مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و چهارم، شماره دو، اردیبهشت ماه ۱۴۰۱(۲۷۲-۲۵۷)

برآورد هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات مس، طلا، بوکسیت و آهن در ایران و تحلیل مقایسه ای آن با هزینه خسارت های جهانی

جلیل بادام فیروز *

Jalil.badamfirooz@gmail.com

رویا موسی زاده [۲]

حمید سرخیل [۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۴/۱۴ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲**

چکیده

زمینه و هدف: معدنکاری فلزات تاثیرات منفی قابل‌توجهی بر روی اکوسیستم های طبیعی واقع در محدوده اثر سایت معدنکاری دارد. با توجه به این که پیامدهای معدنکاری فلزات بر روی خدمات زیست بومی ارائه شده توسط اکوسیستم های طبیعی که در محدوده اثر سایت های معدنکاری در کشور، تاکنون ارزیابی نشده است، هدف اصلی از مطالعه حاضر برآورد هزینه خسارت های زیست محیطی به منظور حفاظت از اکوسیستم های طبیعی است که می‌تواند تصمیم گیری برنامه ریزان محیط زیستی را بهتر تسهیل کند.

روش بررسی: در این مطالعه هزینه خسارت وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات با استفاده از رویکرد انتقال منفعت برآورد گردید و تحلیل مقاسه ای از برآورد خسارت های حاصل با یافته های جهانی مربوط به هزینه های وارد شده بر خدمات زیست بومی چهار فلزمس، طلا ، بوکسیت و آهن در سال ۲۰۲۰ صورت پذیرفت.

یافته ها: در این بررسی مجموع هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری چهار فلزمس، طلا ، بوکسیت و آهن در مجموع بیوم های ذیربط، به طور تقریبی ۵۷۲۵۳۱۸۰ میلیون ریال (معادل ۲۴۸ میلیون دلار) در سال ۲۰۲۰ برآورد شده است، که سهم آن در مقایسه با برآورد جهانی هزینه کل خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری چهار فلز طلا، سنگ معدن آهن، مس و بوکسیت (۵/۴ بیلیون دلار در سال ۲۰۱۶)، ۴/۶ درصد محاسبه شده است. سهم مجموع هزینه خسارت های خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری چهار فلز مذکور در اکوسیستم جنگلی به طور تقریبی۸۶ ، در اکوسیستم مرتعی ۱۴ و برای اکوسیستم تالابی ۰/۰۶ درصد تخمین زده شده است.

۱- دانشیار گروه علمی اقتصاد محیط زیست، پژوهشکده محیطزیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیطزیست، تهران، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- استادیار گروه علمی اقتصاد محیطزیست، پژوهشکده محیطزیست و توسعه پایدار، سازمان حفاظت محیطزیست، تهران، ایران.

۳- دانشیار، گروه زمین شناسی کاربردی، دانشکده علوم زمین، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران.

بحث و نتیجه گیری : بیشترین هزینه خسارت برای خدمات اکوسیستمی[1] به ترتیب مربوط به اکوسیستم جنگلی و مرتعی برآورد شده است. بنابراین تلاش برای ایجاد و اجرای قوانین توسعه پایدار در چرخه حیات معدنکاری حتی پس از بستن معادن به علت آثار طولانی مدت بر محیط زیست ضروری است.

واژه‌های کلیدی: هزینه خسارات، خدمات زیست بومی، معدنکاری فلزات، رویکرد انتقال منفعت.

1- Ecosystem Services

J. Env. Sci. Tech., Vol 24, No. 2, May, 2022

Estimating the Cost of damages to Ecosystem Services Due to Metals Mining of copper, gold, bauxite and iron Ore in Iran and its comparative analysis with the cost of global damages

Jalil Badamfirooz [1*]
Jalil.badamfirooz@gmail.com
Roya Mousazadeh [2]
Hamid Sarkheil[3]

Admission Date:August 24, 2021 Date Received: July 5, 2021

Abstract

Background and Objective: Metal mining has significant negative effects on natural ecosystems within the mining site. Considering that the consequences of metal mining on ecosystem services provided by natural ecosystems within the influence of the mining sites in the country have not been evaluated so far, the main objective of this study is to estimate the cost of environmental damages in order to protect natural ecosystems which can better facilitate decision making of the environmental planners.

Material and Methodology: In this study, the cost of the damages on ecosystem services due to metal mining was estimated using the benefits transfer approach, and a comparative analysis of the estimated damages with global findings related to the ecosystem services costs of the four four metals gold, copper, bauxite, and iron ore were conducted in 2020.

Findings: In this rsearch, the total cost of damages to ecosystem services (loss of ecosystem services values) due to mining of four metals gold, copper, bauxite, and iron ore, in the total relevant biomes, is estimated at 57253180 million IRR (equivalent to the US $ 248 million) in the year (2020), which Its share is estimated at 4.6% compared to the global estimate of the total cost of ecosystem services resulting from the mining of four metals, gold, iron ore, copper and bauxite ($ 5.4 billion in 2016), which is a significant figure. The share of the total cost of ecosystem services due to mining the four metals in the forest ecosystem is approximately 86%, in the rangeland ecosystem 14%, and for the wetland ecosystem 0.06%.

Discussion and Conclusion: The highest damage costs for ES are estimated for forest and rangeland ecosystems, respectively. Therefore, it is necessary to try to create and implement sustainable development laws in the mining life cycle, even after the closure of mines due to long-term effects on the environment.

Keywords*:* Damages Cost, Ecosystem Services, Metal Mining, Benefit Transfer Approach.

1- Associate Professor, Research group of environmental economics, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran, I.R. Iran. *(*Corresponding author)*
2- Assistant Professor, Research group of environmental economics, Research Center for Environment and Sustainable Development (RCESD), Department of Environment, Tehran, I.R. Iran.
3- Associate Professor, Department of Applied Geology, Faculty of Earth Sciences, Kharazmi University, Tehran, Iran.

مقدمه

اکوسیستم‌ها در سراسر جهان در اثر فشار ناشی از دخالت‌های انسانی در حال تخریب و نابودی هستند که پیامدهای جدی را بر توان طبیعت در ارائه کالاها و خدمات زیست بومی / اکوسیستمی (EGS)[1] برای جامعه انسانی به دنبال دارد (۱). بهره برداری نابخردانه از منابع طبیعی به سبب صنعتی‌شدن سریع، منجر به بروز مشکلات زیست محیطی در سراسر جهان شده است. اکنون ضروری است خسارت های زیست محیطی ناشی از بهره‌برداری از منابع را ارزیابی کرد و یک ساز و کار جبران اکولوژیکی موثر را برای ارتقای استفاده پایدار و معقول از منابع ایجاد نمود (۲) . در جهان معدنکاری منجر به ایجاد مسائل و مشکلات زیست محیطی از قبیل کاهش سطح جنگلها، فرسایش خاک و آلودگی هوا و آب شده است و این مسائل نشان دهنده پیامدهای مخرب معدنکاری بر محیط زیست است. پساب‌های اسیدی معدن از جمله مخرب ترین مشکلات زیست محیطی ناشی از عملیات معدنکاری و سدهای باطله است که پیامدهای زیانباری بر روی کیفیت آبهای سطحی و زیرزمینی دارند (۳). آلودگی زهاب اسیدی در منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی، زندگی آبزیان و گیاهان را تهدید می‌کند. گرچه میزان این تأثیرات زیست محیطی از معدنی به معادن دیگر، از یک فلز به فلز دیگر متفاوت است، و با میزان تولید در ارتباط است، برای شناسایی اثرات زیست محیطی و انتشار، نیاز به تعیین و کمی‌سازی اثرات ناشی از این بخش ضروری است (۴). اکوسیستم‌ها و خدمات آن‌ها برای رفاه انسان ضروری هستند، اما فعالیت‌های معدن‌کاری اغلب باعث تاثیرات نامطلوب بر روی خدمات اکوسیستمی می شوند (۵). فعالیت های معدنکاری برخی اوقات خسارت های برگشت و جبران ناپذیر برای اکوسیستم‌ها داشته است. هنوز پیامدهای آن برای خدمات اکوسیستم و سهم آنها در رفاه انسان نامعلوم است. کسب یک درک شفاف از این که کجا و چگونه معدنکاری بر خدمات زیست بومی اثر می گذارد و روش هایی که برای تعیین رویکردهای مدیریتی به منظور غلبه بر اثرات استفاده می‌شود ضروری است. ارزیابی وسیع پیامدهای ناشی از فعالیت معدنکاری بر روی خدمات زیست بومی به شناسایی واضح از تغییرات در زنجیره ES ۲ از عرضه بیوفیزیکی تا رفاه انسان از طریق چرخه حیات معدنکاری نیاز دارد (۶).

مبانی نظری

چرخه معدنکاری شامل مراحل پی جویی، اکتشاف، بهره برداری و تولید، نگهداری، بستن، بازسازی و استفاده مجدد می باشد که می تواند اثرات مثبت و منفی به صورت مستقیم و غیر مستقیم بر روی محیط زیست ایجاد نماید. از جمله اثرات منفی می توان به جنگل زدایی، فرسایش، آلودگی و تغییر ترکیب خاک، آلودگی تالاب های محلی و افزایش آلودگی صوتی و گرد و خاک و انتشار آن اشاره نمود (۷). به عملیات استخراج کانی های ارزشمند یا دیگر مواد از زمین، معدنکاری گفته می‌شود و سایت معدنکاری محدوده ای است که ماده معدنی به صورت روباز (سطحی) و یا زیرزمینی (زیر سطحی) از آن محدوده، برداشت می شود (۸).

شناسایی و طبقه‌بندی‌های کالاها و خدمات اکوسیستمی :

ارزیابی اکوسیستم و کمی کردن پیامد فعالیت‌های انسانها بر روی آنها از طریق مفهوم خدمات اکوسیستم است‌که ارزیابی اکوسیستم هزاره آن را به عنوان منافعی که مردم از خدمات ارائه شده توسط اکوسیستم بدست می‌آورند تعریف می‌کند و به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر بقاء و کیفیت زندگی و رفاه آنان تاثیر می‌گذارد (۱) .

خدمات اکوسیستم به چهار دسته ازجمله خدمات تولیدی (غذا، آب، الوار و فیبر) ؛ خدمات تنظیمی (شامل آب و هوا، سیل، کیفیت پساب و پسماند) خدمات پشتیبانی(شامل تشکیل خاک، فتو سنتز و چرخه مواد مغذی) و خدمات فرهنگی (شامل تفریحی، زیبایی شناسی و مزایای معنوی) تقسیم بندی می شوند (۹).

- هزینه های محیط زیستی[3] گویای هزینه هایی است که در نتیجهٔ استفاده از منابع، به محیط زیست، اکوسیستم های طبیعی

1- Ecosystem Goods and Services
2- Ecosystem Services
3- Environmental costs

و تمامی افرادی که از محیط زیست استفاده کرده و به نوعی متأثر از آن هستند، تحمیل می گردد (۱۰).

اهداف و ضرورت انجام تحقیق

برآورد هزینه‌های وارد بر خدمات و کالاهای زیست بومی با توجه به ارزش اقتصادی آن‌ها و تغییرات در کمیت ارایه شده آن‌ها توسط اکوسیستم‌های واقع در محدوده اثر فعالیت معدنکاری فلزات به منظور تخمین هزینه‌های احیا و بازسازی بالا رفتن اگاهی از اهمیت خدمات زیست بومی در میان ذینفعان و تصمیم گیران کاربری اراضی با ارائه برآورد هزینه‌های محیط زیستی زمینه‌سازی جهت طراحی و اجرای ساز و کارهای جبران خسارات و احیای اکوسیستم‌های واقع در محدوده اثر فعالیت معدنکاری (نظام پرداخت به ازاء خدمات آبی اکوسیستم (PES[1]) به عنوان یک ابزار اقتصادی جهت تضمین استمرار عرضه و ارائه خدمات اکوسیستمی و نیز حفظ ارزش‌ها و کارکردهای اکوسیستم‌های واقع در محدوده معدنکاری مطرح می‌گردد)

پیشینه تحقیق

Qian و همکاران (۲۰۱۸) در مطالعه‌ای با عنوان "اثر تغییرات معدنکاری بر روی اراضی اطراف و ارزش خدمات اکوسیستم در جنوب شیب کوه‌های کیلیان[2] "، نشان دادند که مناطق معدنکاری در شش منطقه به ویژه بعد از سال ۲۰۰۰ افزایش یافته است و منجر به کاهش تالاب، علفزارو مناطق مرتعی شده است. ارزش‌های خدمات اکوسیستم منطقه‌ای با گسترش مناطق معدنکاری کاهش یافته است. هرچه وسعت معدنکاری و ارزش واحد سطح خدمات اکوسیستم اطراف بیشتر باشد، از دست رفتن ارزش خدمات اکوسیستم ناشی از فعالیت‌های معدنکاری نیز بیشتر می‌شود، در حالی که توسعه معدنکاری در نواحی با ارزش خدمات اکوسیستمی کم‌تر، سودمندتر است (۱۱). در مطالعه‌ای با عنوان هزینه‌های خدمات اکوسیستم معدنکاری فلز و فشار بر روی زیست توده که توسط Tost و همکاران (۲۰۲۰) انجام یافته، نشان داده شده است که معدنکاری فلزی تاثیرات قابل‌توجهی بر روی کاربری اراضی دارد. با افزایش تقاضا برای فلزات (۱۲) این تاثیرات تشدید خواهند شد. در این بررسی، هزینه کل خدمات اکوسیستم ناشی از معدنکاری چهار فلز طلا، سنگ معدن آهن، مس و بوکسیت در حدود ۵/۴ بیلیون دلار در سال ۲۰۱۶ تخمین زده شده است، که در مقایسه با هزینه تغییرات جهانی کاربری اراضی بین سالهای ۱۹۹۷ و ۲۰۱۱ که بین ۴/۳ و ۲۰/۲ تریلیون دلار در سال تخمین زده شده کم است. در این مطالعه، معدنکاری در بیوم جنگل گرمسیری هزینه بالایی برای ES دارد. به طور کلی حدود دو سوم از هزینه‌های ES ناشی از معدنکاری در مناطق جنگلی است. برای " تالاب‌های ساحلی" هزینه‌های ES در سال ۲۰۱۶ حدود ۱/۵ برابر درآمد حاصل از استخراج طلا و بوکسیت در این بیوم‌ها است. هنوز هیچ هزینه ES برای بیوم بیابان به ویژه برای مس در دسترس نیست. (۱۳).

Siqueira-Gay و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای با عنوان اثرات احتمالی معدنکاری بر نابودی جنگل در منطقه شمال شرقی آمازون برزیل، بیان نمودند که معدن‌کاری یک عامل مهم در جنگل‌زدایی است. بنا بر گفته آنها، اگر توسعه معدنی ادامه پیدا کند، تغییرات نظارتی زیادی برای مدیریت موثر اثرات منفی بر جنگل‌ها و تنوع زیستی مورد نیاز خواهد بود. ۱۵/۵ کیلومترمربع از جنگل م ستقیما تو سط فعالیت معدنکاری ازبین رفته است. (۱۴). در مطالعه‌ای با ارزیابی تاثیر معدن‌کاری بر روی جنگل‌زدایی در هند که توسط Ranjan (۲۰۱۹) انجام شده است، نقش معدن‌کاری در جنگل‌زدایی در بیش از ۳۰۰ ناحیه در هند بررسی شد. تاثیر معدنکاری مرتبط با جنگل زدایی، با استفاده از یک مجموعه داده خاص، در دوره زمانی ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۴، مشخص شد. نتایج نشان می‌دهند که ناحیه‌ای که هیچکدام از مواد معدنی مورد نظر مطالعه را تولید نمی‌کنند، به طور متوسط، ۳۵۰ کیلومتر مربع مساحت جنگلی کمتری نسبت به ناحیه تولیدکننده مواد معدنی از دست داده‌است. نواحی تولیدکننده زغال‌سنگ، آهن یا سنگ‌آهک، به طور متوسط، ۴۵۰ کیلومتر مربع پوشش جنگلی بیشتری نسبت به نواحی که این مواد معدنی را تولید نمی‌کنند، از دست دادند (۱۵).

1- Payments for Ecosystem Services

2- Qilian

در مطالعه wasis و همکاران (۲۰۱۸) خسارت های زیست‌محیطی ناشی از معدن‌کاری شن ۳۹۳۴۹۸۶۰۰۰۰روپیه[1] تعیین شده است(۱۶). Barenblitt و همکاران (۲۰۲۱) مطالعه ای با عنوان رد پای وسیع معدنکاری طلا در مقیاس کوچک در کشور غنا را انجام دادند، آنها بررسی خود را در مقیاس فضایی و زمانی نشان دادند. رد پای معادن طلا در غنا را بر روی نابودی پوشش گیاهی با استفاده از آرشیو تصاویر ماهواره ای قابل دسترس از طریق گوگل ارث از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ کمی سازی نمودند و متوجه شدند که چگونه مناطق جنگلی در اثر فعالیت معدنکاری در طول یک دهه از سال ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ تغییر یافته و از بین رفته است. در محدوده مطالعاتی در جنوب غربی غنا ، یافته های آنها نشان می دهد که تقریبا ۴۷۰۰۰ هکتار از پوشش گیاهی به معدنکاری با نرخ میانگین حدود ۲۶۰۰ هکتار در سال اختصاص یافته است. درصد بالایی از معدنکاری (حدود ۵۰ ٪) بین سالهای ۲۰۱۴ تا ۲۰۱۷ رخ داده است. حدود ۷۰۰ هکتار از این معدنکاری در محدوده مناطق حفاظت شده انجام شده است. بنابر اظهار آنها، معادن کوچک مقیاس هم می توانند تنوع زیستی را در مقیاس وسیع تر از طریق حذف یا آلودگی زیستگاه در مناطق مختلف تهدید کنند (۱۷).

بنابر یافته های Murguía و همکاران(۲۰۱۶) ، به نظر می رسد پتانسیل ایجاد معادن جدید در مناطقی که تنوع زیستی کمی دارند در آینده وجود دارد که این امر می تواند به عنوان یک اولویت برای صنعت معدنکاری مورد بررسی قرار گیرد تا عملکرد پایدارتری را ترغیب کند. (۱۸). سهم هزینه خسارت های خدمات زیست بومی جهانی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) چهار فلز ذیربط در مجموع بیوم‌های مزبور جهانی (حدود ۵/۴ بیلیون دلار در سال ۲۰۱۶) (۱۳) در مقایسه با تغییرات در ارزش‌های جهانی بین سالهای ۱۹۹۷ و ۲۰۱۱ (۱۹)، که بین ۴/۳ و ۲۰/۲ تریلیون دلار در سال تخمین زده شده بین ۰/۱۲تا ۰/۰۲درصد برآورد گردیده است. این رقم اگرچه ناچیز است اما قابل توجه است.

مطالعات جهانی بسیار کمی برای پیامدهای معدنکاری بر روی خدمات اکوسیستمی انجام شده است. ارزیابی و برآورد هزینه خسارت های وارد خدمات اکوسیستمی ناشی از معدنکاری یک حوزه مطالعاتی نسبتاً جدید در دنیا می باشد و در ایران برای نخستین بار انجام گردیده است. مطالعات معدنکاری به طور معمول نشان داده است که اثر منفی بر روی خدمات زیست بومی ارائه شده توسط اکوسیستم‌ها دارد. به عبارتی معدنکاری هزینه بر روی خدمات اکوسیستمی وارد می‌کند. هدف این مقاله، برآورد هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات مس، طلا، بوکسیت و آهن در ایران و مقایسه تحلیلی آن با هزینه خسارات جهانی می‌باشد.

روش بررسی

نحوه محاسبه مطابق با مراحل زیر است:

۱- تخمین سهم معدنکاری فلزات مس، آهن، طلا و بوکسیت در بیوم‌های ذیربط از مطالعه جهانی برای ایران

۲- محاسبه هزینه‌های وارد بر خدمات زیست بومی توسط معدنکاری فلزات مذکور برای بیوم‌های ایران با استفاده از روش انتقال منفعت

۳-مقایسه با هزینه خسارت های (تغییر در ارزش ها) جهانی (مطالعه کاستانزا و همکاران ، ۲۰۱۴) (۱۹).

در این مطالعه با بررسی مطالعات جهانی منتشر شده برگزیده مرتبط با موضوع تحقیق (۱۳) در زمینه برآورد هزینه خسارت-های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات، سعی شده است مقایسه تحلیلی برآورد هزینه خسارت‌های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات در ایران با هزینه خسارت های جهانی صورت پذیرد.

در این مطالعه، متغیر وابسته هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی است و متغیر مستقل معدنکاری فلزات مس، طلا، بوکسیت و آهن می باشد. متغیر مداخله گر نیز خسارت های وارده بر خدمات اکوسیستمی است.

نحوه جمع آوری اطلاعات و داده‌های مربوط به شاخص های تحقیق اهمیت خدمات اکوسیستمی برای رفاه انسان ایجاب

۱- واحد پول کشور اندونزی

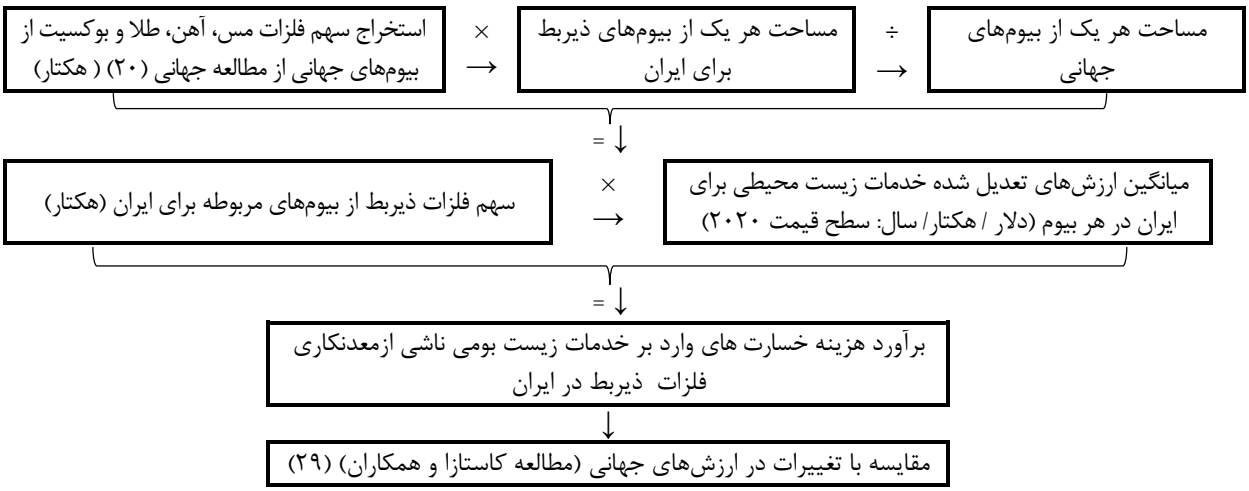
می‌نماید که وضعیت و روند خدمات اکوسیستمی مورد ارزیابی و کمی سازی قرار گیرد.

آمار مربوط به مساحت بیوم‌های کشور (جنگل، مرتع، بیابان) از گزارش های مربوط به سیمای منابع طبیعی استان ها، سایت سازمان جنگل ها، مراتع و آبخیزداری کشور (frw.ir) اخذ شده است. آمار مربوط به مساحت بیوم تالاب کشور از مرجع تالاب‌ها و تحلیلی بر علل و عوامل پایداری و ناپایداری آنها استخراج شده است. (۲۰) آمار مربوط به مساحت بیوم جهانی تالاب از گزارش جهانی تالاب استخراج شده است. (۲۱)

آمار مربوط به بیوم‌های جهانی جنگل و مرتع از مطالعه Sayre و همکاران استخراج شده است. (۲۲) آمار مربوط به مساحت بیوم جهانی بیابان از سایت ویکی پدیا اخذ شده است.[1]

سهم فلزات آهن، مس، طلا و بوکسیت از بیوم‌های جهانی که از مطالعه Tost و همکاران (۲۰۲۰) استخراج شده است . (۱۳)

چارچوب مفهومی روش شناسی انجام مطالعه در شکل ۱ ارائه شده است. همان طور که ملاحظه می شود در این بررسی ابتدا سهم فلزات مس، آهن، طلا و بوکسیت به هکتار از بیوم‌های جهانی که از مطالعه Tost و همکاران (۱۳) استخراج شده است، در مساحت بیوم‌های ذیربط برای ایران ضرب می‌شود، سپس عدد حاصل شده بر مساحت بیوم های جهانی مربوطه تقسیم می‌گردد و در نتیجه سهم فلزات ذیربط از بیوم‌های مزبور برای ایران به دست می‌آید. سپس سهم فلزات ذیربط برآورد شده از بیوم‌های مزبور برای ایران در میانگین ارزش‌های تعدیل شده خدمات زیست بومی برای کشور ایران در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰) ضرب شده و در انتها هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلزات مورد اشاره از معادن در ایران محاسبه می‌گردد. نتایج نشان دهنده هزینه خسارت وارد بر خدمات زیست بومی از طریق معدنکاری هر فلز در هر بیوم است. در این مطالعه، ارزش‌های تعدیل شده خدمات اکوسیستمی برای کشور ایران در هر بیوم و بر اساس ارز نیمایی برآورد شده است . معادل ریالی یک دلار با ارز نیمایی ۲۳۰۰۰۰ ریال در نظر گرفته شده است. (۲۳). لازم به ذکر است میانگین ارزش‌های تعدیل شده خدمات زیست بومی برای کشور ایران در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰)، از میانگین ضریب ارزشهای استاندارد شده خدمات زیست بومی در هر بیوم بر اساس مطالعه جهانی دی گروت و همکاران[2](ESVD 2020) استخراج شده است (۲۴). با توجه به طول عمر حیات چرخه معدنکاری و با استفاده از نرخ تنزیل ۵ ٪ (۴۳) نیز می‌توان هزینه خسارت های برآورد شده را برای ۵۰ سال آتی تنزیل نمود.



شکل۱- چارچوب مفهومی روش شناسی انجام مطالعه

Figure 1.Conceptual framework of the study methodology

ماخذ: بازنگری و اصلاح شده از مطالعه جهانی (۲۰)

1-(https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_deserts_by_area)

2- (Ecosystem Services Valuation Database, 2020)

نحوه برآورد هزینه‌های خسارت های وارده بر اکوسیستم‌های واقع در محدوده اثر (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) فعالیت معدنکاری با استفاده از روش انتقال منفعت[1]

در این مطالعه از روش انتقال منفعت/ ارزش استفاده شده است. بیشتر مطالعات ارزشگذاری نیاز به منابع قابل توجهی (زمان، نیروی کار و هزینه) برای تولید تخمین های معتبر دارند. این محدودیتها در تحقیقات ارزش‌گذاری با استفاده از روش انتقال منفعت (BT) قابل رفع است.BT به طور معمول برای برآورد منافع زیست محیطی یک پروژه بر اساس اطلاعات موجود از مطالعات قبلی استفاده می‌شود و بنابراین، به همان اندازه مطالعات ارزیابی اولیه به زمان و هزینه زیادی نیاز ندارد (۲۵). روش انتقال منافع به روشی اطلاق می شود که به وسیله آن ارزش به دست آمده از هر روش ارزش گذاری در یک منطقه (منطقه اصلی) ، برای ارزیابی ارزش های زیست محیطی در محیط دیگری (انتقال منطقه) به کار برده می شود. این روش برای برآورد ارزش های اقتصادی خدمات زیست محیطی به وسیله انتقال اطلاعات قابل دسترس از مطالعات تکمیل شده قبلی در یک مکان و یا یک مورد به کار می رود (۲۶). در این مطالعه با استفاده از رویکرد انتقال منفعت، از میانگین ضرایب ارزش های جهانی استاندارد شده پایگاه داده جدید که به عنوان پایگاه داده ارزش گذاری خدمات زیست بومی است (ESVD) و شامل ۴۰۴۲ رکورد ارزش (یعنی سه برابر بیشتر از پایگاه داده اصلی TEEB[2] است) و مبتنی بر ۶۹۳ مطالعه است، استفاده شده است. برای رویکرد انتقال منفعت، به کاربران توصیه می‌شود که ارزش‌های تخمین زده شده را از پایگاه‌داده ای انتخاب کنند که منطبق با ویژگی‌های سایت هدف آن‌ها است (۲۴). در این مطالعه از میانگین ارزش‌های استاندارد شده خدمات اکوسیستمی در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰) مطابق با مطالعه جهانی دی گروت و همکاران (۲۴) استفاده شده است و میانگین ضرایب ارزش‌های استاندارد شده خدمات زیست بومی برای ایران با استفاده از فرمول (۱) تعدیل گردیده است.

$$WTP_{PS} = WTP_{SS}(GDP_{PS}/GDP_{SS})^{\varepsilon} \qquad (۱)$$

ε: کشش درآمدی تمایل به پرداخت نهایی است.

WTPPS: تمایل به پرداخت در سایت هدف (مقصد) (کشوری که در آن ارزش می خواهد استفاده شود)

WTPSS: تمایل‌به پرداخت در سایت مورد مطالعه (مبدا) (کشوری‌که ارزش‌های منتقل‌شده به صورت اصلی محاسبه‌شده و انتقال داده می‌شود)

GDPPS و GDPSS: سرانه GDP در دلار PPP [3]به ترتیب در سایت هدف (مقصد) و سایت مورد مطالعه (مبدا) است. (۲۷)

-لازم به ذکر است نسبت سرانه GDP ایران به متوسط جهانی و کشش درآمدی تمایل به پرداخت از شاخص‌های اقتصادی GDP per capita, PPP (Current International $) سایت بانک جهانی برآورد گردیده است.[4]

برای محاسبه هزینه‌های ES هر بیوم، با استفاده روش انتقال ارزش/ منفعت، می‌توان ارزش‌های خدمات اکوسیستمی در هر بیوم را از پایگاه داده ای (۲۴،۲۸،۱۹و ۲۹) اخذ نمود. با بکارگیری ارزش های اقتصادی موجود در پایگاه اطلاعاتی می‌توان ارزش حداقلی را در بازه زمانی یکساله برای کشور تعدیل نمود. در صورتیکه از داده‌های پایگاه‌های قدیمی‌تر از مطالعه جهانی دی گروت و همکاران (۲۰۲۰)(۲۴) استفاده شود، باید ارزش‌های مربوطه به روز شود. ارزشها بر حسب دلار می‌تواند از مرجع مربوطه[5]به روز و سپس به ریال تبدیل شود. در آخر، بر اساس سهم مساحت فلزات ذیربط از اکوسیستم‌های مورد نظر تحت تاثیر ناشی از فعالیت معدنکاری و ضرب آن در میانگین ارزش‌ها/ هزینه‌های خدمات اکوسیستمی هر بیوم، می‌توان میزان ارزش اقتصادی کل از دست رفته یا به عبارتی هزینه کل خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی را برآورد نمود. یکی از روش‌های انتقال ارزش برای خدمات اکوسیستم،

1- Benefit/Value Transfer Method
2- The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)
3- GDP per capita in PPP (Purchasing Power Parity) dollars
4- (Data.worldbank.org/indicator)
5- http://stats.areppim.com/calc/calcusdlrxdeflator.php

تعدیل مشخصات زمان است. یکی از جنبه‌های ارزشگذاری اثراتی که در طول زمان رخ می‌دهد، عمل تنزیل هزینه‌ها و منافع آینده، به منظور نشان دادن ارزش‌های موجود شان است. فرمول محاسبه تنزیل و یا ارزش فعلی به این صورت است:

$$PV = FV / (1+r)^n$$

که در آن؛

PV= ارزش فعلی، FV= ارزش آینده، r= نرخ تنزیل، n= تعداد سالهایی که در آینده در آن هزینه یا سود رخ می‌دهد (۳۰).

- انتخاب نرخ تنزیل مناسب[1]:

حداکثر نرخ تنزیل اجتماعی مورد کاربرد در مسائل ارزش‌گذاری دارائی‌های محیط‌زیستی، ارزیابی خسارت محیط‌زیستی پروژه‌های توسعه‌ای، و همچنین ارزیابی اقتصادی طرح‌های سرمایه‌گذاری در حوزه‌های مرتبط با منابع طبیعی و محیط زیست کشور، حداکثر نرخ ۵ در صد توصیه می شود (۳۱). در صورت موجود نبودن نرخ تنزیل اجتماعی، از نرخ بهره واقعی بخش کشاورزی و منابع طبیعی می‌توان استفاده نمود. جهت استخراج نرخ بهره واقعی این بخش، از میانگین سود سپرده گذاری بلندمدت رسمی گزارش شده توسط بانک مرکزی منهای متوسط نرخ تورم بخش کشاورزی و منابع طبیعی می‌تواند استفاده شود (۳۲). بر این اساس، در مطالعه حاضر برای طول دوره تنزیل خسارت های محیط زیستی توصیه می شود برای ارزیابی خسارت های معدنکاری در کشور یک دوره ۵۰ ساله در نظر گرفته شود.

یافته‌ها

برآورد هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلز مس در هر بیوم:

بر اساس پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور(www.frw.ir) ، سطح جنگل‌های ایران ۱۵۴۵۴۸۲۶، سطح مراتع ایران ۷۴۶۲۷۳۵۷ و سطح بیابان‌ها ۴۶۳۲۲۲۲۵ هکتار است. مساحت تالاب‌های ایران حدود ۲۵۰۰۰۰۰هکتار است (۲۰). بر اساس مطالعه جهانی سهم مراتع و جنگل‌های جهانی به ترتیب ۱۲۶۷۵۲۷۶۰۰ و ۴۳۷۷۴۹۹۹۰۰ هکتار تخمین زده شده است (۲۲). همچنین در گزارش جهانی تالاب سهم بیوم جهانی تالاب‌ها ۱۲۱۰۰۰۰۰۰۰ هکتار برآورد گردیده است که از این مقدار به ترتیب ۸۴۷۰۰۰۰۰هکتار به تالاب ساحلی و ۱۱۲۵۳۰۰۰۰۰ هکتار به تالاب داخلی اختصاص دارد. (۲۱). آمار مربوط به مساحت بیوم جهانی بیابان از سایت ویکی پدیا اخذ شده است و به طور تقریبی ۵۶۳۲۹۲۳۵۰۰ هکتار برآورد شده است. سهم فلزات آهن، مس، طلا و بوکسیت از بیوم‌های جهانی، از مطالعه Tost و همکاران (۲۰۲۰) (۱۳) استخراج شده است. بر این اساس، اختصاص سهم معدنکاری فلز مس در جنگل‌های ایران ۴۸۳ هکتار تخمین زده شد. همچنین سهم معدنکاری فلز مس در مراتع ایران ۷۱۹۷هکتار و در بیابان ۱۲۳۱ هکتار برآورد شده است که با توجه به حضور سه تا از معادن مس بزرگ ایران در مجاورت سه اکوسیستم مزبور، یعنی معدن مس سونگون اهر که در مجاورت جنگل های ارسباران قرار دارد، معدن مس سرچشمه کرمان در مجاورت مناطق بیابانی سرچشمه کرمان و همچنین معدن مس میدوک در مجاورت مناطق مرتفع و مرتعی، مقادیر محاسبه شده، منطقی به نظر می رسد. سپس سهم فلزات ذیربط برآورد شده از بیوم‌های مزبور برای ایران در میانگین ارزش‌های تعدیل شده خدمات زیست بومی برای کشور ایران در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰) ضرب شده و در انتها هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلزات از معادن در ایران محاسبه می‌گردد. به منظور تخمین هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی در بیوم‌های ذیربط ناشی از معدنکاری فلزات، سهم معدنکاری فلزات در بیوم های مزبور برای ایران (برحسب هکتار) را در میانگین ارزش‌های تعدیل شده خدمات زیست بومی برای کشور ایران در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰) ضرب نموده و سپس مجموع ارزش‌های به دست آمده را می‌توان اگر بر حسب دلار است به ریال تبدیل نمود . با استفاده از مرجع

1- Selecting the Discount Rate

(http://www.oanda.com/currency/converter) می‌توان دلار را به ریال تبدیل نمود و یا بر اساس نرخ ارز نیمایی معادل ریالی یک دلار را برابر با ۲۳۰۰۰۰ ریال برای مثال در سال پایه ۱۴۰۰در نظر گرفت. بنابراین هزینه خسارت های زیست محیطی تقریبی وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از فعالیت معدنکاری فلز مس در بیوم جنگل معادل۱۱۷۸۳۲۶۸میلیون ریال، در اکوسیستم مرتعی ۲۲۵۲۶۶۱ میلیون ریال برآورد گردیده است. مجموع هزینه خسارت های زیست محیطی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز مس در مجموع بیوم‌های ذیربط، ۱۴۰۳۵۹۲۹ میلیون ریال (معادل ۶۱ میلیون دلار) برآورد شده است. برآورد هزینه‌های خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی (از د ست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) در هر بیوم ناشی از معدنکاری فلزات مس، بوکسیت، طلا و سنگ معدن آهن در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- تخمین هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات مس، بوکسیت، طلا و سنگ معدن آهن در هر بیوم

Table 1. Estimating the cost of damages to ecosystem services (loss of ecosystem services values) due to metal mining of copper, bauxite, gold and iron ore in each biome

نام فلز	بیوم	سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز مس در انواع زیست بوم‌ها (هکتار)	میانگین ارزش (میلیون ریال/ هکتار/ سال: ۲۰۲۰)[1]	هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکوسیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز مس در هر بیوم (۲۰۲۰) میلیون ریال
مس	جنگل	۴۸۳	۲۴۳۹۶(جمع میانگین ارزش هر هکتار از جنگل گرمسیری و معتدل)	۱۱۷۸۳۲۶۸
	مرتع	۷۱۹۷	۳۱۳	۲۲۵۲۶۶۱
	بیابان[2]	۱۲۳۱		-
	مجموع	۸۹۱۱		۱۴۰۳۵۹۲۹(معادل ۶۱ میلیون دلار)
بوکسیت	جنگل	۱۹۹	۲۴۳۹۶ (جمع میانگین ارزش هر هکتار از جنگل گرمسیری و معتدل)	۴۸۵۴۸۰۴
	تالاب ساحلی	۲	۱۲۳۰۸	۲۴۶۱۶
	مرتع	۱۶۳۲	۳۱۳	۵۱۰۸۱۶
	بیابان	۳	-	
	مجموع	۱۸۳۸		۵۳۹۰۲۳۶ (معادل ۲۳ میلیون دلار)

۱- در این مطالعه از میانگین ارزش‌های استاندارد شده خدمات اکوسیستمی در هر بیوم (دلار/ هکتار / سال: سطح قیمت ۲۰۲۰) مطابق با مطالعه جهانی دی گروت و همکاران (ESVD, 2020) استفاده شده است

۲- در مطالعات جهانی، برآورد میانگین ارزش‌های خدمات زیست بومی سالانه برای بیوم بیابان صورت نگرفته است.

ماخذ : یافته های تحقیق

نام فلز	بیوم	سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز مس در انواع زیست بوم‌ها (هکتار)	میانگین ارزش (میلیون ریال/ هکتار/ سال: ۲۰۲۰)[1]	هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکوسیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز مس در هر بیوم (۲۰۲۰) میلیون ریال
طلا	جنگل	۶۶۳	۲۴۳۹۶ (جمع میانگین ارزش هر هکتار از جنگل گرمسیری و معتدل)	۱۶۱۷۴۵۴۸
	تالاب	۰/۴	۱۹۴۹۴ (جمع میانگین ارزش هر هکتار از تالاب خشکی و ساحلی)	۷۷۹۸
	مرتع	۱۳۸۲۷	۳۱۳	۴۳۲۷۸۵۱
	بیابان	۹۶۸	-	-
	مجموع	۱۵۴۵۸		۲۰۵۱۰۱۹۷ (معادل ۸۹ میلیون دلار)
آهن	جنگل	۶۷۳	۲۴۳۹۶ (جمع میانگین ارزش هر هکتار از جنگل گرمسیری و معتدل)	۱۶۴۱۸۵۰۸
	مرتع	۲۸۷۰	۳۱۳	۸۹۸۳۱۰
	بیابان	۹۴	-	-
	مجموع	۳۶۳۷		۱۷۳۱۶۸۱۸ (معادل ۷۵ میلیون دلار)

همان طور که در جدول۱ مشاهده می‌شود سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز مس در بیوم جنگلی ۵/۴ ٪، بیوم مرتع ۸۰/۷ ٪ و از اکو سیستم بیابان ۱۳/۸ ٪ برآورد شده است. سهم هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکو سیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز مس در بیوم جنگل ۸۴ ٪ و در بیوم مرتع ۱۶ ٪ محاسبه شده است.

برآورد هزینه خسارت های خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلز بوکسیت در هر بیوم:

اختصاص سهم معدنکاری فلز بوکسیت در جنگل‌های ایران ۱۹۹ هکتار تخمین زده شد. همچنین سهم معدنکاری فلز بوکسیت در مراتع ایران ۱۶۳۲ هکتار و در بیابان به مقدار ناچیز ۳ هکتار برآورد شده است که با توجه به نحوه گسترش معادن بوکسیت ایران که بیشتر در مجاورت مراتع، مناطق مرتفع و با توپوگرافی کوهستانی است قابل توجیه می باشد. بنابراین هزینه خسارت‌های زیست محیطی تقریبی وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از فعالیت معدنکاری فلز بوکسیت در بیوم جنگل معادل ۴۸۵۴۸۰۴، در بیوم مرتعی ۵۱۰۸۱۶ و در تالاب ساحلی ۲۴۶۱۶ میلیون ر یال برآورد گرد یده است. مجموع هزینه خسارت های زیست محیطی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز بوکسیت در مجموع بیوم‌های ذیربط، ۵۳۹۰۲۳۶ میلیون ریال (معادل ۲۳ میلیون دلار) برآورد شده است. سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز بوکسیت در بیوم جنگلی ۱۰/۸ ٪ بیوم مرتع ۸۸/۷ ٪، اکو سیستم تالاب ساحلی ۰/۱٪ و از اکو سیستم بیابان ۰/۱۶ ٪ برآورد شده است. سهم هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکوسیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز بوکسیت در بیوم جنگل ۹۰٪ ، اکوسیستم تالاب ساحلی ۰/۴۵ ٪ و در بیوم مرتع ۹/۴ ٪ محاسبه شده است.

برآورد هزینه خسارت های خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلز طلا در هر بیوم:

اختصاص سهم معدنکاری فلز طلا در جنگل‌های ایران ۶۶۳، در مراتع ۱۳۸۲۷، در بیابان ۳۷۱ و در تالاب ۰/۴هکتار تخمین زده شده است که با توجه به تیپ و نوع ذخایر معادن طلای ایران قابل توجیه است. بنابراین هزینه خسارت های زیست محیطی تقریبی وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از فعالیت معدنکاری فلز طلا در بیوم جنگل معادل ۱۶۱۷۴۵۴۸، در بیوم مرتعی ۴۳۲۷۸۵۱ و در بیوم تالاب ۷۷۹۸ میلیون ریال برآورد گردیده است. مجموع هزینه خسارت های زیست محیطی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز طلا در مجموع بیوم های ذیربط، ۲۰۵۱۰۱۹۷ میلیون ریال (معادل ۸۹ میلیون دلار) برآورد شده است. سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز طلا در بیوم جنگلی ۴/۳ ٪ بیوم مرتع۸۹/۴ ٪، اکوسیستم تالابی بسیار ناچیز و در اکوسیستم بیابان ۶/۳ ٪ برآورد شده است. سهم هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکوسیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز طلا در بیوم جنگل ۷۹٪ ، اکوسیستم تالابی ۰/۰۳ ٪ و در بیوم مرتع ۲۱ ٪ محاسبه شده است.

برآورد هزینه خسارت های خدمات زیست بومی ناشی از استخراج فلز آهن در هر بیوم:

اختصاص سهم معدنکاری فلز آهن در جنگل‌های ایران ۶۷۳، در مراتع ۲۸۷۰ و در بیابان ۹۴ هکتار تخمین زده شده است که با توجه به نحوه استخراج از معادن مربوطه که صرفاً در محدوده یک پیت باز شده استخراجی است و مناطق هم جوار را کمتر دچار تخریب می کند، توجیه پذیر می باشد. بنابراین هزینه خسارت های زیست محیطی تقریبی وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از فعالیت معدنکاری فلز آهن در بیوم جنگل معادل ۱۶۴۱۸۵۰۸، در بیوم مرتعی۸۹۸۳۱۰ میلیون ریال برآورد گردیده است. مجموع هزینه خسارت های زیست محیطی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز آهن در مجموع بیوم های ذیربط، ۱۷۳۱۶۸۱۸ میلیون ریال (معادل ۷۵ میلیون دلار) برآورد شده است. سهم مساحت خسارت های معدنکاری فلز مس در بیوم جنگلی ۱۸/۵ ٪ بیوم مرتع ۷۸/۹ ٪ و از اکوسیستم بیابان۲/۶ ٪ برآورد شده است. سهم هزینه خسارت های تقریبی وارد بر خدمات اکوسیستمی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری فلز مس در بیوم جنگل ۹۵٪ و در بیوم مرتع ۵٪ محاسبه شده است.

بحث و نتیجه گیری

ارزیابی هزینه خسارت های وارد بر خدمات اکوسیستمی یک ابزار سیاستی مطلوب و موثر برای حفاظت از خدمات اکوسیستمی و ایجاد پیامدهای منفی کمتر ناشی از معدنکاری است که می‌تواند به پیشگیری از نابودی و تخریب بیشتر اکوسیستم های طبیعی و شکننده در محدوده اثر فعالیت معدنکاری به نحوی که خدمات زیست بومی آنها حفظ شود و از تنوع زیستی آنها حفاظت به عمل آید، منجر گردد و مشوقی برای بنگاه ها است که هزینه های وارد بر ES را کم کنند . تحقیقات مربوط به هزینه خسارت های وارد بر خدمات اکوسیستمی ناشی از فعالیت های توسعه ای در تمام دنیا در حال رشد فزاینده است . در این مطالعه برای نخستین بار در ایران امکان ارزیابی و برآورد هزینه خسارت های وارد خدمات اکوسیستمی ناشی از معدنکاری فلزات با استفاده از روش انتقال منفعت فراهم گردید. خلاصه نتایج حاصل از یافته های تحقیق به شرح ذیل ارائه می‌گردد:

-سهم مساحت خسارت های معدنکاری مجموع فلزات در مجموع زیست بوم‌های ذیربط ۲۹۸۴۴ هکتار تخمین زده شده است که از این مقدار، ۸۵ درصد مربوط به سهم فلزات در اکوسیستم مرتعی، ۷ درصد اکوسیستم جنگلی، ۸ درصد اکوسیستم بیابان و برای اکوسیستم تالاب ۰/۰۲ می‌باشد. مجموع هزینه خسارت های خدمات زیست بومی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری چهار فلزمس، طلا و بوکسیت و آهن در مجموع بیوم‌های ذیربط، ۵۷۲۵۳۱۸۰ میلیون ریال (معادل ۲۴۸ میلیون دلار) در سال ۲۰۲۰ برآورد شده است، که سهم آن در مقایسه با برآورد جهانی هزینه کل خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری چهار فلز

طلا، سنگ معدن آهن، مس و بوکسیت (۵/۴ بیلیون دلار در سال ۲۰۱۶)، (۲۰)، ۴/۶ درصد محاسبه شده است که رقم قابل توجهی محسوب می گردد.

-سهم مجموع هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری چهار فلزمس، طلا و بوکسیت و آهن در اکوسیستم جنگلی به طور تقریبی۸۶ درصد، در اکوسیستم مرتعی ۱۴ درصد و برای اکوسیستم تالابی ۰/۰۶ درصد تخمین زده شده است. همان طور که ملاحظه می شود بیشترین هزینه خسارت برای ES به ترتیب مربوط به اکوسیستم جنگلی و مرتعی برآورد شده است. با وجود این که سهم مساحت خسارت های معدنکاری مجموع فلزات در اکو سیستم مرتعی ۸۵ در صد است، اما با توجه به میانگین ارزش بالای مجموع خدمات زیست بومی در هر هکتار بیوم جنگل، مجموع هزینه خسارت های خدمات زیست بومی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) ناشی از معدنکاری چهار فلز در بیوم جنگل از سایر بیوم‌ها بالاتر برآورد شده است.

-سهم هزینه خسارت های خدمات زیست بومی (از دست رفتن ارزش خدمات زیست بومی) چهار فلز ذیربط در مجموع بیوم‌های مزبور برای ایران در مقایسه با مطالعه جهانی کاستانزا و همکاران در خصوص هزینه خسارت های (تغییرات در ارزش های جهانی) بین سالهای ۱۹۹۷ و ۲۰۱۱ (۱۹) که بین ۴/۳ و ۲۰/۲ تریلیون دلار در سال تخمین زده شده است بین ۰/۰۰۵ تا ۰/۰۰۱ درصد برآورد گردید. مطالعه Tost و همکاران (۲۰۲۰) (۱۳) تنها مطالعه در زمینه موضوع مورد تحقیق است که هزینه های خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات را برآورد نموده است. در مطالعه حاضر نیز محاسبه هزینه خسارت های وارد بر خدمات زیست بومی ناشی از معدنکاری فلزات مس، طلا، بوکسیت و آهن در ایران به نتایج مشابهی دست یافته است. از جمله اینکه معدنکاری فلزات خسارت بر روی ارزش خدمات زیست بومی وارد می کند و سهم آن نیز از مطالعه جهانی کاستانزا و همکاران (۲۰۱۴) (۱۹) (در خصوص مقایسه با تغییر ارزش های جهانی) در این تحقیق تخمین زده شده است. روش استفاده شده در این تحقیق نیز همانند مطالعه Tost و همکاران روش انتقال منفعت است. فلزات مورد بررسی نیز یکسان فرض شده است. بنابراین یافته های این دو تحقیق با یکدیگر همسو است و همخوانی دارد. وجه تمایز تحقیق حاضر با مطالعه Tost و همکاران در استفاده از پایگاه داده برای برآورد هزینه خسارت های خدمات زیست بومی است. در مطالعه حاضر تخمین هزینه های خدمات زیست بومی بر پایه اعداد ارائه شده توسط دی گروت و همکاران در پایگاه به روز (ESVD 2020) برآورد شده است (۲۴) ، در حالی که در مطالعه Tost و همکاران از پایگاه داده (ESVD 2012) استفاده شده است. محدودیت های این تحقیق شامل محدودیت دسترسی به داده ها، فقدان اطلاعات به روز از مساحت دقیق بیوم های جهان و ایران، عدم برآورد خسارت های زیست محیطی مربوط به معدنکاری سایر فلزات، عدم امکان بررسی خسارت های برآوردی به صورت چندگانه و توامان به دلیل پیچیدگی های اکولوژیکی و اقتصادی و اجتماعی موجود می باشد. در پایان برای رفع محدودیت های مربوطه، به منظور بهینه‌سازی مدیریت اکوسیستمی (با تکیه بر هزینه‌های زیست محیطی محاسبه شده)، به کارگیری رویکرد استفاده از ابزارهای اقتصادی و تعیین مالیات های اصلاحی برای جبران خسارت های وارده بر محیط‌زیست و یا درونی سازی اثرات خارجی[1] لذا درونی سازی[2] هزینه خسارت های وارد بر ES ناشی از فعالیت معدنکاری جهت بهبود عملکرد پایداری آن در محدوده مورد مطالعه توصیه می گردد. به عبارتی درونی کردن هزینه های خدمات زیست بومی برای معدنکاری به منظور بهبود عملکرد پایداری مدنظر قرار گیرد. با تعیین صحیح محدوده اثرات در فعالیت معدنکاری (تعریف مرزهای صحیح فضایی و زمانی اکوسیستم های واقع در محدوده اثر فعالیت معدنکاری) ، دولت می‌تواند پایش خدمات زیست بومی از دست رفته را در عملیات معادن در سراسر کشور را تقویت کند و به این ترتیب آگاهی تصمیم گیران درباره نقش و حفاظت از خدمات اکوسیستمی در توفیق اهداف توسعه بیشتر شود. تسهیل پیشرفت در طراحی سازوکارهای پرداخت به ازاء

1- Externalities

2- Internalization

خدمات اکوسیستمی فراهم شود. (درک بهتر پرداخت برای خدمات اکوسیستمی و یا سایر سازوکارهای انگیزش اقتصادی که منجر به استمرار ارائه خدمات می‌گردد، یکی از موضوعات مهم کشور برای تحقیقات خواهد بود). پیشنهاد می شود هزینه خسارت های زیست محیطی ناشی از معدنکاری مربوط به سایر فلزات نیز بررسی شود و نیز بررسی امکان باز کردن معادن جدید در مناطقی که تنوع زیستی کمی دارند و در نتیجه خسارت زیست محیطی کمتری را به اکوسیستم های طبیعی و خدمات اکوسیستمی مربوطه وارد می کنند فراهم گردد. امید است مطالعه حاضر، چشم اندازی نوین برای تحقیقات بیشتر در خصوص برآورد هزینه خسارت های زیست محیطی وارد بر خدمات زیست بومی مربوط به فعالیت‌های معدنکاری با شد. لذا درونی سازی[1] هزینه خسارت‌های وارد بر ES مشوقی برای معدنکاری جهت بهبود عملکرد پایداری آن خواهد بود.

References

1. MA. 2005. Ecosystems and human well-being. Island Press Washington DC.
2. Li, F., Liu, X., Zhao, D., Wang, B., Jin, J., Hu, D., 2011. Evaluating and modeling ecosystem service loss of coal mining: A case study of Mentougou district of Beijing, China. Ecological Complexity, Vol. 8(2), pp 139-143.
3. Torkashvand, A., Ghasemi Siani, M., Tabbakh Shabani, AA. Karimi Shahraki, B., 2019. Environmental effects of mining and iron ore processing in Choreh Nab mine, Zanjan province. The Second Conference on Mining and Green Mining Industries of Iran. PP 9. (In Persian)
4. Farjana, S.H., Huda,N., Mahmud,M.A.P., Saidur, R., 2019. A review on the impact of mining and mineral processing industries through life cycle assessment. Journal of Cleaner Production, Vol. 231, pp. 1200-1217.
5. Omotehinse, A. O., De Tomi, G., Baninla, Y., 2019. Proactive Management of Ecosystem Services in Oil Sands Pre-mining Phase. Journal of Natural Resources Research.29,pp 1-17.
6. Boldy, R., Santini, T., Annandale, M., Erskine, PD., Sonter, LJ., 2021. Understanding the impacts of mining on ecosystem services through a systematic review. The Extractive Industries and Society.
7. Haddaway, NR., Cooke, SJ., Lesser, P., Macura, B., Nilsson, AE., Taylor, JJ., Raito, K. 2019. Evidence of the impacts of metal mining and the effectiveness of mining mitigation measures on social–ecological systems in Arctic and boreal regions: a systematic map protocol. Environmental Evidence. Vol. 8(1), pp. 1-11.
8. Hartman, H. L., Mutmansky, J. M., 2002. Introductory mining engineering. John Wiley & Sons.
9. Virgone, K., Brusseau, M.L., Ramirez-Andreotta, M., Coeurdray, M., Poupeau, F., 2014, December. Evaluating the Impact of Modern Copper Mining on Ecosystem Services in Southern Arizona. In AGU Fall Meeting Abstracts (Vol. 2014, pp. H51G-0695).
10. Zarandian, A., 2020. Development of an instruction for estimating damage to the marine coasts (in the north and south of the country) resulting from oil, gas, and petrochemical refinery projects, Research Institute for Environment and Sustainable

1- Internalization

Development. Department of Environment, Iran. (In Persian)

11. Qian, D., Yan, C., Xiu, L., Feng, K., 2018. The impact of mining changes on surrounding lands and ecosystem service value in the Southern Slope of Qilian Mountains. Ecological complexity, 36, pp.138-148.
12. OECD, 2019. Global Material Resources Outlook to 2060 - Economic Drivers and Environmental Consequences.
13. Tost, M., Murguia, D., Hitch, M., Lutter, S., Luckeneder, S., Feiel, S., Moser, P., 2020 .Ecosystem services costs of metal mining and pressures on biomes. Journal of The Extractive Industries and Society. Vol.7(1), pp. 79-86.
14. Siqueira-Gay, J., Sonter, L.J., Sánchez, L.E., 2020. Exploring potential impacts of mining on forest loss and fragmentation within a biodiverse region of Brazil's northeastern Amazon. Resources Policy, Vol 67, p.101662.
15. Ranjan, R., 2019. Assessing the impact of mining on deforestation in India. Resources Policy, vol. 60, pp. 23-35.
16. Wasis, B., Saharjo, B.H., Kusumadewi, F., Utami, N.H., Putra, M.H.W., 2018. Analysis of economic valuation of environmental damage due to sand mine in Gumulung Tonggoh, Cirebon District, and West Java Province, Indonesia. Archives of Agriculture and Environmental Science. Vol. 3(4), pp. 360-366.
17. Barenblitt, A., Payton, A., Lagomasino, D., Fatoyinbo, L., Asare, K., Aidoo, K., Pigott, H., Som, CK., Smeets, L., Seidu, O., Wood, D., 2021. The large footprint of small-scale artisanal gold mining in Ghana. Science of the Total Environment. Vol. 781, pp. 146644
18. Murguía, D.I., Bringezu, S., Schaldach, R., 2016. Global direct pressures on biodiversity by large-scale metal mining: Spatial distribution and implications for conservation. Journal of environmental management, 180, pp.409-420.
19. Costanza, R., De Groot, R., Sutton, P., Van Der Ploeg, S., Anderson, S.J., Kubiszewski, I., Farber, S.,Turner, R.K., 2014. Changes in the global value of ecosystem services. Global Environmental Change. Vol. 26 pp. 152-158.
20. Iranian Society of Consulting Engineers. 2015. Wetlands and an analysis of the causes and factors of their stability and instability. (In Persian)
21. Gardner, RC., Finlayson, C., 2018. Global wetland outlook: state of the World's wetlands and their services to people. InRamsar Convention Secretariat. vol. 5, pp. 2020-5
22. Sayre, R., Karagulle, D., Frye, C., Boucher, T., Wolff, N.H., Breyer, S., Wright, D., Martin, M., Butler, K., Van Graafeiland, K., Touval, J., 2020. An assessment of the representation of ecosystems in global protected areas using new maps of World Climate Regions and World Ecosystems. Global Ecology and Conservation, 21, p.e00860.
23. IPRC. Islamic Parliament Research Center of the Islamic Republic of IRAN. 2020; Available.
24. from: https://rc.majlis.ir/en/content/about_islamic_parliament_research_center.
25. De Groot, R., Brander, l., Solomonides,

S. 2020. Ecosystem Services Valuation Database (ESVD) Update of global ecosystem service valuation data. Available from: https://www.espartnership.org/esvd/.

26. Adiansyah , J.S., Rosano, M., Biswas,W.,Haque, N., 2017.Life cycle cost estimation and environmental valuation of coal mine tailings management. Journal of Sustainable Mining.16(3), pp. 114-125.
27. Amirnejad, H., Ataie Solut, K. 2011. Economic valuation of environmental resources. Avaye Masih Publications, 427 pp. (In Persian)
28. Figueroa, E., Pasten, R., 2011. Improving benefit transfer for wetland valuation: income adjustment and economic values of ecosystem goods and services .Waddenacademie.
29. Van der Ploeg, S., De Groot, R.S., Wang, Y., 2010. The TEEB Valuation Database: Overview of Structure, Data, and Results. Final Report. Wageningen, the Netherlands. Foundation for Sustainable Development.
30. De Groot, R., Brander, L.M., van der Ploeg, S., Costanza, R., Bernard, F., Braat, L.C., Christie, M., Crossman, N.D., Ghermandi, A., Hein, L., Hussain, S., Kumar, P., McVittie, A., Portela, R., Rodriguez, L.C., ten Brink, P., van Beukering, P., 2012. Global estimates of the value of ecosystems and their services in monetary units. Ecosystem Services. Vol. 1(1), pp. 50-61.
31. Brander, L., 2013. Guidance manual on value transfer methods for ecosystem services. UNEP.
32. Nazari, MR., 2020. Guidelines for the economic valuation of basic environmental assets. Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Iran. (In Persian)
33. Montazerhojat, A.H., & Mansouri, B., 2016. Economic Valuation of Environmental benefits (A Case Study: Bamdej Wetland). Quarterly Journal of Applied Economics Studies in Iran (AESI). Vol. 5(18), pp. 243-269. (In Persian)