171–1181. <https://doi.org/10.1002/ldr.3296>
53. Zhang, X., Wang, S., Wang, Y., Xu, X., Jiang, Y. & Zhang, J. (2021). Economic valuation of soil and water conservation ecosystem services in a semi-arid region of China. *Ecological Indicators*, 124, 107430. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107430>
54. Zhao, Q., Li, J., Gao, Z. & Liu, Y. (2017). Economic loss of soil erosion in the Three Gorges Reservoir Area: A case study. *Journal of Soil and Water Conservation*, 72(6), 553–561. <https://doi.org/10.2489/jswc.72.6.553>
55. Zhou, J., Li, Y., Wang, X., Chen, Y. & Zhang, J. (2018). Economic valuation of soil conservation benefits in China's Yangtze River basin. *Land Use Policy*, 79, 567–577. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.08.020>
56. Zhou, J., Wang, X., Li, Y., Chen, Y. & Zhang, J. (2019). Economic assessment of soil erosion impacts in the upper Yangtze River basin, China. *Environmental Earth Sciences*, 78, 258. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8236-4>
57. Zhu, Q., Wang, Y., Xu, L., Zhang, J. & Chen, Z. (2020). Soil erosion and its economic cost assessment in the hilly region of eastern China. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(13), 15592–15601. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08317-2>
58. Zibaei, M., Dehghani, M.H., Mohtashami, S. & Rezaei, M. (2017). Evaluating the economic benefits of soil conservation in semi-arid rangelands of Iran. *Journal of Arid Environments*, 143, 29–38. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2017.05.007> (in Persian)
59. Zolfaghari, S., Najafi, A., Khorasani, N. & Eftekhari, M. (2022). Economic valuation of soil ecosystem services in semi-arid rangelands using replacement cost method. *Journal of Natural Resources*, 77(5), 1231–1243. (in Persian)