

بهبود عملکرد دستورالعمل‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیست با تلفیق رویکرد خدمات اکوسیستمی (مطالعه موردی: پروژه‌های راه و راه‌آهن)

آرام پاپی^۱، رومینا سیاح‌نیا^{۱*}، نغمه مبرقعی دینان^۱

۱. گروه برنامه‌ریزی و طراحی محیط، پژوهشکده علوم محیطی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران

(دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۲۷ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۰۱)

چکیده

استفاده نادرست از منابع، سبب شده در دستور کار ۲۱، ارزیابی اثرات محیط‌زیستی از مهم‌ترین ابزارهای حفاظت محیط‌زیست و دستیابی به توسعه پایدار نظام برنامه‌ریزی اعلام شود. مهم‌ترین مسئله در انتخاب گزینه‌ها، دستیابی به سود اقتصادی بوده که پیامدهایی نظیر آلودگی، فرسایش، تخریب جنگل‌ها، تغییرات اقلیمی و کمبود منابع در برداشته است. به علت نبود ساختار اجرایی مناسب، تقویم به ارزش پولی بودن و بی‌توجهی به خدمات اکوسیستمی، تصمیمات گرفته شده جهت رد یا تأیید پروژه، دقیق نیستند. برای دستیابی به ارزش خدمات اکوسیستمی باید مطالعات تأثیرات محیط‌زیستی انجام و سپس با راهنمای روش‌شناختی، خدمات اکوسیستمی در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی ادغام شود. هدف این پژوهش بهبود عملکرد دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست با تلفیق رویکرد خدمات اکوسیستمی در پروژه‌های راه و راه‌آهن است. در این پژوهش به بررسی روند اجرایی و راه‌های رفع نواقص دستورالعمل اجرایی ارزیابی اثرات محیط‌زیست پروژه‌های راه و راه‌آهن با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای و نظرسنجی به روش دلفی از ۳۰ متخصصین با سابقه بیش از ۵ سال در این حوزه پرداخته شده است. نتایج با استفاده از تکنیک «سوات» جهت شناسایی و تحلیل تهدیدها و فرصت‌ها در محیط خارجی سازمان حفاظت محیط‌زیست و همچنین قوت‌ها و ضعف‌های درونی سازمان مورد بررسی قرار گرفته است. ماتریس به دست آمده در خانه تلاقی نقاط فرصت و ضعف و با کاربرد استراتژی انطباقی است. تلاش بر کاستن ضعف‌هایی مانند نبود دستورالعمل تخصصی برای هر پروژه، اولویت قراردادن شرایط اقتصادی و نیازهای نسل حاضر، بررسی جداگانه عوامل محیطی بدون در نظر گرفتن رابطه اکولوژیکی و رسیدن به حداکثر استفاده از فرصت‌های موجود باشد.

واژه‌های کلیدی: اثرات محیط‌زیست، ارزش‌گذاری، خسارت، خدمات اکوسیستمی، راه‌آهن.

Improving the Performance of Environmental Impact Assessment Guidelines by Integrating the Ecosystem Services Approach (Case study: Road and Railway projects)

Papi¹, A., Sayahnia^{1*}, R., Mobarghaei¹, N.,

1. Department of Environmental Planning and Design, Environmental Sciences Research Institute, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran

Received: 18/08/2022 Accepted: 23/10/2022

Abstract

In Agenda 21, Environmental Impact Assessment was announced as one of the essential tools for protecting the environment. The most critical problem is the achievement of economic profit that has caused pollution, erosion, climate change, and loss of resources. Due to the lack of a suitable executive structure, a monetary value calendar, and attention to ecosystem services, the decisions made to reject or approve the project need to be more accurate. In order to achieve the value of ecosystem services, environmental impact studies should be done; then, by creating a methodological guide, ES will be integrated with EIA. This research aims to improve the performance of environmental impact assessment guidelines by integrating the ecosystem services approach in road and railway projects. In this applied research, the implementation process and solutions for solving the shortcomings of the implementation guidelines for assessing the environmental effects of road and railway projects have been investigated using library studies and a Delphi survey of 30 experts with more than 5 years of experience in this field. The results have been analyzed using the SWOT technique to identify the threats and opportunities in the external environment of the environmental organization, as well as the internal strengths and weaknesses of the organization. The matrix obtained in the house is the intersection of opportunities and weaknesses, so an adaptive strategy should be used in order to reduce weaknesses such as a lack of specialized instructions for each project and to prioritize economic conditions, separately examining environmental factors without considering the ecological relationship, etc., and reaching the maximum use of available opportunities.

Keywords: Environmental impact, Valuation, Damage, Ecosystem services, Railways.

مقدمه

محیط‌زیست مجموعه عظیم و در هم پیچیده‌ای است که بر فعالیت‌های انسان تأثیر می‌گذارد و خود نیز از آن متأثر می‌شود. استفاده نادرست از سرزمین، سبب استفاده بیش از اندازه توان آن و همچنین بهره‌کشی انسان از سرزمین شده است (مخدوم، ۱۳۸۰؛ سعیدی فرد، ۱۳۸۶). نخستین بار در سال ۱۹۰۸ میلادی کنفرانس حفاظت از محیط‌زیست آمریکا، خواهان آتیه‌نگری آلودگی‌ها شد (یدالهی صابر و همکاران، ۱۳۹۸). جهت مدیریت محیط‌زیست و محافظت از منابع طبیعی تکنیک‌های متنوعی از جمله ارزیابی اثرات محیط‌زیستی^۱ (EIA) تدوین شد (دبیری و کیانی، ۱۳۸۶؛ احمدپوری و همکاران، ۱۳۹۷). این تکنیک در سال ۱۹۶۲ میلادی با وضع قانون سیاست محیط‌زیستی ملی در آمریکا جنبه رسمی گرفت (ملماسی، ۱۳۹۴). ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA) ابزاری پیشگیرانه در سیاست‌های محیط‌زیستی است که عملکرد آن پیش‌بینی و مدیریت تأثیرات احتمالی ناشی از یک پروژه معین قبل از احداث آن در سرزمین است (Sousa et al., 2020). موضوع ارزیابی اثرات محیط‌زیستی در ایران از سال ۱۳۷۳ شمسی براساس مصوبه شماره ۱۳۸ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست، یک الزام برای نظام برنامه‌ریزی کشور شد. این قانون در برنامه‌ریزی دوم توسعه در قالب تبصره ۸۲، در برنامه سوم در قالب ماده ۱۵۰ و در برنامه چهارم توسعه در قالب ماده ۷۱، در برنامه پنجم در قالب بند (الف) ماده ۱۹۲ و در برنامه ششم در قالب ماده ۱۰ به جهت برنامه‌ریزی ناظر بر ادغام ملاحظات محیط‌زیستی در اجرای طرح‌ها و پروژه‌های بزرگ تولیدی، خدماتی و زیربنایی الزام‌آور شد (زبردست و همکاران، ۱۳۹۴). در طی مصوبه جلسه ۱۳۹۵/۱۲/۲۴ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست ۵۵ طرح مشمول ارزیابی اثرات محیط‌زیست می‌شوند. این پژوهش به بررسی طرح‌های راه و راه‌آهن در ایران می‌پردازد؛ چرا که ارزیابی اثرات محیط‌زیستی پروژه‌های حمل و نقل در ایران با تأخیری بیش از ۲۰ سال در مقایسه با بسیاری از کشورهای توسعه‌یافته الزامی شده است (عباسپور و همکاران، ۱۳۸۸). دستورالعمل اجرایی

حال حاضر، عوامل فیزیکی - شیمیایی، بیولوژیکی - اکولوژیک، اقتصادی - اجتماعی - فرهنگی را در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری مورد بررسی قرار می‌دهد. بررسی تأثیرات روی اجزای طبیعی (آب، خاک، آب و هوا، مواد معدنی، چشم‌انداز، گیاهان و حیوانات) به صورت جداگانه و بدون توجه به ارتباطاتی که بین عوامل بیولوژیکی و غیرزنده وجود دارد بررسی می‌شود (Landsberg et al., 2013). به علت نبود ساختار اجرایی مناسب، نبود تقویم به ارزش پولی بودن نتیجه ارزیابی و بی‌توجهی به خدمات اکوسیستمی موجب شده تصمیمات، در رد یا تأیید اجرای پروژه، بسیار دقیق و کاربردی نباشد (مبوقعی و برق‌جلوه، ۱۳۹۰). در نتیجه نیاز به اجرای رویه‌های جدیدی در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی وجود دارد. از نظر اکولوژیکی ادغام خدمات اکوسیستمی^۲ (ES) در ارزیابی اثرات محیط‌زیستی کاری جدید و کاربردی است، زیرا خدمات اکوسیستمی مزایایی است که جمعیت انسانی از اکوسیستم دریافت می‌کند (Geneletti, 2015) و عملکرد زیست‌کره را منعکس می‌کنند که در دوره کوتاه و بلندمدت بر رفاه اقتصادی - اجتماعی جمعیت تأثیر می‌گذارد (Sousa et al., 2020). در دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست اجرایی حاضر به خدمات اکوسیستم پرداخته نمی‌شود و طبیعت امری مسلم و کم ارزش تلقی شده است. مهم‌ترین مسئله مورد توجه در انتخاب گزینه‌ها، دستیابی به سود اقتصادی از پروژه‌ی مورد نظر است و از تحلیل‌های هزینه - منفعت استفاده نمی‌شود. نتیجه چنین رشد و توسعه‌ای استفاده بی‌رویه و غیر عقلایی از منابع طبیعی و محیط‌زیست است. همچنین باعث پیدایش پیامدهایی نظیر آلودگی‌های شدید آب و خاک، فرسایش خاک، تخریب جنگل‌ها، کاهش تنوع زیستی، تخریب لایه ازن، تغییرات اقلیمی و کمبود بسیاری از منابع در کره زمین شده است (زبردست و همکاران، ۱۳۹۴) اکوسیستم رفته رفته دچار تغییر شد و دولت‌ها مجبور شده‌اند در زیرساخت‌های سرمایه‌گذاری کنند تا خدمات اکوسیستمی که در اثر احداث پروژه از بین رفته‌اند را جایگزین کنند (Landsberg et al., 2011). از طرفی ظرفیت و جریان

می‌شوند. همین امر در طولانی‌مدت موجب کاهش تنوع زیستی و خدمات اکوسیستم می‌شود (Tardieu et al., 2015; European Commission, 2015). درک ارتباط بین تغییر فعالیت و تغییرات در خدمات اکوسیستم بسیار مهم است (Everard and Waters, 2013). زیرا بین خدمات اکوسیستم و جامعه بیولوژیکی پیوندی محکم وجود دارد. از طرفی دیگر پیوندی بین خدمات اکوسیستم و رفاه اقتصادی - اجتماعی برقرار است. همین امر موجب ایجاد سه رکن پایداری (اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی) می‌شود (Sousa et al., 2020). وستمن در سال ۱۷۹۹ به این نتیجه رسید که می‌توان منافع همگانی حاصل از اکوسیستم یا خدمات طبیعت را جهت اتخاذ تصمیمات مدیریتی دقیق‌تر برشمرد (اسدالهی و همکاران، ۱۳۹۷). از اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی متخصصان شروع به تعیین ارزش کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم‌های طبیعی و نیمه‌طبیعی کردند (پژوهنده و همکاران، ۱۳۸۶). از سال ۱۹۷۰ میلادی با استفاده سودمند از توابع مفید اکوسیستم به‌عنوان خدمات، به منظور افزایش علاقه عمومی به حفاظت از تنوع زیستی، پرداخت به خدمات اکوسیستمی شروع شد. سپس در دهه ۱۹۹۰ با جریان اصلی خدمات اکوسیستم در ادبیات و با افزایش علاقه به روش‌های تخمین ارزش اقتصادی آنها ادامه یافت (Gómez-Baggethun, 2010; Costanza et al, 1997). در ایران، براساس ماده ۵۹ قانون برنامه چهارم توسعه کشور، بر ضرورت محاسبه ارزش و هزینه‌های محیط‌زیستی و لحاظ این ارزش‌ها و هزینه‌ها در فرایند امکان‌سنجی طرح‌های توسعه‌ای تأکید شده است (محمدی‌اشنایی و همکاران، ۱۳۹۳). کیفیت و کمیت خدمات اکوسیستمی متأثر مقیاس محلی و منطقه‌ای، نحوه جبران نقدی و غیرنقدی خدمت، ذی‌نفعان خدمت اکوسیستمی در بهبود نتیجه ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی^۳ (PES) تأثیرگذار است (Grima et al., 2016). برای ارزش‌گذاری نیاز به بستری رسمی برای تولید اطلاعات در مورد ارزش خدمات اکوسیستم براساس چشم‌اندازها و دیدگاه‌های مختلف گروه‌های ذی‌نفع وجود دارد (Lopes and

خدمات اکوسیستمی از نظر مکان و مقدار متفاوت است و باید مدیریت دقیق صورت گیرد (Schröter et al., 2014). اکوسیستم‌ها، جریانی از کالا و خدمات سودمند هستند که طی زمان ایجاد می‌شود، در علم اقتصاد تفاوتی با دارایی‌های دیگر ندارند و باید با روشی ارزش‌گذاری شوند. جدا از اینکه بازاری برای کالا و خدمات اکوسیستمی وجود دارد یا خیر، ارزش اجتماعی آنها باید با ارزش خالص کنونی این جریان‌ها برابر باشد (مبرقعی دینان و مافی، ۱۳۹۵). در فرایند ارزش‌گذاری اقتصادی اثرات پروژه در مرحله اجرا و یا در مرحله بهره‌برداری (بنگاه تولیدی یا خدماتی) باید استفاده از منابع محیط‌زیستی به هزینه منجر نشود، لذا نباید از حد تحمل، برد، توان یا خود پالایی منبع یا کارکردها بیشتر استفاده کرد (جباریان امیری، ۱۳۹۸). منابع طبیعی در دارایی‌های پایه کشورها نقش مهمی ایفا می‌کنند؛ لذا باید سرمایه‌های طبیعی را برای حفظ تنوع زیستی و توسعه اجتماعی‌شان نگهداری کنند (خسروی مشیزی، ۱۳۹۶). از آنجایی که توسعه اجتماعی و اقتصادی رابطه مستقیمی با مدیریت پایدار منابع طبیعی دارد، باید مصمم به حفظ و استفاده پایدار از منابع آب شیرین، اقیانوس‌ها و دریا، جنگل‌ها، کوه‌ها و مناطق خشک و حفاظت از تنوع زیستی، اکوسیستم‌ها و حیات‌وحش باشیم (Assembly, 2015). باید توجه داشت که استفاده از روش‌های یک‌بعدی در ارزیابی‌های محیط‌زیست ممکن است منجر به کتمان بسیاری از ارزش‌های محیط‌زیست شود (مبرقعی، ۱۳۸۹). استفاده از خدمات اکوسیستم در دستورالعمل EIA پروژه‌های راه و راه‌آهن دلیل مهم بودن توجه به محیط و خدمات اکوسیستم را نشان می‌دهد (Baker and Scott, 2013). زیرا تخریب سرمایه طبیعی نه‌تنها از ظرفیت طبیعت برای بازسازی خود، بلکه از مواد اولیه مورد نیاز برای کل تولید اقتصادی و جریان خدمات اکوسیستم ضروری برای رفاه انسان می‌کاهد (Science for Environment Policy, 2017). توجه به خدمات اکوسیستمی در دستورالعمل ارزیابی اثرات راه و راه‌آهن بسیار مهم است، زیرا با احداث این پروژه‌ها علاوه بر نابودی قسمتی از اکوسیستم، مانع حرکت حیوانات در آشیانه اکولوژی

عمرانی، خدماتی و زیربنایی موظف به انجام مطالعات امکان‌سنجی و مکان‌یابی و ارزیابی آثار محیط‌زیستی هستند. در الزام واحدهای دولتی به رعایت قوانین و مقررات محیط‌زیستی به دلایل متعدد موفق نبوده است، چرا که از یک سو اغلب صنایع بزرگ و مادر آلاینده، دولتی یا تحت مدیریت دولت‌اند و از سوی دیگر مدیریت سازمان حفاظت محیط‌زیست نیز بر عهده دارد (لسانی و همکاران، ۱۳۹۹). اغلب جاده‌های ایران بدون امکان‌سنجی و مطالعه، احداث شده‌اند. در رتبه‌بندی مجمع جهانی اقتصاد، ایران در میان ۱۴۲ کشور رتبه ۷۴ را دارد و فرانسه، سنگاپور، سوئیس به ترتیب رتبه‌های یک تا سه را از نظر کیفیت راه دارند (یزدانی امیری و همکاران، ۱۳۹۱). در برخی از احداث‌ها که مطالعه ارزیابی اثرات محیط‌زیستی صورت گرفته است برای مثال احداث آزادراه اراک-خرم‌آباد، احداث آزادراه تهران-شمال و احداث جاده دسترسی شهرستان سوسنگرد - بستان - چزابه، اغلب دارای اثرات مطلوب بر اقتصاد منطقه و کشور دارد؛ اما دارای اثرات منفی بر محیط طبیعی، جانوری، گیاهی و اکولوژی منطقه و همچنین آثاری بر محیط‌زیست انسانی، محیط‌های آب، خاک و هوا دارند. نتایج نشان می‌دهد آثار منفی پروژه‌ها نسبت به آثار مثبت آنها بالا است. اما پروژه‌ها با اعمال مدیریت محیط‌زیستی موجب رونق از لحاظ اقتصادی و اجتماعی منطقه می‌شود، به همین دلیل با احداث آن موافقت می‌شود (حسن‌پور و گودرزی، ۱۳۹۶؛ محمدی و همکاران، ۱۳۹۴؛ سالمی و همکاران، ۱۳۹۴). این امر نشان می‌دهد محیط‌زیست در احداث پروژه‌های راه و راه‌آهن ایران دارای اهمیت ناچیزی است. از طرفی یکی از عمده‌ترین تهدیدهای تنوع زیستی، توسعه زیر ساخت‌ها است. در واقع محرک اصلی تغییر تنوع زیستی، بهره‌وری از زمین و تغییر پوشش زمین، تغییر اقلیم، آلودگی، تکه‌تکه شدن زمین و توسعه زیر ساخت‌ها است. تأثیرات جاده و ترافیک شامل: مرگ‌ومیر، از دست‌دادن زیستگاه، کاهش کیفیت زیستگاه، جابه‌جایی حیوانات، کاهش بقا و تراکم جمعیت، ایجاد آلودگی، فرسایش و ... می‌شود. همین امر می‌تواند احتمال بقا و تراکم جمعیت پرندگان، برخی گونه‌های دوزیستان،

(Videira, 2013). برای دستیابی به ارزش خدمات اکوسیستم باید مطالعات تأثیرات محیط زیستی انجام شود سپس با ایجاد یک راهنمای روش‌شناختی، موجب ادغام ES در EIA شود (Sousa et al., 2020). در اهداف توسعه پایدار اندازه‌گیری و سنجش میزان تولید و مصرف، پیش‌شرط مدیریت محیط‌زیست و کاهش آلودگی است. جهت کاهش فاصله بین رشد اقتصادی و حفاظت از منابع زیستی، توسعه اقتصادی باید به سمت بهره‌وری، کنترل مصرف، بهینه‌سازی الگوهای محیط‌زیستی، خدمات زیست بومی پایدار، استفاده از انرژی‌های پاک و تجدیدپذیر، جلب مشارکت اقشار مختلف مردم و تشکل‌های علمی، صنفی و مردم‌نهاد پیش رفت (جوهریان و همکاران، ۱۳۹۵). گذشت زمان نشان داده است که توسعه بدون برنامه‌ریزی میسر نخواهد بود. یکی از ابزارهای مهم و اساسی برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، استفاده از ارزیابی اثرات محیط‌زیستی (EIA) است که ابزاری مدیریتی و لازم اجرا برای اصلاح ساخت و فرایند بهره‌برداری از طرح‌های توسعه‌ای است (دبیری و کیانی، ۱۳۸۶).

مبانی نظری و پیشینه

در احداث یک جاده، تغییرات کاربری اراضی، چشم‌انداز، و انتشار آلاینده‌ها و ... تأثیرات اولیه‌ای هستند که در مقیاس‌های فضایی و زمانی مختلف تأثیر خواهند گذاشت. اثرات بر بیوسفر، مانند تخریب زیستگاه، تکه‌تکه شدن و از دست‌دادن، سلامت و بقای موجودات زنده و اکوسیستم‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. علاوه بر تأثیرات مستقیم، اثرات غیرمستقیم متوالی مانند شکار غیرقانونی، قطع درختان، اسکان و دیگر حملات انسانی را تسهیل می‌کند. همچنین تأثیر تجمعی بسیار قابل توجه است، زیرا زیرساخت‌ها را در مسیرهای خود متمرکز کرده و فعالیت‌های اقتصادی را در طول مسیرهای خود پراکنده می‌کند (Teo et al., 2019).

دستورالعمل ارزیابی اثرات ایران

با وجود اینکه در قوانین برنامه توسعه و سایر قوانین و مقررات مقرر شده کلیه واحدهای تولیدی، صنعتی،

خزندگان و پستانداران می‌شود (غریبی و همکاران، ۱۳۹۱).

خدمات اکوسیستمی

بررسی‌ها نشان می‌دهد خدمات اکوسیستمی در آستانه تخریب هستند که موجب تغییر الگوی آب‌وهوایی آینده و افزایش بارش و دما می‌شود؛ بنابراین، اقدامات فوری برای تأمین پایدار ES لازم است. در غیر این صورت فعالیت‌های انسانی منابع طبیعی زمین را از بین می‌برد که باعث ایجاد تنش در توانایی خودپایداری محیط طبیعی می‌شود (Bastola et al., 2020). فشار بیشتر بر روی سیستم زمین می‌تواند سیستم‌های بیوفیزیکی حیاتی را بی‌ثبات کند و تغییرات محیطی ناگهانی یا غیرقابل برگشت را ایجاد می‌کند که موجب ایجاد تغییرات در کیفیت یا کمیت خدمات اکوسیستمی می‌شود، در نتیجه برای رفاه انسان زیان‌آور یا حتی فاجعه‌بار است (Mascarenhas et al., 2014). وضعیت محیط‌زیست برای فقیران جهان بسیار مهم است، به‌ویژه برای فقرای روستایی که برای امرار معاش خود مستقیماً به منابع طبیعی و اکوسیستم‌ها وابسته هستند. از طرفی راهکار پایان دادن به فقر که هدف اصلی اهداف توسعه هزاره و چالش اساسی برای همکاری بین‌المللی توسعه است وابسته به خدمات اکوسیستم یا همان مزایایی است که افراد از اکوسیستم به دست می‌آورند. خدمات اکوسیستم هم در سازگاری (مثال، جنگل‌های حرا از مناطق ساحلی در برابر فاجعه‌های مربوط به آب‌وهوا محافظت می‌کنند) و هم در تعدیل (مثال، کاهش جنگل‌زدایی روشی مقرون به صرفه برای کاهش انتشار دی‌اکسید کربن است) نقش اصلی را در تغییرات آب‌وهوایی ایفا می‌کند (Toolkit, 2010). ارزیابی خدمات اکوسیستم (ES) معمولاً در یک منطقه یا کشور خاص متمرکز است در صورتی که استفاده از ES در یک مکان به فرایندهای اکوسیستم و مدیریت اکولوژیکی در مکان‌های دیگر بستگی دارد. الگوهای زمانی عرضه ES اغلب ناشناخته است، ممکن تقاضا و جریان ES تحت تأثیر مجموعه‌ای پیچیده از محرک‌های اجتماعی، اقتصادی و سیاسی قرار گیرد. مناطق جغرافیایی سیستم‌های بسته نیستند بلکه باز هستند، به‌طوری که

استفاده از ES در یک مکان به فرایندهای اکوسیستم و مدیریت اکولوژیکی در مکان‌های دیگر بستگی دارد (Schröter et al., 2018). ذی‌نفعان خدمات غیرمستقیم اکوسیستم را کم ارزش تلقی می‌کنند در صورتی که خدمات اکوسیستم به بهزیستی انسان مرتبط است، به همین جهت گنجاندن اقدامات حفاظتی در پروژه‌های توسعه لازم است؛ زیرا منافع چنان با یکدیگر گره خورده‌اند که ظرفیت ارزیابی هر یک از آنها تابعی از گروه‌هایی است که به آنها تعلق دارد (Rey-Valette et al., 2017). برای شناسایی و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستم و استفاده از اطلاعات حاصله باید خدمات را به چهار دسته: خدمات تأمین کالا یا کالاهایی، خدمات تنظیمی، خدمات فرهنگی، خدمات پشتیبانی فرایندهای طبیعی دسته‌بندی کرد (Landsberg et al., 2013) سپس با استفاده از روش مناسب ارزش‌گذاری کرد.

ادغام خدمات اکوسیستمی در ارزیابی اثرات

محیط‌زیست

دانش EIA کمک می‌کند تا اطمینان حاصل شود، مسائل محیط‌زیستی و اقتصادی - اجتماعی در طول مراحل برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌ها و سطوح بالاتر شناسایی و مورد توجه قرار گیرند. اگرچه هدف EIA حمایت از توسعه پایدار در اجرای پروژه است، اما ناقص باقی‌مانده است. یک دلیل آن این است که در تمام مراحل EIA، به اجرای قانونی هر کشور و منطقه بستگی دارد. همچنین ارزیابی اثرات محیط‌زیست همیشه همه گروه‌ها را جداگانه مورد ارزیابی قرار می‌دهد همین امر موجب نادیده گرفته شدن تمام ارتباطاتی که بین عوامل بیولوژیکی و غیرزنده وجود دارد می‌شود. ادغام ES در EIA باید صورت گیرد و ارزیابی همراه با خدمات اکوسیستم بررسی و تصمیم‌گیری شود (Sousa et al., 2020). جهت رفع نقص مفهوم ES که رابطه بین عرضه و تقاضای اکوسیستم‌ها را تحت تأثیر پایداری پروژه در نظر می‌گیرد، استفاده می‌شود؛ بنابراین، نه تنها عملکرد اکوسیستم بلکه توسعه اقتصادی - اجتماعی نیز شامل می‌شود. تنوع زیستی پایه و اساس تولید ES اساسی است که کل بشریت به آن وابسته است (Swangjang, 2013).

می‌تواند به‌عنوان مزایا یا استفاده از محیط تفسیر شود. در واقع خدمات اکوسیستم یک ابزار بالقوه مفید برای ارتقای تبادل یادگیری بین جوامع محلی و تصمیم‌گیرندگان است (Baker et al., 2013). مرحله هدف‌گذاری یک ارزیابی، گروه‌های مختلف ذی‌نفعان که با نیازها و سطوح مختلف وابستگی به خدمات اکوسیستم مشخص می‌شوند، تعیین می‌شوند. همچنین، مقیاسی که در آن خدمات اکوسیستمی شناسایی می‌شوند بر خدماتی که مورد تأکید قرار می‌گیرند و خدماتی که اصلاً به رسمیت شناخته نمی‌شوند، تأثیر می‌گذارد. تمرکز بر مرحله هدف‌گذاری و شناسایی و انتخاب خدمات اکوسیستم کلیدی یکی از مهم‌ترین مراحل EIA متمرکز بر ES است. تمایز بین خدمات اکوسیستم نهایی (دستاوردهای رفاه و / یا ضرر به مردم) و میانی (فرایندهای اکوسیستم) مهم است، زیرا تفاوت در تمرکز ممکن است بر چگونگی عملکرد رویکرد ES در EIA تأثیر داشته باشد. فرایندهای اکوسیستم یا خدمات میانی به‌طور مستقیم با کالاها مرتبط نیستند؛ اما زیربنای خدمات اکوسیستم نهایی را تشکیل می‌دهند. چارچوب‌های ES نشان می‌دهند که اغلب تبادل بین خدمات مختلف وجود دارد و نمی‌توان همه خدمات را بدون قربانی کردن خدمات دیگر به حداکثر رساند (Karjalainen et al., 2013). در پژوهش پیش رو به بهبود عملکرد دستورالعمل‌های ارزیابی اثرات محیط‌زیست با تلفیق رویکرد خدمات اکوسیستمی در پروژه‌های راه و آهن پرداخته شده است.

مواد و روش‌ها

دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست حال حاضر در سال ۱۳۹۰ در قالب ۱۲ بند تدوین شده است. در این پژوهش جهت بررسی وضعیت اجرایی دستورالعمل از تکنیک SWOT بهره گرفته شده تا به بررسی عوامل درونی و بیرونی سازمان محیط‌زیست پی ببرد و به استراتژی اجرایی جهت رفع نواقص دست یابد. واژه SWOT از کنار هم قرار گرفتن حروف اول چهار کلمه نقاط قوت^۴ (S)، نقاط ضعف^۵ (W)، فرصت‌ها^۶ (O) و تهدیدها^۷ (T) ساخته شده است. تکنیک تجزیه و تحلیل

(2020). تأثیرات مرتبط با ES عمدتاً بر روی محیط فیزیکی هستند. همان‌طور که ES نشان‌دهنده ارتباط بین طبیعت و جامعه است، این رویکرد راه را برای ادغام بیشتر موضوعات محیط‌زیست در چرخه‌های برنامه‌ریزی متوالی هموار می‌کند (Gallardo et al., 2022). خدمات اکوسیستم برای حیات روی زمین ضروری است و همچنین یک شاخص مفید از سلامت اکوسیستم ارائه می‌دهد. می‌توان تجزیه و تحلیل اقتصادی (از طریق ارزش‌گذاری پولی) در مورد ارزش برخی خدمات اکوسیستم در حمایت از این اجزای رفاه ارائه داد (Baker et al., 2013). از طرفی ادغام مفاهیم ES در تصمیم‌گیری برای بهبود تصمیم‌گیری و دستیابی به اهداف پایدار محیطی بسیار مهم است. همچنین تفسیر و ارتباط تعاملات بین انسان و طبیعت را افزایش می‌دهد (Atumane and Cabral, 2021). جامعه و رفاه ارتباط نزدیکی با سرمایه طبیعی دارند (Tasser et al., 2020). شکاف بین توسعه در دنیای آکادمیک و استفاده عملی آن در سیاست وجود دارد. این شکاف ممکن است براساس عدم تمایل به افزودن کار اضافی در دستور EIA باشد. علاوه بر این، متخصصان فاقد راهنمایی کارآمد و نمونه‌های عملی در مورد چگونگی درنظر گرفتن ES باشند (Hansen et al., 2018). برجسته‌ترین موانع به سه نوع اصلی طبقه‌بندی شدند: خرد (رفتار)، مزو (فرهنگ سازمانی) و کلان (زمینه اجتماعی و سیاسی) (Russel et al., 2014). دو ویژگی کلیدی خدمات اکوسیستم که می‌تواند باعث گنجاندن خدمات اکوسیستم در ارزیابی محیط‌زیست شود شامل: ۱- استفاده از خدمات اکوسیستم، ملاحظات کامل‌تر، جامع و یکپارچه‌ای از سیستم اجتماعی - محیط‌زیستی ارائه می‌دهد. ۲- مفهوم خدمات اکوسیستم یک چارچوب مؤثر از محیط‌زیست از نظر ارتباط و تأثیرگذاری بر ذی‌نفعان و تصمیم‌گیرندگان است. یک روش مثبت برای چارچوب‌بندی اوضاع است؛ زیرا محیط براساس ارائه خدمات توصیف شده است و نه به‌عنوان زمینه‌ای برای جذب تأثیرات. یک جنگل نه تنها یک جنگل، بلکه ارائه دهنده طیف وسیعی از خدمات اکوسیستم است که

دارای سابقه فعالیت بیش از ۵ سال در این زمینه دارند تدوین شد. نتایج مصاحبه با کارشناسان استخراج شده و با توجه به اهمیت آنها ضرایب از ۰ (اهمیت ندارد) تا ۱ (بسیار مهم) تعریف شد. در پایان مجموع این ضرایب برابر ۱ است. همچنین به هر یک از عوامل رتبه اثرگذاری از ۱ تا ۴ داده شد. رتبه ۱ بیانگر ضعف اساسی، رتبه ۲ ضعف کم، رتبه ۳ بیانگر نقطه قوت و رتبه ۴ نشان‌دهنده قوت بسیار بالای عامل مورد بحث است. در نهایت جهت تعیین نمره نهایی، ضریب هر عامل در رتبه آن ضرب می‌شود. مجموع نمره‌های نهایی هر عامل محاسبه و نمره نهایی ماتریس مشخص می‌شود. عوامل قوت و ضعف در جدول ۱ وارد و پس از تعیین ضریب و نمره اثرگذاری و انجام عملیات ضرب تمام پارامترهای جمع‌بندی شدند. حاصل جمع عوامل درونی ۲/۲۴ شد.

SWOT ابتدا توسط آلبرت هامفری از دانشگاه استنفورد آمریکا در دهه ۱۹۶۰ با استفاده از داده‌های شرکت‌ها توضیح داده شد (Jain, 2015). نکات مثبت و منفی در برنامه‌ریزی، به دودسته درونی و برونی تقسیم می‌شوند. نقاط قوت و ضعف در محیط درونی یعنی درون واحد برنامه‌ریزی پروژه‌های راه و راه‌آهن و فرصت‌ها و تهدیدها در محیط بیرونی که خارج از واحد برنامه‌ریزی پروژه‌های راه و راه‌آهن قرار دارند. تجزیه و تحلیل SWOT نشان می‌دهد چگونه متغیرهای درونی و بیرونی سیستم بر موفقیت توسعه و اجرای استراتژی‌های آینده تأثیر می‌گذارند (Atumane and Cabral, 2021) با استفاده از این تکنیک نقاط قوت و ضعف در جدول ۱ و نقاط تهدید و فرصت در جدول ۲ که از طریق بررسی متون، با استفاده از روش دلفی پرسش‌نامه‌ای جهت مصاحبه با ۳۰ کارشناسان که

جدول ۱: وزندهی نقاط قوت و ضعف دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست (درون سازمان محیط‌زیست) در ماتریس SWOT

عوامل درونی	ضریب	رتبه اثرگذاری	نمره
نقاط قوت			
وجود دستورالعمل تخصصی ارزیابی اثرات محیط‌زیست قانونی	۰/۱	۴	۰/۴
قابلیت بررسی عوامل محیط‌زیستی در پروژه‌ها	۰/۱	۳	۰/۳
توان اصلاح تخریب‌ها احداث پروژه	۰/۰۲	۲	۰/۰۴
توان جلوگیری از احداث بدون انجام مطالعات	۰/۱۵	۲	۰/۳
توجه به اثرات قبل و پس از احداث پروژه	۰/۱	۱	۰/۱
قابلیت پایش اثرات احداث پروژه	۰/۰۵	۲	۰/۱
نقاط ضعف			
عدم توجه به مشارکت مردمی	۰/۱۵	۲	۰/۳
عدم برآورد خدمات اکوسیستمی آسیب‌دیده در فرایند پروژه	۰/۱	۴	۰/۴
لحاظ نشدن ارزش خدمات اکوسیستمی در دستورالعمل اجرایی EIA	۰/۱۳	۱	۰/۱۳
تمرکز عمده دستورالعمل موجود بر محیط فیزیکی و شیمیایی	۰/۰۳	۲	۰/۰۶
عدم جامعیت در بخش محیط بیولوژیک و بررسی شاخص‌های تنوع زیستی (تنوع زیستگاهی و تنوع گونه‌ای)	۰/۰۲	۳	۰/۰۶
عدم هماهنگی و انسجام در بخش تعیین شعاع اکولوژیک، شناسایی اجزای محیط بیولوژیک و بخش پیش‌بینی اثرات	۰/۰۵	۱	۰/۰۵
مجموع	۱		۲/۲۴

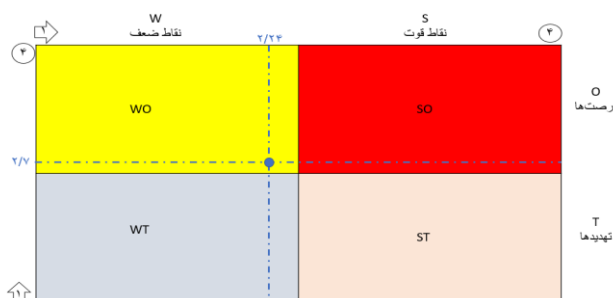
جدول ۲: وزندهی فرصت‌ها و تهدیدهای دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست (بیرون سازمان محیط‌زیست) در ماتریس SWOT

عوامل بیرونی	ضریب	رتبه اثرگذاری	نمره
فرصت‌ها			
امکان دسترسی و استفاده از منابع و مطالعات بین‌المللی	۰/۱	۲	۰/۲
نظر مساعد دولت مردان نسب به بررسی مسائل محیط‌زیست	۰/۴	۴	۱/۶
توجه خاص مردم به مسائل محیط‌زیست	۰/۱	۳	۰/۳

تهدیدها			
۰/۴	۲	۰/۲	نادیده گرفتن اهمیت بررسی خدمات اکوسیستمی توسط برخی ارگان‌ها
۰/۱	۱	۰/۱	توجه بیشتر به سود کوتاه‌مدت در برابر منافع نسل آتی برخی ارگان‌ها
۰/۱	۱	۰/۱	عدم تصویب مصوبات قانونی جهت ارزیابی اثرات محیط‌زیست متناسب با شرایط اکوسیستم
۲/۷		۱	مجموع

نهایی جهت تعیین نوع استراتژی در مطالعه حاضر، از ماتریس چهارخانه استفاده که در شکل ۱ رسم گردید.

سپس نقاط تهدید و فرصت در جدول ۲ وارد شد و بعد از انجام عملیات ریاضی حاصل جمع عوامل بیرونی ۲/۷ شد. پس از ارزیابی عوامل درونی و بیرونی و تعیین نمره



شکل ۱: نمره نهایی ماتریس ارزیابی ماتریس SWOT

یافته‌ها

با توجه به بررسی‌های صورت گرفته، اکوسیستم‌های گوناگون، با خدمات مختلفی از احداث راه و راه‌آهن متأثر می‌شوند که در جدول ۳ خدمات متأثر با رنگ تیره مشخص شده است.

نتایج حاصله در شکل ۱ بیانگر تلاقی نقاط در خانه ضعف و فرصت (WO) است، در نتیجه لازم است استراتژی انطباقی (راهبرد حداقل - حداکثر) استفاده شود که طبق این راهبرد باید به گونه‌ای دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست تدوین شود که بتوان نقاط ضعف را تا حد امکان کاهش یابد و از حداکثر فرصت‌های موجود بهره برد.

جدول ۳: بررسی خدمات اکوسیستمی با توجه به اکوسیستم محل ساخت راه و راه‌آهن

خدمات اکوسیستم	انواع اکوسیستم	جنگلی	کوهستانی	کوهپایه	مرتع	بیابان	تالاب	رودخانه	دریاچه	زراعی
تنظیمی	تنظیم گاز									
	تنظیم شرایط اقلیمی									
	تنظیم آشفنگی									
	تنظیم آب									
	تهیه و تأمین آب									
	کنترل فرسایش خاک									
	تشکیل خاک									
تأمینی	چرخه مواد مغذی									
	تصفیه مواد زائد									
	گردآفشانی									
تولیدی	کنترل بیولوژیکی									
	ایجاد زیستگاه									
	تولید غذا									
اطلاعاتی	تولید مواد خام									
	تأمین منابع زنتیکی									
	تفرجی									
	فرهنگی									

(منبع: نگارنده با بهره‌گیری از مطالعات)

جدول ۴: بررسی خدمات اکوسیستمی در مرحله ساخت راه و راه آهن

خدمات فعالیت‌ها	تنظیمی										اطلاعاتی						
	تنظیم گاز	تنظیم شرایط اقلیمی	تنظیم آشنایی	تنظیم آب	تهیه و تأمین آب	کنترل فرسایش خاک	تشکیل خاک	چرخه مواد معدنی	تصفیه مواد زائد	گردنه شنایی	کنترل بیولوژیکی	ایجاد زیستگاه	تولید غذا	تولید مواد خام	تأمین منابع ژنتیکی	تفریحی	فرهنگی
خرید اراضی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تجهیزات کارگاه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
پاک تراشی (بوته‌کشی، قطع درختان، سوزاندن گیاهان)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تأمین مصالح و وسایل مورد نیاز	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
استخدام نیروی انسانی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث راه‌های دسترسی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حمل و نقل مواد اولیه، مصالح، ماشین آلات و تجهیزات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احیا، زمین	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
تغییر الگوی زدهکشی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تخریب بناها و مستحقات	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
عملیات حفاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تغییر محل ساختمان‌ها و بناهای تخریب شده	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حصار کشی و محوطه‌سازی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
حمل و نقل نیروی انسانی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
باراندازی و بارگیری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
انفجار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث و نگهداری انبار مواد منفجره	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
عملیات خاک‌برداری و خاکریزی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
شیب بندی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کوبیدن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
خرد کردن و مته زنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
روغن کاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
سنگ ریزی و شانه سازی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث آبروها	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث و استفاده از رستوران	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث و استفاده از تاسیسات بهداشتی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
معدن کاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کانال کتی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
برداشت شن و ماسه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

خدمات فعالیت‌ها	تنظیمی												اطلاعاتی						
	تنظیم گاز	تنظیم شرایط اقلیمی	تنظیم آنتنشی	تنظیم آب	تهیه و تامین آب	کنترل فرسایش خاک	تشکیل خاک	چرخه مواد معدنی	تخصیص مواد زائد	گردش شامی	کنترل بیولوژیکی	ایجاد زیستگاه		تأمینی	تولیدی	تولید مواد خام	تامین منابع زمینگی	تجزیه	فرهنگی
تغییر مسیر رودخانه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث تونل و پل	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
کوهبری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث و بهره‌برداری از کارخانه شن و ماسه	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
احداث و بهره‌برداری سنگ‌شکن	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مصارف آب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تامین آب	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
حمل آب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
مصارف و تامین سوخت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
دفع و انباشت باطله‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری و دفع پساب	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
تولید پسماند و پساب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
جمع‌آوری و دفع پسماند	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
کف‌سازی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تراورس گذاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ایجاد فضای سبز	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
ریل گذاری	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کارخانه انشعاع تراورس	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کنترل فرسایش	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
احداث ایستگاه و ترمینال	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
قالب‌بندی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
لوله‌گذاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
گابیون بندی	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
خشکه‌چینی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
بانکت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
تثبیت شن	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
مالج پاشی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کارهای فلزی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
رنگ‌کاری	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
نصب علام و تابلوها	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
برق‌رسانی	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
عملیات بنی	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
راه‌های سرویس	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
کاربرد علف‌کش‌ها	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(منبع: نگارنده با بهره‌گیری از مطالعات)

خدمات اکوسیستمی (+) مشخص شده است. تأثیر خدمات اکوسیستمی در مرحله بهره‌برداری راه و راه‌آهن در جدول ۵ بیان شده است. تأثیرات گسترش‌دهنده خدمات اکوسیستمی (+)، تخریب‌کننده خدمات اکوسیستمی (-) و یا بی‌اثر بر خدمات اکوسیستمی (۰) است که نیاز به بررسی دارد.

علاوه بر بررسی اکوسیستم‌های مختلف به بررسی خدمات اکوسیستمی متأثر در دو فاز ساخت و بهره‌برداری راه و راه‌آهن پرداخته شد نتایج در جدول ۴ گردآوری شده است. در این جدول تأثیرات گسترش‌دهنده خدمات اکوسیستمی با علامت (+)، تخریب‌کننده خدمات اکوسیستمی (-) و یا بی‌اثر بر

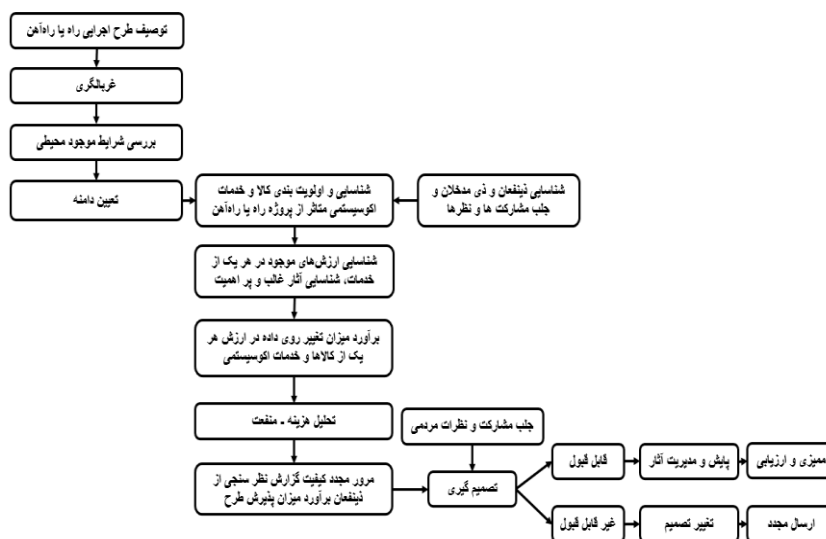
جدول ۵: بررسی خدمات اکوسیستمی در مرحله بهره‌برداری راه و راه‌آهن

خدمات	تنظیمی													فعالیت‌ها		
	تنظیم گاز	تنظیم شرایط اقلیمی	تنظیم آشننگی	تنظیم آب	تهیه و تأمین آب	کنترل فرسایش خاک	تشکیل خاک	چرخه مواد مغذی	تصفیه مواد زائد	گرده افشانی	کنترل بیولوژیکی	ایجاد زیستگاه	تولید غذا		تولید مواد خام	تأمین منابع ژنتیکی
	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
تردد قطار و خودرو	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
حمل و نقل مسافر	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
حمل و نقل مواد خطرناک و بار	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
تأمین و مصرف سوخت	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
ذخیره سوخت	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
آبرسانی و تأمین آب	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	فرهنگی
ذخیره آب	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	فرهنگی
مالج پاشی	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
تثبیت شن	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	فرهنگی
کاشت و نگهداری فضای سبز	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	فرهنگی
فعالیت ایستگاه‌ها و پایانه	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
توقفگاه‌ها در پایانه‌ها و ایستگاه‌ها	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
عملیات زمستانی	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
تعمیرات و نگهداری خط	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
دفع پسماند و پساب	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	فرهنگی
کنترل فرسایش و لغزش	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	فرهنگی

(منبع: نگارنده با بهره‌گیری از مطالعات)

اکوسیستمی که اثر احداث تغییر می‌یابد هم مورد بررسی قرار داد. شکل ۲ نحوه اجرای دستورالعمل پیشنهادی را بیان می‌نماید.

در نتیجه، برای مطالعه دقیق ارزیابی اثرات محیط‌زیست پروژه‌های راه و راه‌آهن نه تنها باید عوامل فیزیکی، شیمیایی و زیستی در دو فاز ساخت و بهره‌برداری مورد بررسی قرار گیرد بلکه باید هزینه-فایده متاثر از خدمات



شکل ۲: مدل اجرایی پیشنهادی ارزیابی اثرات محیط‌زیست پروژه‌های راه و راه‌آهن با رویکرد خدمات اکوسیستمی

زیاد به خدمات اکوسیستمی رد شود لازم است مجدداً باز طراحی و ارسال شود.

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج مطالعات و نظرسنجی صورت گرفته در این پژوهش بهترین راهکار جهت بهبود در تصمیمات اخذ شده از طریق دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست برای پروژه‌های راه و راه‌آهن در ایران استفاده از استراتژی انطباقی است. طبق این استراتژی دستورالعمل ارزیابی پیشنهادی باید بتواند نقاط ضعف را تا حد امکان کاهش یابد و از حداکثر فرصت‌های موجود بهره‌برداری. در نتیجه دستورالعمل ارزیابی تخصصی باید برای راه و راه‌آهن همراه با برآورد خسارات وارده به اکوسیستم تدوین شود. دستورالعمل ارزیابی اثرات محیط‌زیست حال حاضر که در سال ۱۳۹۰ تدوین شده، در ستون اول جدول ۶ آمده است. تغییرات پیشنهادی آن در ستون مجاور قابل ملاحظه است.

همان‌گونه که در مدل پیشنهادی مشاهده می‌شود در ابتدا پروژه باید غربالگری صورت گیرد، سپس شرایط موجود محیط مورد بررسی قرار گیرد و تعیین دامنه شود. در ابتدا کالا و خدمات اکوسیستمی متأثر از پروژه‌های راه و راه‌آهن ارزیابی می‌شود در این بخش لازم است ذی‌نفعان و ذی‌مدخلان جهت جلب مشارکت مردم شناسایی و مدنظر قرار گیرند. سپس ارزش‌های موجود در هر یک از خدمات شناسایی می‌شود و میزان تغییرات برآورد شود که این امر به ما کمک می‌کند تا بتوانیم خدمات از دست رفته را شناسایی و وارد تحلیل هزینه و منفعت کنیم و خروجی حاصله را به منظور نظرسنجی از ذی‌نفعان طرح به منظور انجام پذیرش طرح به انجام رسانیم. در ادامه اقدام به تصمیم‌گیری با کسب مشارکت مردمی صورت می‌گیرد که در نهایت با توجه به نتایج حاصل پروژه مورد قبول یا رد می‌شود. در صورت قبول شدن لازم است وارد فرایند پایش و مدیریت آثار و در نهایت ممیزی و ارزیابی شود. چنانچه پروژه به واسطه تحلیل هزینه و منفعت و خسارات بسیار

جدول ۶: مقایسه گزارش اجمالی ارزیابی اثرات محیط‌زیست حال حاضر با دستورالعمل پیشنهادی

مهم‌ترین بخش‌های گزارش اجمالی اثرات محیط‌زیست حال حاضر:	مهم‌ترین بخش‌های گزارش اجمالی اثرات محیط‌زیست همراه با برآورد خسارات اکوسیستمی پیشنهادی:
۱. چکیده غیرفنی	۱. چکیده غیرفنی
۲. تشریح طرح پیشنهادی	۲. تشریح طرح پیشنهادی
۳. زیر ساخت‌های موردنیاز	۳. زیر ساخت‌های موردنیاز

مهم‌ترین بخش‌های گزارش ارزیابی اثرات محیط زیست حال حاضر:	مهم‌ترین بخش‌های گزارش اجمالی اثرات محیط زیست حال حاضر:
۴. مهم‌ترین آلاینده‌ها و پسماندها	۴. مهم‌ترین آلاینده‌ها و پسماندها
۵. خطرات و سوانح طبیعی و انسانی	۵. خطرات و سوانح طبیعی و انسانی
۶. بررسی محیط‌زیست منطقه	۶. بررسی محیط‌زیست منطقه
۷. پیش‌بینی آثار	۷. پیش‌بینی آثار
۸. تحلیل آثار	۸. تحلیل آثار
۹. مدیریت و پایش	۹. مدیریت و پایش
۱۰. ارزیابی ریسک (در صورت لزوم)	۱۰. ارزیابی ریسک (در صورت لزوم)
۱۱. منابع علمی	۱۱. منابع علمی
۱۲. افراد دست‌اندرکار	۱۲. افراد دست‌اندرکار

- با شناخت نقاط قوت و ضعف و تهدید و فرصت جهت تکمیل و بهبود دستورالعمل حاضر پیشنهاد می‌شود اقدامات اصلاحی زیر انجام شود:
- ایجاد مرکز داده‌های پایه محیط‌زیست
 - تغییر معیارها و شاخص‌ها ارزیابی اثرات محیط‌زیست
 - ایجاد تغییر در روند سیستم نظارت و بازرسی طرح‌ها و پروژه‌ها
 - استفاده از بخش تخصصی و خصوصی
 - برآورد خسارات وارده بر خدمات اکوسیستمی آسیب‌دیده
 - الزام انجام ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی متأثر از پروژه به‌منظور تحلیل هزینه منفعت
 - استفاده از تحلیل هزینه منفعت جهت تأیید یا رد احداث پروژه‌های راه یا راه‌آهن
 - ایجاد آگاهی مدیران و سیاست‌گذاران به اهمیت خدمات اکوسیستمی محیط‌زیست
- اطلاع‌رسانی با استفاده از کتاب، بروشور، همایش‌های دوره‌ای جهت آگاه‌سازی مردم و بالابردن فرهنگ محیط‌زیست
- تأسیس صندوق ملی محیط‌زیست به‌منظور اختصاص حق‌الزحمه مشاوره و حمایت از مشاورین در راستای اعتمادسازی
- بازنگری ضوابط استقرار صنایع با نگاه منطقه‌ای و تعیین مقیاس طرح‌ها و پروژه‌های مشمول ارزیابی برحسب نوع طرح یا پروژه و نوع منطقه و یا کاربری
- تصویب آیین‌نامه ارزیابی محیط‌زیست در هیئت وزیران و تهیه قانون ارزیابی محیط‌زیست با لحاظ کردن اصلاح قوانین
- تصویب نظام‌مهندسی محیط‌زیست و رتبه‌بندی مشاورین محیط‌زیست و استفاده از متخصصین علمی مرتبط با طرح

پی‌نوشت

- 1- Environmental Impact Assessment(EIA)
- 2- Ecosystem Services (ES)
- 3- Ecosystem Services Valuation (PES)
- 4- Strengths(S)

- 5- Weaknesses(W)
- 6- Opportunities(O)
- 7- Threats(T)

منابع

زیست محیطی (EIA). دومین همایش بین‌المللی پژوهش‌های کاربردی در علوم کشاورزی، منابع طبیعی و محیط‌زیست، همدان. <https://civilica.com/doc/784341>

- احمدپری، ه.، صفوی گردینی، م.، بهرنگ منش، م. و نادریان فر، م.، ۱۳۹۷. بررسی دستورالعمل‌های ارزیابی اثرات

- اسدالهی، ز.، سلمان ماهینی، ع.، میرکریمی، ح. و عظیمی، م.، ۱۳۹۷. ارزیابی موجودی منابع اطلاعاتی در ایران برای نقشه‌سازی خدمات اکوسیستم در راستای برنامه‌ریزی مکانی و مدیریت سرزمین، نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۱۷(۱)، ۱۲۳-۱۰۹. <https://civilica.com/doc/551084>
- پژوهنده، ا.، عطایی، ک.، رفیعی، ح. و امیرنژاد، ح.، ۱۳۸۶. تعیین یک چارچوب استاندارد برای ارزش‌گذاری جامع کارکردها، کالاها و خدمات اکوسیستم‌های طبیعی، ششمین کنفرانس اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد. <https://civilica.com/doc/46902>
- جواهریان، ز.، فاتح وحدتی، ا.، رحمتی، ع. و زمانی، ل.، ۱۳۹۵. اهداف توسعه پایدار، تهران: انتشارات حک، ۱۶۸ ص.
- جباریان امیر، ب.، ۱۳۹۸. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، چاپ ۲، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۲۸ ص.
- حاجی‌زاده، ف. و ضیایی، م.، ۱۳۸۹. مروری بر ارزیابی اثرات زیست محیطی (EIA)، چهارمین همایش و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیط‌زیست، تهران. <https://civilica.com/doc/93201>
- حسن‌پور، ش. و گودرزی، ح.، ۱۳۹۶. ارزیابی اثرات زیست محیطی احداث آزادراه با استفاده از ماتریس لیوپولد مطالعه موردی آزادراه اراک-خرم‌آباد، هفدهمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک، تهران. <https://civilica.com/doc/759234>
- خسروی مشیزی، ا.، ۱۳۹۶. خدمات اکوسیستم معیاری جدید برای ارزیابی توان اکوسیستم و آمایش سرزمین، دومین همایش ملی رویکردهای نوین آمایش سرزمین در ایران، شاهرود. <https://civilica.com/doc/754123>
- دبیری، ف. و کیانی، م.، ۱۳۸۶. بررسی قوانین و مقررات پیشگیرانه از جمله ارزیابی اثرات زیست محیطی در کشور ایران و چند کشور صنعتی، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۹(۴)، ۹۵-۱۰۹. https://jest.srbiau.ac.ir/article_278.html
- زبردست، ل.، پوراصغر سنگ‌چین، ف. و هویدی، ح.، ۱۳۹۴. ارزیابی محیط‌زیستی: مفاهیم و روش‌ها، تهران: انتشارات آوای قلم، ۲۲۶ ص.
- سعیدی فرد، م.، ۱۳۸۶. ارزیابی زیست محیطی راهبردی (SEA) حلقه ارتباطی آمایش سرزمین (Land use planning) و ارزیابی پیامدهای زیست محیطی (EIA)، همایش ملی جغرافیا و آمایش سرزمین، همدان. <https://civilica.com/doc/242290>
- سالمی، م.، سیاحی، ز.، صالحی بابادی، پ. و جنادله، ح.، ۱۳۹۴. ارزیابی اثرات زیست محیطی احداث جاده دسترسی (مطالعه موردی: شهرستان سوسنگرد- بستان- چزابه) به روش چک لیست سنجشی، کنفرانس بین‌المللی محیط‌زیست و منابع طبیعی، شیراز. https://he.srbiau.ac.ir/article_6514_67cd927532c79879fa629e2b3a8a1ab0.pdf
- عباسپور، م.، کرباسی، ع.، سخاوت جو، م.، سعیدی، م. و زاهد، ف.، ۱۳۸۸. دستورالعمل ارزیابی اثرات زیست محیطی طرح‌های حمل و نقل ریلی، انسان و محیط‌زیست، ۸(۴)، ۱۷-۳۶. <https://civilica.com/doc/192382>
- غریبی، ش.، سلمان ماهینی، ع. و وارسته مرادی، ح.، ۱۳۹۱. اثرات ناشی از زیرساخت‌ها به خصوص جاده‌ها بر جامعه پرندگان، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، همدان. <https://civilica.com/doc/192382>
- لسانی، س.، مشهدی، ع.، حبیب‌نژاد، س. و حبیبی‌مجنده، م.، ۱۳۹۹. راهکارهای حفاظت از محیط‌زیست در فعالیت‌های اقتصادی در ایران. مطالعات حقوق عمومی (حقوق)، ۵۰(۳)، ۸۹۹-۹۲۰. <https://www.id.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=507474>
- مخدوم، م.، ۱۳۸۰. شالوده آمایش سرزمین، تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۲۸۹ ص.
- مبرقی، ن. و برق جلوه، ش.، ۱۳۹۰. امکان سنجی تلفیق دو مقوله ارزیابی آثار توسعه و ارزش‌گذاری خدمات اکوسیستمی در ایران، پژوهش‌های محیط‌زیست، ۲(۳)، ۴۹-۶۴. <https://www.id.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=184846>
- محمدی‌اشنایی، م.، جباریان امیری، ب.، نوری، ا. و حسینی، ا.، ۱۳۹۳. تلفیق ارزش‌گذاری اقتصادی در فرآیند ارزیابی اثرات محیط‌زیست، چهارمین کنفرانس بین‌المللی چالش‌های زیست محیطی و گیاهشناسی درختی، ساری. <https://civilica.com/doc/788536>
- مبرقی دینان، ن. و مافی، ا.، ۱۳۹۵. نوشته نیک هنلی و ادوارد باربیر، قیمت‌گذاری طبیعت: تحلیل هزینه-منفعت و سیاست‌های محیط‌زیستی، تهران: انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، ۳۶۴ ص.
- مبرقی، ن.، برآورد ارزش کارکرد حفاظت از مواد مغذی خاک در اکوسیستم‌های جنگلی، پژوهش‌های محیط‌زیست، ۱(۲)، ۳-۱۲. <https://www.id.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=130376>

- و مشکلات آنها، اولین همایش ملی حفاظت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، همدان. <https://civilica.com/doc/192895>
- یدالهی صابر، ر.، غفاریان بهرمان، م.، علیزاده، م. و خطیبی زاده، م.، ۱۳۹۸. ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه ایران خودرو تهران (EIA)، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ۲۱(۷)، ۱۲۳-۱۵۳. [10.22034/JEST.2019.24925.3397](https://doi.org/10.22034/JEST.2019.24925.3397)
- Assembly, G., 2015. Resolution adopted by the General Assembly on 11 September 2015. A/RES/69/315 15 September 2015. New York: United Nations. Retrieved March 25, 2020, <https://www.girlsrightsplatform.org/api/files/1582648915561lnzyq39embs.pdf>
- Atumane, A. and Cabral, P., 2021. Integration of Ecosystem Services into Land Use Planning in Mozambique. *Ecosystems and People*, 17(1), 165-177. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/26395916.2021.1903081>
- Baker, J. and Scott, A., 2013. Support for incorporating ecosystem-services into Environmental Impact Assessment. National Ecosystem approach toolkit (NEAT), UK National Ecosystem Assessment Follow-on. http://neat.ecosystemsknowledge.net/pdfs/environmental_impact_assessment_ecosystem_proofed_tool.pdf
- Baker, J., Sheate, W.R., Phillips, P. and Eales, R., 2013. Ecosystem services in environmental assessment—help or hindrance?. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 3-13. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925512000996>
- Bastola, S., Lee, S., Shin, Y. and Jung, Y., 2020. An assessment of environmental impacts on the ecosystem services: Study on the Bagmati basin of Nepal. *Sustainability*, 12(19), 8186. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/19/8186>
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B. and Van Den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *nature*, 387(6630), 253-260. <https://www.nature.com/articles/387253a0>
- Everard, M. and Waters, R., 2013. Ecosystem services assessment: How to do one in practice (Version 1, October 13). Institution of Environmental Sciences, London. www.ies-uk.org.uk/resources/ecosystem-servicesassessment. <https://www.the-ies.org/resources/ecosystem-services-assessment>
- European Commission, 2015. Environmental Impact Assessments of developments should incorporate impacts on ecosystem services. https://environment.ec.europa.eu/law-and-governance/environmental-assessments/environmental-impact-assessment_en
- Geneletti, D., 2015. A conceptual approach to promote the integration of ecosystem services in strategic environmental assessment, *Environmental Assessment Policy and Management*, 17(04), 1550035. <https://www.worldscientific.com/doi/abs/10.1142/S1464333215500350>
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P.L. and Montes, C., 2010. The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. *Ecological economics*, 69(6), 1209-1218. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S092180090900456X>
- Gallardo, A.L.C.F., Rosa, J.C.S. and Sánchez, L.E., 2022. Addressing ecosystem services from plan to project to further tiering in impact assessment: Lessons from highway planning in São Paulo, Brazil. *Environmental Impact Assessment Review*, 92, 106694. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S019592552100144X>
- Grima, N., Singh, S.J., Smetschka, B. and Ringhofer, L., 2016. Payment for Ecosystem Services (PES) in Latin America: Analysing the performance of 40 case studies. *Ecosystem services*, 17, 24-32. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041615300607>
- Hansen, K., Malmaeus, M., Hasselström, L., Lindblom, E., Norén, K., Olshammar, M. and Soutukorva, A., 2018. Integrating ecosystem services in Swedish environmental assessments: an empirical analysis. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 36(3), 253-264. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14615517.2018.1445178>
- Jain, A., 2015. SWOT analysis in Thirukkural: Comparative analysis with Humphrey SWOT matrix. *IQSR Journal of Business and Management (IQSRJBM)*, 7(1), 31-34.

- https://www.academia.edu/41887236/SWOT_Analysis_in_Thirukkural_Comparative_Analysis_with_Humphrey_SWOT_Matrix?from=cover_page
- Karjalainen, T.P., Marttunen, M., Sarkki, S. and Rytönen, A.M., 2013. Integrating ecosystem services into environmental impact assessment: an analytic-deliberative approach. *Environmental Impact Assessment Review*, 40, 54-64.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0195925512001011>
- Lopes, R. and Videira, N., 2013. Valuing marine and coastal ecosystem services: an integrated participatory framework. *Ocean and Coastal Management*, 84, 153-162.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0964569113001816>
- Landsberg, F., Stickler, M., Henninger, N., Treweek, J. and Venn, O., 2013. Weaving ecosystem services into impact assessment. <https://www.wri.org/research/weaving-ecosystem-services-impact-assessment>
- Landsberg, F., Ozment, S., Stickler, M., Henninger, N., Treweek, J., Venn, O. and Mock, G., 2011. Ecosystem services review for impact assessment. World Resources Institute, Washington, DC).
- https://www.researchgate.net/publication/285828606_Ecosystem_services_review_for_impact_assessment_Mascarenhas_A_Ramos_T_B_Haase_D_and_Santos_R_2014
- Haase, D., and Santos, R., 2014. Integration of ecosystem services in spatial planning: a survey on regional planners' views. *Landscape ecology*, 29(8), 1287-1300.
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-014-0012-4>
- Russel, D.J., Turnpenney, J., Jordan, A., Bond, A. and Sheate, W., 2014. UK National Ecosystem Assessment Follow on. Work Package Report 9: Embedding an ecosystem services framework in appraisal: key barriers and enablers.
- <https://ore.exeter.ac.uk/repository/handle/10871/26807>
- Rey-Valette, H., Mathé, S. and Salles, J.M., 2017. An assessment method of ecosystem services based on stakeholder's perceptions: The Rapid Ecosystem Services Participatory Appraisal (RESPA). *Ecosystem Services*, 28, 311-319.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212041616303230>
- Sousa, P., Gomes, D. and Formigo, N., 2020. Ecosystem services in environmental impact assessment. *Energy Reports*, 6, 466-471.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352484719305268>
- Schröter, M., Barton, D.N., Remme, R.P. and Hein, L., 2014. Accounting for capacity and flow of ecosystem services: A conceptual model and a case study for Telemark, Norway. *Ecological indicators*, 36, 539-551.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1470160X13003506>
- Science for Environment Policy, 2017. Taking stock: progress in natural capital accounting. In-depth Report 16 produced for the European Commission, DG Environment by the Science Communication Unit, UWE, Bristol. Available at: <http://ec.europa.eu/science-environment-policy>. <https://capitalscoalition.org/taking-stock-progress-in-natural-capital-accounting-european-commission/>
- Swangiang, K., 2020. Linkage of sustainability to environmental impact assessment using ecosystem services concept; lessons from Thailand. <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/9/5487>
- Schröter, M., Koellner, T., Alkemade, R., Arnhold, S., Bagstad, K.J., Erb, K.H. and Bonn, A., 2018. Interregional flows of ecosystem services: Concepts, typology and four cases. *Ecosystem Services*, 31, 231-241.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221204161730606X>
- Tardieu, L., Roussel, S., Thompson, J.D., Labarraque, D. and Salles, J.M., 2015. Combining direct and indirect impacts to assess ecosystem service loss due to infrastructure construction. *Journal of environmental management*, 152, 145-157.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479715000432>
- Teo, H.C., Lechner, A.M., Walton, G.W., Chan, F.K.S., Cheshmehzangi, A., Tan-Mullins, M. and Campos-Arceiz, A., 2019. Environmental impacts of infrastructure development under the belt and road initiative. *Environments*, 6(6), 72.
- <https://www.mdpi.com/2076-3298/6/6/72>
- Tasser, E., Schirpke, U., Zoderer, B.M. and Tappeiner, U., 2020. Towards an integrative assessment of land-use type values from the perspective of ecosystem services. *Ecosystem Services*, 42, 101082.
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041620300243>
- Toolkit, S., 2010. Strategic environmental assessment and ecosystem services. biofund.org/mz