Journal of Research in Environmental Health

Volume 5, Issue 2, Summer 2019

Environmental Impact Assessment of the Eyvashan Dam Using the Leopold Modified Matrix and Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM)

Mehdi Komasi
* Assistant Professor, Water Engineering and Hydraulic Structure Ph.D., Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Ayatollah ozma Borujerdi, Borujerd, Iran. (Corresponding Author): Email: komasi@abru.ac.ir

Behrang Beiranvand
Graduated Master of Water Engineering and hydraulic structures, University of Ayatollah ozma Borujerdi, Borujerd, Iran.

Received: 2019/05/13
Accepted: 2019/08/25

Document Type: Research article

ABSTRACT

Background and Aim: Major Dam construction projects have increased due to widespread climate change, as a result of increased drought, human population growth and, consequently, increased global demand for energy and water. However, without comprehensive research, a large project such as a dam will have many irreversible and unpredictable effects on the environment. In this paper, the environmental impacts of Eyvashan dam in two phases of construction and exploitation on biological, physical-chemical, economic-social, cultural and strategic environments have been identified and studied.

Materials and Methods: In the study of the environmental impact assessment of the Eyvashan dam with regard to development and evolution, as well as the abundant use of matrices in construction projects, the modified Leopold matrix method and the rapid impact assessment matrix have been used. The field survey and questionnaire were used to evaluate the construction and operation activities on the environmental components.

Results: The results showed that the most negative effects in both construction and utilization phases were in both Leopold modified matrix and the rapid impact assessment matrix related to the physical-chemical environment and the most positive effects of the socio-economic environment for both phases.

Conclusion: By comparing the many positive effects of construction and exploitation of the dam in terms of socio-economic status, the construction of the dam can be considered as an appropriate alternative to the physical-chemical negative effects. Also, in the results of both matrices, there was a very suitable adaptation matrix that can confirm the accuracy of the results in the environmental assessment of the Eyvashan dam in two stages of construction and operation.

Keywords: Eyvashan Dam, Leopold modified matrix, RIAM, Construction phase, Operation phase.

▶ **Citation:** Komasi M, Beiranvand B. Environmental Impact Assessment of the Eyvashan Dam Using the Leopold Modified Matrix and Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM). *Iranian Journal of Research in Environmental Health*. Summer 2019;5 (2): 133-143.

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایوشان با استفاده از روش ماتریس لئوپولد و ماتریس ارزیابی سریع

مهدی کماسی
* استادیار، گروه مهندسی عمران، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران. (نویسنده مسئول):
komasi@abru.ac.ir

بهرنگ بیرانوند
کارشناس ارشد آب و سازه‌های هیدرولیکی، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی (ره)، بروجرد، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۰۳
نوع مقاله: مقاله پژوهشی

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به مواردی همچون تغییر اقلیم گسترده و در نتیجه افزایش خشکسالی، رشد جمعیت انسانی و به‌تبع آن افزایش تقاضای جهانی برای انرژی و آب، پروژه‌های بزرگ سدسازی افزایش یافته است. با این وجود بدون تحقیقات جامع، یک پروژه بزرگ مانند سد، اثرات برگشت‌ناپذیر و پیش‌بینی نشده زیادی را روی محیط زیست خواهد گذاشت. مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایوشان در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری بر محیط‌های بیولوژیکی، فیزیکی- شیمیایی، اقتصادی- اجتماعی، فرهنگی و استراتژیکی انجام شد.

مواد و روش‌ها: در مطالعه ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایوشان با توجه به توسعه و تکامل و همچنین کاربرد فراوان ماتریس‌ها در پروژه‌های عمرانی، از روش ماتریس لئوپولد اصلاح شده و ماتریس ارزیابی اثرات سریع استفاده شد. جهت ارزیابی فعالیت‌های مرحله ساختمانی و بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیستی هر یک از گزینه‌ها، از روش بازدید میدانی و پرسشنامه استفاده شد.

یافته‌ها: بر اساس نتایج، بیشترین اثرات و پیامدهای منفی در فازهای ساختمانی و بهره‌برداری برای هر دو ماتریس لئوپولد اصلاح شده و ماتریس ارزیابی اثرات سریع مربوط به محیط فیزیکی- شیمیایی و بیشترین اثرات مثبت مربوط به محیط اقتصادی- اجتماعی برای هر دو فاز بود.

نتیجه‌گیری: با مقایسه آثار مثبت فراوان ساخت و بهره‌برداری سد از نظر اقتصادی - اجتماعی نسبت به آثار منفی فیزیکی- شیمیایی، می‌توان گزینه ساخت سد را گزینه‌ای مناسب محسوب نمود. همچنین در نتایج هر دو ماتریس تطابق بسیار مناسبی به‌دست آمد که می‌تواند صحت نتایج را در ارزیابی زیست محیطی سد ایوشان در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری تأیید نماید.

کلید واژه‌ها: سد ایوشان، فاز بهره‌برداری، فاز ساختمانی، ماتریس ارزیابی اثرات سریع، ماتریس لئوپولد

◀ **استناد:** کماسی م، بیرانوند ب. ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایوشان با استفاده از روش ماتریس لئوپولد و ماتریس ارزیابی سریع. *فصلنامه پژوهش در بهداشت محیط*. تابستان ۱۳۹۸؛۵ (۲): ۱۳۳-۱۴۳.

مقدمه

ارزیابی اثرات زیست‌محیطی یک ابزار مؤثر جهت شناسایی و پیش‌بینی پیامدهای یک پروژه و یا طرح‌های مختلف بر روی اجزای محیط زیستی بیولوژیکی، فیزیکی - شیمیایی، اقتصادی - اجتماعی، فرهنگی و استراتژیکی می‌باشد. بر همین اساس، پیش از اجرای بسیاری از پروژه‌های عمرانی و توسعه‌ای، باید پیامدها و اثرات این‌گونه طرح‌ها بر محیط‌زیست منطقه شناسایی و پیش‌بینی گردیده و اقدامات لازم به‌منظور کنترل و کاهش آنها به‌کار بسته شوند که طرح‌های توسعه‌ای مربوط به سد و نیروگاه نیز از آن جمله می‌باشند. روش‌های متنوعی برای ارزیابی و به تصویر کشیدن پیامد فعالیت‌های یک طرح یا توسعه وجود دارد. نکته مهم در کاربرد روش‌ها و فناوری‌های ارزشیابی گزینه، این است که هر روش، منابع و زمینه اطلاعاتی مربوط به خود را نیاز دارد، در نتیجه از کارایی ویژه‌ای برای ارزشیابی طرح‌هایی مشخص برخوردار می‌گردد. از این‌رو تمامی روش‌ها به یک اندازه در ارزشیابی یک طرح یا پروژه محیط زیستی مؤثر نخواهند بود. بنابراین هر روش می‌تواند معایب و مزایای خاص خود را داشته باشد. روش ماتریس لئوپولد برای اولین بار توسط لئوپولد ارائه گردید (۱). مزیت اصلی ماتریس لئوپولد، ارائه یک چک‌لیست از عوامل مورد نیاز برای انجام ارزیابی اثرات محیط زیستی است. ماتریس لئوپولد با ارزش‌گذاری ۱۰+ تا ۱۰- نتوانست جایی درخور برای ارزیابی اثرات توسعه در کشور ما کسب کند، اما همین ماتریس لئوپولد زمانی که ارزش‌گذاری آن به ۵+ تا ۵- تغییر یافت، جایگزین بسیاری از روش‌های معمول ارزیابی اثرات توسعه گردید (۲). ساختار ساده و قابلیت اجرای ارزیابی چندمعیاره، از مزایای این رویکرد به‌شمار می‌رود. پیری، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی احداث سد را به‌وسیله ماتریس لئوپولد به انجام رساند و به این نتیجه رسید که در صورت مدیریت صحیح منابع آب، پروژه با تأثیرات مثبتی بر رشد و توسعه اقتصادی - اجتماعی منطقه همراه خواهد بود (۳). در مطالعه‌ای دیگر غلامعلی‌فرد و همکاران، کاربرد روش لئوپولد را در ارزیابی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماند جامد شهرکرد مورد بررسی قرار دادند. نتایج بررسی ارزیابی اثرات محیط زیستی گزینه‌های مختلف مدیریت پسماند، نشان داد که گزینه تلفیقی کمپوست - بازیافت، دارای کمترین اثرات منفی محیط زیستی است (۴). در ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد زاینده‌رود، اثر ریزفعالیت‌های پروژه به‌صورت جداگانه بر روی پارامترهای زیست محیطی ارزیابی شد و پس از تعیین اثر کل ریزفعالیت‌های پروژه مشخص گردید که سد زاینده‌رود بر زمین، آب، زیستگاه‌های گیاهی و جانوری منطقه اثر منفی داشته، ولی بر آب‌وهوا، اوضاع اجتماعی - اقتصادی، بهداشت و زیبایی منطقه، اثر مثبت دارد (۵). در ارزیابی زیست‌محیطی سد مخزنی شهید مدنی و شبکه آبیاری و زهکشی مربوطه با استفاده از روش ماتریس تلفیقی لئوپولد و آیکلد در پایان مشخص گردید که با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، گزینه اجرای پروژه با اعمال ملاحظات زیست‌محیطی بر گزینه عدم اجرا برتری دارد و عمده اثرات مثبت در محیط اقتصادی اجتماعی و بیشترین اثرات منفی در محیط فیزیکی- شیمیایی و در فاز ساختمانی است (۶). در مطالعه اسکندری و حافظی که به ارزیابی اثرات زیست‌محیطی محل دفن پسماندهای خطرناک مرجع به وسیله ماتریس لئوپولد پرداختند، به این نتیجه رسیدند که ماتریس لئوپولد، ابزاری قوی جهت ارزیابی اثرات زیست‌محیطی می‌باشد (۷). مطالعه نیکنامی و حافظی مقدس نشان داد که گزینه احداث محل دفن جدید در قیاس با محل دفن فعلی شهر گلپایگان، از پیامدهای مثبت فراوانی برخوردار است. در این تحقیق که از روش ماتریس لئوپولد و بر اساس روش نرخ‌دهی و هم‌پوشانی ساده از ۱۰ پارامتر مهم و مؤثر در انتخاب محل دفن استفاده شد، مشخص گردید که بیشترین پیامدهای محیط زیستی، احداث محل دفن در پهنه جدید واقع در شمال شهر مربوط به اثرات فیزیکی در طول دوره ساخت و بهره‌برداری است؛ بنابراین بر رعایت راهکارهای اساسی در جهت کاهش اثرات بر محیط فیزیکی و شیمیایی تأکید شد (۸). قربانی‌نیا و همکاران طی پژوهشی، روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع را برای پروژه‌های گردشگری به‌وسیله فرآیند تحلیل شبکه

فازی اصلاح نموده و بیان داشتند نتایج حاصل به واقعیت نزدیک‌تر می‌باشد (۹). میرزایی و همکاران نیز برای ارزیابی پیامدهای محیط زیستی کارخانه کمپوست شهر کرمانشاه، از ماتریس لئوپولد استفاده کردند. در این مطالعه راهکارهای کاهش اثرات منفی با توجه به موقعیت مکانی کارخانه نسبت به شهر و حجم ورودی زباله به آن ارائه شد (۱۰). در مطالعه طاهری و همکاران با ارزیابی اثرات محیط زیستی محل دفن پسماندهای جامد شهری تبریز با استفاده از ماتریس‌های ارزیابی اثرات سریع و لئوپولد جهت جایگزینی روش دفن غیربهداشتی، سه گزینه دفن بهداشتی، بازیافت و تولید کمپوست به همراه دفن باقی‌مانده را مورد بررسی قرار دادند. در نهایت گزینه تولید کمپوست بر اساس نتایج هر دو ماتریس و با توجه به ماهیت پسماندهای شهری تبریز، بالاترین اولویت را برای جایگزینی با دفن غیربهداشتی دارا بود (۱۱). مطالعه حاضر با هدف شناسایی اثرات اجرای طرح سد ایوشان در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری به تفکیک در محیط‌های بیولوژیکی، فیزیکی - شیمیایی، اقتصادی - اجتماعی، فرهنگی و استراتژیکی انجام شد. در ادامه شدت و اهمیت اثرات با استفاده از ماتریس لئوپولد اصلاح شده و ارزیابی اثرات سریع تعیین و با شناسایی اثرات منفی، راهکارهایی جهت کاهش آنها ارائه گردید.

روش کار

به‌منظور استفاده حداکثر از جریان رودخانه هرود و تأمین آب مورد نیاز اراضی دشت‌های ایوشان و چغلوندی، طرح احداث سد مخزنی ایوشان بر روی رودخانه هررود در بخش زاغه شهرستان خرم‌آباد مطرح گردید. سد مخزنی ایوشان در فاصله ۱/۵ کیلومتری بالادست روستای ایوشان گلستان و حدود ۵۷ کیلومتری شهر خرم‌آباد، بر روی رودخانه هرود واقع شده است. مساحت حوضه آب‌ریز رودخانه هرود تا محور سد مخزنی ایوشان، ۱۲۰ کیلومتر مربع است. سد از نوع خاکی- سنگریزه‌ای با هسته قائم رسی می‌باشد که ارتفاع آن از بستر ۶۲ متر (تراز ۱۸۰۴ متر از سطح دریا)، تراز تاج سد ۱۸۶۸ متر و رقوم نرمال بهره‌برداری از سد ۱۸۶۴ متر از سطح دریا می‌باشد. حجم مخزن در رقوم نرمال بهره‌برداری از سد ۵۲ میلیون مترمکعب و وسعت دریاچه در تراز نرمال ۲/۳ کیلومتر مربع است. به‌طورکلی روش‌های متعددی جهت تجزیه و تحلیل و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در دنیا وجود دارد که روش‌های ویژه، چک‌لیست‌ها، ماتریس‌ها، شبکه‌ها، روی‌هم‌گذاری نقشه‌ها و همپوشانی، از روش‌های مرسوم به شمار می‌روند. مزیت روش ماتریسی نسبت به روش‌های دیگر این است که کمّی است و در صورت کم‌تجربه بودن ارزیاب و ارزش‌دهی غلط به‌دلیل میانگین‌گیری از تمام پارامترها، اشتباه تا حد زیادی تعدیل می‌شود و در کل نتیجه خللی ایجاد نمی‌کند. در این پژوهش، با توجه به توسعه و تکامل ماتریس‌ها و همچنین کاربرد فراوانی ماتریس‌ها در پروژه‌های عمرانی، از روش ماتریس اصلاح شده لئوپولد و ماتریس ارزیابی اثرات سریع استفاده شد. در مطالعه حاضر جهت ارزیابی فعالیت‌های مرحله ساختمانی و بهره‌برداری بر روی اجزای محیط زیستی هر یک از گزینه‌ها، از روش بازدید میدانی و جمع‌آوری اطلاعات از منابع مختلف و برای افزایش صحت در فرآیند امتیازدهی، از روش پرسشنامه استفاده شد. در واقع ماتریس طراحی شده، توسط کارشناسان محیط زیست و آب منطقه‌ای تکمیل شده و میانگین امتیازهای کارشناسان، معیار ارزیابی است.

روش ماتریس لئوپولد

در این مطالعه از ماتریس لئوپولد برای ارزیابی اثرات زیست‌محیطی سد ایوشان در مراحل ساخت و بهره‌برداری استفاده شد. در این روش، ماتریسی تشکیل می‌شود که ریزفعالیت‌های پروژه در مرحله ساختمانی در ستون‌های آن و فاکتورهای مختلف محیط زیست (بیولوژیکی، اقتصادی- اجتماعی، فیزیکی - شیمیایی، فرهنگی و استراتیژیکی) در سطرهای آن نوشته می‌شوند. در مربع محل تقاطع، هر فعالیت محیط زیستی که از آن فعالیت متأثر خواهد شد، شدت و دامنه اثر پیش‌بینی و ارزیابی می‌شود. در جمع‌بندی اثرات، میانگین اثرات مثبت و منفی برای هر فعالیت و هر فاکتور محیط زیستی محاسبه می‌شود و در نهایت نمرات دامنه و اهمیت اثرات در یکدیگر ضرب شده و

نتایج جمع جبری می‌شوند و با توجه به نتیجه، گزینه برتر انتخاب می‌شود و رتبه‌بندی در ماتریس لئوپولد صورت می‌پذیرد. پس از تکمیل جدول برای هر یک از گزینه‌ها، مجموع حاصل‌ضرب اعداد مربوط به هر یک از دو ویژگی (اهمیت و دامنه اثر) بیانگر کمّی تأثیر آن فعالیت بر تمام عوامل زیست‌محیطی مورد بررسی است. با تعمیم مجموع ارقام حاصل از هر ستون، تأثیر جزء‌به‌جزء فعالیت‌ها و نیز کل پروژه از نظر اهمیت و دامنه اثر بر پارامترهای زیست محیطی پروژه سنجیده می‌شود. در نهایت نتیجه حاصل از هر یک از گزینه‌ها، وارد یک چک‌لیست سنجشی می‌شود و ماهیت اثرگذاری نهایی مشخص می‌شود. در چک‌لیست حاصل از ماتریس‌های مربوط به گزینه‌های پیشنهادی، ردیف‌های جدول بیانگر پارامترهای تحت اثر شامل محیط بیولوژیکی، اقتصادی - اجتماعی، فیزیکی - شیمیایی، فرهنگی و استراتژیکی و ستون‌های جدول به اثرات مثبت و منفی هر یک از گزینهها اختصاص می‌یابد. این ستون، جمع جبری اثرات مثبت و منفی هر یک از گزینه‌ها را بر هر یک از پارامترهای تحت اثر نشان می‌دهد. سپس در یک جدول، مجموع نمرات اثرات مثبت و منفی گزینه‌های پیشنهادی به تفکیک محیط‌های تحت اثر مشخص می‌گردد و در نهایت با توجه به مجموع نمرات مثبت و منفی (دامنه و اهمیت اثر)، گزینه برتر انتخاب می‌شود؛ به این‌ترتیب گزینه‌ای که دارای کمترین اثر منفی باشد، گزینه بهینه خواهد بود (۱۲).

حالت اصلی جمع‌بندی ماتریس لئوپولد بدین شرح است: زمانی که هیچ یک از میانگین‌های سطرها یا ستون‌ها از ۳/۱-کوچک‌تر نباشد، پروژه تأیید می‌شود؛ زمانی که بیشتر از نصف میانگین‌های سطرها و ستون‌ها از ۳/۱- کوچک‌تر باشد، پروژه مردود اعلام می‌شود؛ زمانی که کمتر از ۵۰٪ میانگین رده‌بندی ستون‌ها کمتر از ۳/۱- باشد و در سطرهای ماتریس هیچ‌یک از میانگین‌ها کوچک‌تر از ۳/۱- نباشد، پروژه با گزینه اصلاحی تأیید می‌شود؛ زمانی که هیچ‌یک از میانگین‌های رده‌بندی در ستون‌ها کمتر از ۳/۱- نباشد و تعداد میانگین رده‌بندی سطرها که کوچک‌تر از ۳/۱- هستند، کمتر از ۵۰٪ باشد، پروژه با ارائه طرح‌های بهسازی تأیید می‌شود و زمانی که در ستون‌ها و در سطرها کمتر از ۵۰٪ میانگین رده‌بندی‌ها کمتر از ۳/۱- باشد، پروژه با گزینه اصلاحی و طرح‌های بهسازی تأیید می‌شود. تمام فعالیت‌های اساسی که در طرح سد در زمان ساخت و بهره‌برداری دخالت دارند، به عنوان ریزفعالیت در نظر گرفته شدند. در این پژوهش ۱۹ فعالیت عمده در مرحله ساخت در نظر گرفته شد. فاکتورهای زیست‌محیطی در قالب محیط بیولوژیکی، محیط فیزیکی - شیمیایی، محیط استراتژیکی، محیط اقتصادی- اجتماعی و محیط فرهنگی در ستون ماتریس و فعالیت‌های پروژه در مراحل ساختمانی یا بهره‌برداری در سطر ماتریس نمایش داده شد.

روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع

روش ماتریس ارزیابی اثرات سریع (ریام) بر اساس تعریف استاندارد، از معیارهای مهم ارزیابی که با میانگین‌گیری ارزش‌های نیمه کمی برای هر یک از این معیارها قابل رتبه‌دهی بوده، پایه‌گذاری شده است تا یک سیستم رتبه‌دهی دقیق و مستقل برای هر وضعیتی فراهم آید. نمره‌دهی در این روش بر مبنای ۵ معیار جداگانه می‌باشد. معیارهای ارزیابی مهم به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- (A) معیارهایی که برای وضعیت حائز اهمیت بوده و به‌طور مجزا می‌توانند نمره به‌دست آمده را تغییر دهند.
- (B) معیارهایی که برای وضعیت ارزش‌گذاری شده، بنابراین به‌تنهایی قادر نخواهند بود نمرات به‌دست آمده را تغییر دهند.

مقادیر منتسب به هر گروه از این معیارها با استفاده از یک سری فرمول‌های ساده محاسبه می‌شوند. این فرمول‌ها اجازه می‌دهند که هرکدام از بخش‌های زیست محیطی را بر اساس تعاریف پایه‌ای رتبه‌دهی کرد. سیستم نمره‌دهی به ضرب ساده نمره‌های معیارهای گروه A نیاز دارد. استفاده از عمل ضرب برای این گروه مهم است، زیرا این اقدام تضمین می‌کند که وزن هرکدام از نمرات به‌طور صریح در نمره نهایی اعمال شده است؛ زیرا در صورت جمع بستن، برای شرایط گوناگون نتایجی مشابه به‌دست خواهد آمد. نمره‌های معیار گروه B با هم جمع می‌شوند تا یک جمع ساده تشکیل دهند. این تضمین می‌کند که هرکدام از نمرات

به‌تنهایی نمی‌توانند نمره نهایی را تحت تأثیر قرار دهند، بلکه اهمیت جمعی تمامی مقادیر گروه B به‌صورت کامل مورد محاسبه قرار خواهد گرفت. سپس جمع نمرات گروه B با نتایج نمرات گروه A ضرب شده تا ارزیابی نهایی برای وضعیت موجود تولید شود. این فرآیند به‌وسیله فرمول‌های زیر خلاصه می‌شود:

$$A_1 \times A_2 = AT \quad (۱)$$

$$B_1 + B_2 + B_3 = BT \quad (۲)$$

$$ES = AT \times BT \quad (۳)$$

که در این روابط A_1 و A_2 امتیازهای جداگانه برای گروه A و B_1، B_2 و B_3 امتیازهای جداگانه برای گروه B است. همچنین AT حاصل‌ضرب همه امتیازات گروه A، BT مجموع همه امتیازات گروه B و ES امتیاز ارزیابی به‌دست آمده برای شرایط مذکور است. اهمیت اثر (A_1)، مقیاسی برای نشان دادن میزان اهمیت شرایط است که بر اساس مرزهای مکانی یا مرزهایی که توجه انسان آن را تحت تأثیر قرار خواهد داد، ارزیابی می‌شود. دامنه اثر (A_2)، میزان اثر به عنوان اندازه‌گیری میزان سودمندی یا ضرر ناشی از اثر یا شرایط تعریف می‌گردد. مدت اثر (B_1)، نشان‌دهنده دائمی یا موقت بودن شرایط می‌باشد و باید بیانگر وضعیت زمانی اثر باشد. به‌طور مثال خاکریز یک اثر دائمی است، اگرچه ممکن است یک روزه ایجاد و یا از بین برود، این در حالی است که یک سد مخزنی تا وقتی که به‌طور کامل از بین برود، یک شرایط و اثر موقت است. برگشت‌پذیری (B_2)، به گونه‌ای تعریف می‌شود که شرایط قابل تغییر بوده و میزانی از کنترل روی اثر آن شرایط می‌باشد. این حالت نباید با دائمی یا موقت بودن یک اثر مساوی دیده شود و یا با آن تداخل کند. تجمعی بودن اثر (B_3)، نشان‌دهنده این است که عمل تأثیرگذار، اثر منفرد یا اثری تجمعی در طول زمان یا اثری سینرژتیک با سایر شرایط دارد. معیارهای تجمعی به معنی قضاوت در مورد پایداری سیستم‌ها است و نباید آن را با قابلیت برگشت‌پذیری یا برگشت‌ناپذیری و دائمی یا موقت بودن تداخل اشتباه کرد. اثرات مثبت و منفی را می‌توان با به‌کار بردن ارزش‌های مثبت و منفی به مرکزیت عدد صفر برای گروه‌ها نشان داد؛ بدین‌ترتیب عدد صفر نشان‌دهنده هیچ نوع تغییر و یا تغییر بسیار کم‌اهمیت است. به‌کار بردن صفر در گروه A می‌تواند نشان‌دهنده شرایطی باشد که هیچ نوع تغییری بر محیط وارد نشده است و یا تغییر به‌قدری اندک و ناچیز است که برای آنالیز از اهمیت چندانی برخوردار نیست. از به‌کار بردن ارزش صفر در گروه B بایستی پرهیز نمود؛ چراکه اگر تمام معیارهای این گروه صفر شوند، نتیجه نهایی ES صفر خواهد گردید. این شرایط ممکن است زمانی به وقوع بپیوندد که معیارهای گروه A از اهمیت لازم برای ارزش‌گذاری برخوردار باشند. به‌منظور جلوگیری از به‌وجود آمدن چنین شرایطی، ارزش‌گذاری برای معیارهای گروه B از ارزش ۱ برای شرایطی که هیچ نوع تغییری و یا تغییر قابل توجهی مشاهده نشود، استفاده می‌گردد (۱۴). در مرحله بعد ESهای محاسبه شده بر اساس جدول طبقه‌بندی ES طبقه‌بندی می‌شوند و هر جزء مطابق با این دسته‌ها مورد ارزشیابی نهایی قرار می‌گیرند. با قرار گرفتن امتیاز ES در محدوده یک گروه یا دسته، امکان نمایش آن به‌تنهایی به‌صورت گروهی مطابق با نوع عنصر محیط زیست به‌وجود می‌آید که می‌توان به صورت گرافیکی یا عددی نشان داد.

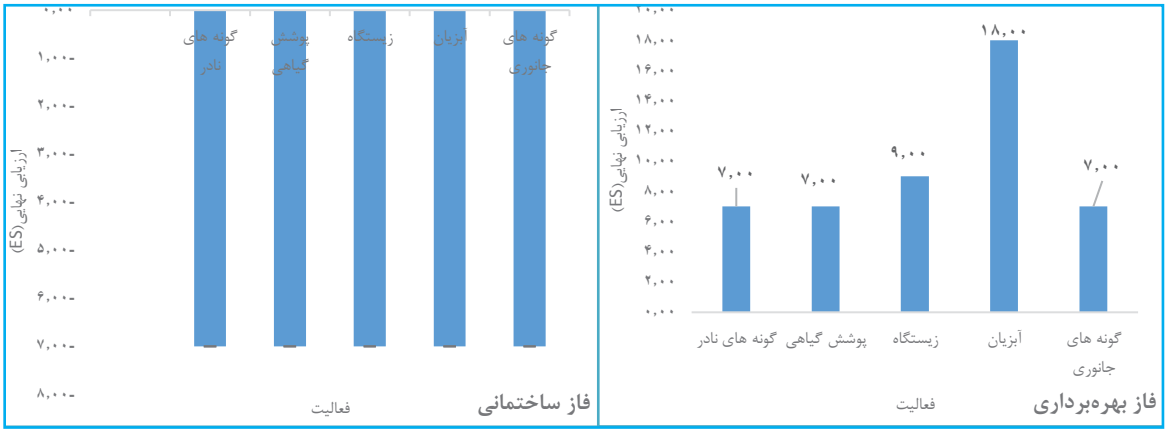
یافته‌ها

ارزیابی زیست‌محیطی سد ایوشان توسط ماتریس لئوپولد

جمع جبری اثرات مرحله ساختمانی در محیط فیزیکی – شیمیایی، ۱۴۷- از تعداد ۴۶ اثر بود که بیشترین اثرات منفی پروژه در این محیط بود. همچنین محیط بیولوژیکی ۹۳- از ۳۸ اثر، محیط استراتژیک ۴۸+ از ۲۵ اثر، محیط فرهنگی ۶۳+ از ۲۸ اثر و محیط اقتصادی- اجتماعی که بیشترین اثرات مثبت را شامل می‌شد، ۱۱۹+ از ۷۹ اثر بود. جمع جبری اثرات مرحله بهره‌برداری در محیط بیولوژیکی ۱۴- از ۴۳ اثر، محیط فیزیکی – شیمیایی ۸+ از ۴۵ اثر، محیط فرهنگی ۵۲+ از ۳۳ اثر، محیط استراتژیکی ۱۵۰+ از ۳۵ اثر و محیط اقتصادی – اجتماعی با بیشترین اثرات مثبت ۲۷۳+ از ۶۱ اثر بود.

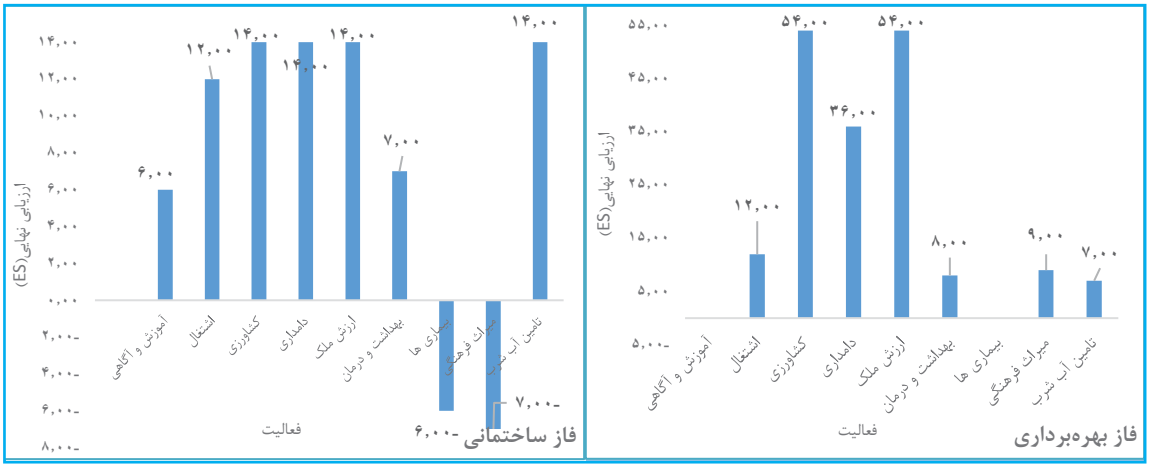
ارزیابی اثرات زیست محیطی سد ایوشان توسط ماتریس ریام

در فاز ساختمانی و محیط بیولوژیک در مجموع ۵ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۱۰۰٪ آثار منفی بود. در بین آثار منفی، همگی آثار منفی ناچیز بودند. همچنین در فاز بهره‌برداری در مجموع ۵ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۱۰۰٪ آثار مثبت بود (نمودار ۱).



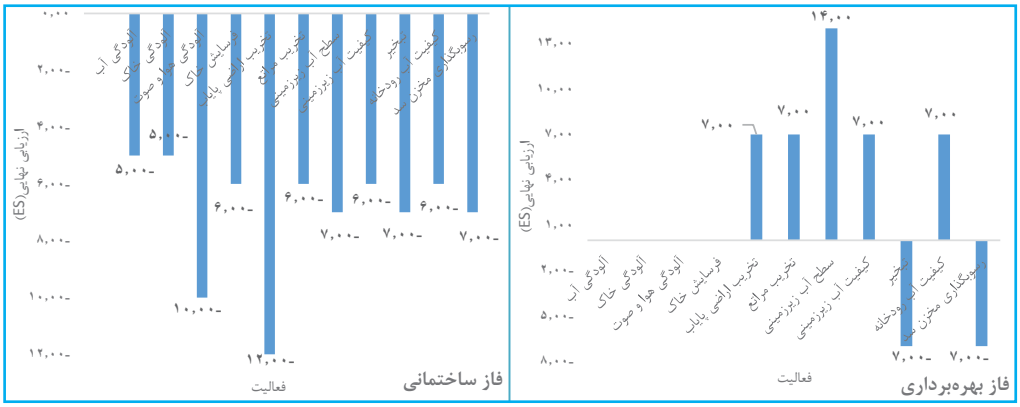
نمودار ۱. ارزیابی اثر محیط بیولوژیک سد ایوشان با ماتریس ریام در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

در فاز ساختمانی و محیط اقتصادی - اجتماعی در مجموع ۹ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۷ اثر مثبت و ۲ اثر منفی بود. در مجموع ۷۸٪ آثار مثبت و ۲۲٪ آثار منفی بودند. در بین آثار مثبت، ۲ اثر مثبت ناچیز و ۵ اثر مثبت وجود داشت. همچنین هر ۲ اثر منفی، منفی ناچیز بودند. همچنین در فاز بهره‌برداری در مجموع ۹ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۷ اثر (۷۸٪ آثار) مثبت و ۲ اثر (۲۲٪ آثار) خنثی بود. از بین آثار مثبت، ۳ اثر مثبت ناچیز، ۱ اثر مثبت و ۳ اثر مثبت مشخص وجود داشت (نمودار ۲).



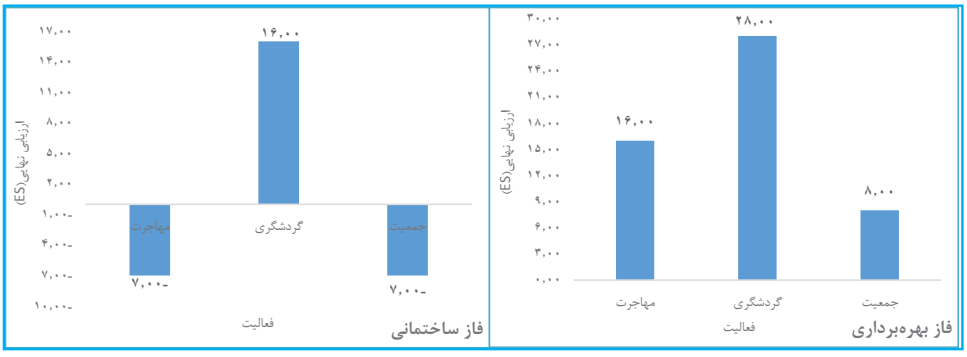
نمودار ۲. ارزیابی اثر اقتصادی - اجتماعی سد ایوشان با ماتریس ریام در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

در فاز ساختمانی و محیط فیزیکی - شیمیایی در مجموع ۱۱ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که همگی (۱۰۰٪) منفی بودند. در بین آثار منفی، ۹ اثر منفی ناچیز و ۲ اثر منفی وجود داشت. همچنین در فاز بهره‌برداری در مجموع ۱۱ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۵ اثر (۴۶٪ آثار) مثبت، ۴ اثر (۳۶٪ آثار) خنثی و ۲ اثر (۱۸٪) منفی بود. از بین آثار مثبت، ۴ اثر مثبت ناچیز، ۱ اثر مثبت و در بین آثار منفی، هر دو اثر منفی بود (نمودار ۳).



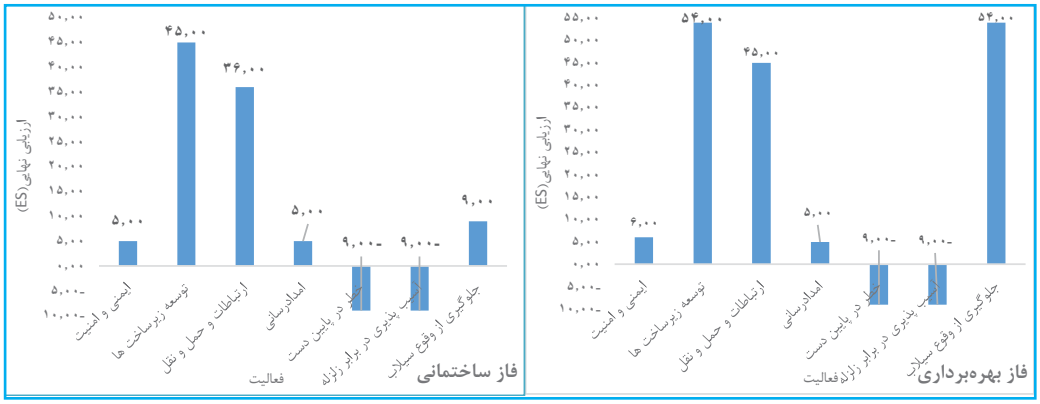
نمودار ۳. ارزیابی اثر فیزیکی – شیمیایی سد ایوشان ماتریس ریام در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

در فاز ساختمانی و محیط فرهنگی در مجموع ۳ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۲ اثر (۶۷٪ آثار) منفی و ۱ اثر (۳۳٪ آثار) مثبت بود. هر دو اثر منفی، منفی ناچیز و یک اثر مثبت بود. همچنین در فاز بهره‌برداری در مجموع ۳ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که هر سه اثر مثبت بود. از بین آثار مثبت، ۱ اثر مثبت ناچیز، ۲ اثر مثبت متوسط بود (نمودار ۴).



نمودار ۴. ارزیابی اثر فرهنگی سد ایوشان با ماتریس ریام در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

در فاز ساختمانی و محیط استراتژیک در مجموع ۷ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۲ اثر (۲۸٪ آثار) منفی و ۵ اثر (۷۲٪ آثار) مثبت بود. آثار منفی هر دو اثر منفی ناچیز بودند و در بین آثار مثبت، ۳ اثر مثبت ناچیز و ۲ اثر مثبت متوسط وجود داشت. همچنین در فاز بهره‌برداری در مجموع ۷ اثر در خانه‌های ماتریس قرار گرفته که ۵ اثر (۷۱٪ آثار) مثبت و ۲ اثر (۲۹٪ آثار) منفی بود. از بین آثار مثبت، ۲ اثر مثبت ناچیز، ۳ اثر مثبت مشخص و هر دو اثر منفی، منفی ناچیز بود (نمودار ۵).



نمودار ۵. ارزیابی اثر استراتژیک سد ایوشان با ماتریس ریام در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری

در مجموع در دو فاز ساختمانی و بهره‌برداری، ۷۰ دامنه ارزشی در ماتریس ارزیابی سریع بارگذاری شده بود که از این میان، ۳۸ دامنه مثبت (۵۴٪)، ۲۶ دامنه منفی (۳۷٪) و ۶ دامنه خنثی (۹٪) بود.

بحث

نتایج ارزیابی زیست‌محیطی مرحله ساختمانی و بهره‌برداری سد توسط ماتریس لئوپولد

بر اساس نتایج حاصل از جدول ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از اجرای پروژه احداث سد مخزنی ایوشان در فاز ساختمانی در محیط‌های بیولوژیکی، اقتصادی - اجتماعی، فیزیکی - شیمیایی، فرهنگی و استراتژیکی، تعداد کل اثرات طرح در مرحله آماده‌سازی و ساخت ۲۱۶ مورد بود که ۷۶ مورد (۳۵٪) مثبت و ۱۴۰ مورد (۶۵٪) منفی بود و علت اصلی نتایج منفی مربوط به فعالیت‌های فیزیکی - شیمیایی در محیط زیست منطقه و عمدتاً مقطعی و الزامی بود. از مجموع ۳۵ فعالیت زیست‌محیطی، ۱۷ پارامتر دارای ردیف اثر مثبت بودند که بیشترین آن مربوط به فعالیت‌های استراتژیک بود. همچنین بیشترین ردیف اثر منفی مربوط به فعالیت فیزیکی - شیمیایی و پارامتر آلودگی خاک با ردیف اثر ۱۲- بود، ولی بیشترین ردیف اثر مثبت به فعالیت اقتصادی - اجتماعی و پارامتر ارزش ملک با ردیف اثر ۲۰+ اختصاص یافته بود. همچنین بر اساس نتایج حاصل از جدول ارزیابی اثرات زیست‌محیطی ناشی از اجرای پروژه احداث سد مخزنی ایوشان در فاز بهره‌برداری در محیط‌های بیولوژیکی، اقتصادی - اجتماعی، فیزیکی - شیمیایی، فرهنگی و استراتژیکی، تعداد کل اثرات طرح در مرحله بهره‌برداری ۲۱۷ مورد بود که ۱۴۱ مورد (۶۵٪) مثبت و ۷۶ مورد (۲۵٪) منفی بود و علت اصلی نتایج منفی باز هم مربوط به فعالیت‌های فیزیکی - شیمیایی در محیط زیست منطقه بود. از کل ۳۵ فعالیت زیست محیطی، ۲۷ پارامتر دارای ردیف اثر مثبت بود که بیشترین آن مربوط به فعالیت‌های استراتژیک و پارامتر جلوگیری از وقوع سیلاب با ردیف اثر ۲۰+ بود. همچنین بیشترین ردیف اثر منفی مربوط به فعالیت فرهنگی و پارامتر مهاجرت با ردیف اثر ۹- بود که در واقع بهره‌برداری سد مانع از مهاجرت شده است. نتایج به روشنی نشان می‌دهد که در فاز بهره‌برداری تعداد اثرات مثبت بیشتر به چشم می‌خورد و این امر به ویژه در محیط اقتصادی - اجتماعی و همچنین محیط فرهنگی نمودِ بیشتری دارد. در مجموع اثرات مثبت طرح سد ایوشان در مرحله ساخت کمتر از مجموع اثرات منفی بود و در مرحله بهره‌برداری مجموع اثرات مثبت بیشتر از مجموع اثرات منفی بود.

نتایج ارزیابی زیست‌محیطی مرحله ساختمانی و بهره‌برداری سد توسط ماتریس ریام

قسمت اعظم اثرات منفی در فاز ساختمانی و بر روی محیط فیزیکی- شیمیایی بود که پس از پایان پروژه، اثرات آن کاهش یافته و یا به‌طور کلی از بین می‌رود. همچنین این اثرات دارای دامنه‌های از تغییرات ناچیز تا متوسط بودند و اثر مشخص و قابل ملاحظه‌ای در بین آنها مشاهده نمی‌شد. بیشتر آثار مثبت در فاز ساختمانی، بر روی محیط اقتصادی - اجتماعی مشاهده گردید. با توجه به طول عمر در نظر گرفته شده برای سد (۵۰ سال)، این اثرات از ماندگاری بالایی برخوردار هستند. همچنین در این قسمت ۴ اثر مثبت ناچیز و ۳ اثر مثبت کم وجود داشت. در دوره بهره‌برداری نیز بیشترین اثر منفی با کاهش چشم‌گیر نسبت به دوره ساختمانی بر روی محیط فیزیکی - شیمیایی مشاهده شد و بیشترین تأثیرات مثبت پروژه نیز در محیط اقتصادی - اجتماعی به‌وجود آمده بود. در مجموع، با توجه به آثار مثبت زیاد پروژه بر روی محیط‌های پنج‌گانه و به ویژه محیط اقتصادی - اجتماعی که از طول عمر بالایی در مقایسه با آثار منفی کم و موقت پروژه برخوردار هستند، اجرای پروژه مورد تأیید است (جدول ۱).

نتیجه‌گیری

در این پژوهش به‌منظور ارزیابی و شناسایی اثرات زیست‌محیطی اجرای طرح سد ایوشان بر محیط‌های بیولوژیکی، فیزیکی- شیمیایی، اقتصادی- اجتماعی، فرهنگی و استراتژیکی در مقایسه با سایر پژوهش‌ها که معمولاً از یک روش جهت ارزیابی استفاده می‌گردد،

جدول ۱. نتایج ارزیابی ماتریس اثرات سریع در مرحله ساختمانی و بهره‌برداری سد ایوشان

ES	RV	RVN	بیولوژیک	اقتصادی - اجتماعی	فیزیکی - شیمیایی	فرهنگی	استراتژیک	مجموع	نهایی	درصد
۱۰۸ تا ۷۲	E	۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
۷۱ تا ۳۶	D	۴	۰	۳	۰	۰	۵	۸	۳۲	۴۵/۷۱
۳۵ تا ۱۹	C	۳	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۳	۴/۲۹
۱۸ تا ۱۰	B	۲	۱	۶	۱	۲	۰	۱۰	۲۰	۲۸/۵۷
۹ تا ۱	A	۱	۴	۵	۴	۱	۵	۱۹	۱۹	۲۷/۱۴
۰	N	۰	۰	۲	۴	۰	۰	۶	۰	۰
-۹ تا -۱	-A	-۱	۵	۲	۱۱	۲	۴	۲۴	-۲۴	۳۴/۲۸
-۱۸ تا -۱۰	-B	-۲	۰	۰	۲	۰	۰	۲	-۴	۵/۷۱
-۳۵ تا -۱۹	-C	-۳	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
-۷۱ تا -۳۶	-D	-۴	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰
-۱۰۸ تا -۷۲	-E	-۵	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰

از دو ماتریس لئوپولد اصلاح شده و اثرات سریع استفاده شد. با توجه به این مسأله که از دیدگاه ارزیابی محیط زیست پروژه عدد ۳/۱ در میانگین رده‌بندی ماتریس لئوپولد جهت قضاوت در مورد تأیید یا عدم تأیید در نظر گرفته شده است، طرح سد خاکی ایوشان فاقد اثرات و پیامدهای تخریبی زیاد و بسیار زیاد با میانگین رده‌بندی کوچک‌تر از ۳/۱- می‌باشد. همچنین با توجه به اینکه از ۷۰ دامنه ارزشی در ماتریس ارزیابی سریع، ۳۸ دامنه (۵۴٪) مثبت، ۲۶ دامنه (۳۷٪) منفی و ۱۱۶ دامنه (۹٪) خنثی وجود داشت، آنچه مسلم است حذف کامل اثرات منفی پروژه امکان‌پذیر نیست، اما غالباً می‌توان از شدت و دامنه آنها تا حد بسیار زیادی کاست. البته باید اذعان داشت که با توجه به اهداف پروژه در تأمین آب اراضی پایین‌دست سد ایوشان، ایجاد منطقه توریستی و گردشگری، جلوگیری از سیلاب و طغیان رودخانه هرود و فراهم نمودن امکانات پرورش ماهی و همچنین بحران کمبود آب در کشور، اهمیت اجرای این پروژه را با در نظر گرفتن شرایط زیست‌محیطی دو چندان می‌کند. در بررسی زیست‌محیطی اجرای سد خاکی ایوشان در فاز ساختمانی در هر دو ماتریس لئوپولد و ارزیابی اثرات سریع، نتایج یکسانی به‌دست آمد؛ به‌طوری که آثار بیشترین آثار مثبت و منفی به‌ترتیب به محیط‌های اقتصادی - اجتماعی و فیزیکی - شیمیایی اختصاص یافت. همچنین در مرحله بهره‌برداری، بیشترین آثار منفی پروژه در هر دو ماتریس به محیط فیزیکی- شیمیایی و در مرحله بهره‌برداری برای ماتریس لئوپولد به محیط استراتژیک و در ماتریس اثرات سریع به محیط اقتصادی - اجتماعی اختصاص یافت. با توجه به بیشترین اثرات منفی در محیط فیزیکی - شیمیایی، می‌توان با مدیریت عملیات استخراج منابع قرضه، تمیز کردن مخزن سد قبل از عملیات آبگیری، ارائه راهکار مناسب در جلوگیری از ورود فاضلاب، پسماندها، مواد زاید ساختمانی، روغن سوخته ماشین آلات و ... به رودخانه، ایجاد سنگ‌چین و گابیون‌بندی در شیب‌های تند اطراف سد، پاک‌تراشی بستر رودخانه، کاهش رفت‌وآمد وسایل نقلیه، حذف گیاهان حاشیه مخزن سد و پر کردن گودال‌ها و زهکشی آب‌های راکد، از اثرات منفی تا حد زیادی کاست. به‌طور کلی در نتایج هر دو ماتریس، تطابق بسیار مناسبی به‌دست آمد که می‌تواند صحت نتایج را در ارزیابی زیست محیطی سد ایوشان در دو مرحله ساختمانی و بهره‌برداری تأیید نماید.

ملاحظات اخلاقی

نویسندگان تمام نکات اخلاقی شامل عدم سرقت ادبی، انتشار دوگانه، تحریف داده‌ها و داده‌سازی را در این مقاله رعایت کرده‌اند. همچنین هرگونه تضاد منافع حقیقی یا مادی که ممکن است بر

نتایج یا تفسیر مقاله تأثیر بگذارد را رد می‌کنند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله از تمامی کسانی که ما را در انجام این پژوهش یاری کردند، به‌ویژه از همکاران گرامی در شرکت مهندسین مشاور آبدان فراز و همچنین اساتید ارجمند در شرکت آب منطقه‌ای و محیط زیست شهرستان خرم‌آباد، تشکر و قدردانی می‌شود.

Reference

1. Leopold LB, Clarke FE, Hanshaw BB, Balsley JR. 1971. A Procedure for Evaluating Environmental Impact in Geological Survey Circular 645, USGS, Washington DC.
2. Makhdum M. Four Notes in assessing the developing impact. Journal of Environment and development. 2009; 2(3): 9-12. (In Persian).
3. Piri H.2011. Environmental impact assessment of Chah Nimeh Four construction in Zabol. Town and Country Planning, 3(5), 145-163. (In Persian).
4. Gholamalifard M, Mirzaei M, Hatamimanesh M, RiyahiBakhtiari A, Sadeghi M. Application of rapid environmental impacts assessment matrix and Iranian matrix inenvironmental impact assessment of solid waste landfill of Shahrekord. Journal of Shahrekord University of MedicalSciences. 2014; 16 (1): 31-46. (In Persian).
5. Asadi M, Ghaysari A. Environmental Impact Assessment of Zayandeh Rood Dam. International Symposium on Water and Ramsar Water, 2001. (In Persian).
6. Ashrafzadeh M, Samiee AM, Bagheri M.Environmental assessment of Shahid Madani Reservoir Dam and related drainage network using Icold and Leopold matrix method. Second National Conference on Irrigation and Drainage Networks, 2006. (In Persian).
7. Eskandari R, Hafezizi Moghadas N, Heidari H. Environmental Impact Assessment of Landfill of Dangerous Waste Reference in Central Iran, 16th Iranian Geological Society, Shiraz University, Shiraz University,2012. (In Persian).
8. Niknami M, Hafezizi Moghadas N. Site selection of disposal municipal waste in Golpaygan city using GIS system. Geology applies. 2010; 6(1): 57-66. (In Persian).
9. Ghorbani Nia Z, Nikzad V, Salehi S. Environmental Impact Assessment of Tourist Projects (Case Study: Evan Tourism Area, Journal of Tourism Planning and Development, Fourth Edition, 2015; 13: 147-166, (In Persian).
10. Mirzaei N, Nuri J, Mahvi AH, Yonesian M, Malaki A.Assessment of Environmental Impacts produced by compost plant in Sanandaj. Journal of Kurdistan Universityof Medical Sciences. 2010; 14(4): 79-88. (In Persian).
11. Taheri M, Gholamalifard M, Jalili Ghazizadeh M, Saqhibian M. Environmental Impact Assessment of Solid Waste Landfill of Tabriz Using RIAM and LEOPOLD Matrix, Journal of Civil and Environmental Engineering, Tabriz University.2017;47(2):77-88. (In Persian).
12. Alborzimanesh MA Cash for Common Methods Summarizing and Conclusion of Impact Assessment Matrices Environment, Environmental Magazine and Development, 2011(3):45-52, (In Persian).
13. Bhatnagar KC. Environmental management - New Directions for the 21st Century, New Delhi: Global India Publications Pvt Ltd.2009.
14. Pastakia CMR. The rapid impact assessment matrix (RIAM)—A new tool for environmental impact assessment. In Environmental Impact Assessment Using the Rapid Impact Assessment Matrix (RIAM), K. Jensen (Ed). Fredensborg, Denmark: Olsen & Olsen.1998.