Archive of SID

محیط زیست طبیعی، منابع طبیعی ایران، دورهٔ ۶۸، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۴
صفحات ۴۳۰-۴۱۳

بررسی اثرات محیط زیستی سد رودبار لرستان در مرحلهٔ بهره‌برداری با استفاده از نرم‌افزار MIKE11 و تکنیک LINMAP[1]

سحر رضایان[1*]، سید علی جوزی[2]، صدف عطائی[3]

۱. استادیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد شاهرود، ایران

۲. دانشیار گروه محیط زیست، دانشکدهٔ فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، ایران

۳. کارشناس ارشد ارزیابی و آمایش سرزمین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۹/۱۷- تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۲/۲۳)

چکیده

این مطالعه با هدف شناسایی، طبقه‌بندی و بررسی آثار محیط زیستی سد رودبار لرستان در مرحلهٔ بهره‌برداری با استفاده از نرم‌افزار MIKE 11 و تکنیک LINMAP به انجام رسیده است. سد رودبار لرستان در استان لرستان، ۱۰۰ کیلومتری جنوب شهر الیگودرز، بر روی رودخانهٔ رودبار(از سرشاخه‌های رودخانهٔ دز شرقی) و در محدودهٔ رشته‌کوه زاگرس در غرب ایران واقع شده است. در استفاده از روش‌های ارزیابی، مهم است که تنها یک پارامتر مورد توجه نباشد بلکه هم‌زمان آثار متقابل تمام پارامترها و آثار محیط زیستی ناشی از آن را در نظر گرفت. با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری‌شده از وضعیت محیط زیست منطقه و اطلاعات فنی سد رودبار با کمک نرم‌افزار MIKE 11 محدودهٔ تحت‌تأثیر بلافصل شناسایی شد. درنهایت با کمک مدل ریاضی LINMAP آثار مثبت و منفی سد اولویت‌بندی شد. در اولویت‌بندی آثار مثبت طرح، (درآمد)، رتبهٔ ۰/۵۰۷ ۰را به خود اختصاص داد و پس از آن (خدمات، صنعت، بازرگانی) با به‌دست آوردن رتبهٔ ۰/۰۴۸۰ در اولویت دوم قرار گرفت. مشخص شد که با احداث سد، ۲ روستا در اطراف آن به زیر آب خواهند رفت. این امر سبب جابه‌جایی و اسکان مجدد سکنهٔ دو روستا شد. بنابراین، جابه‌جایی با رتبهٔ ۰/۳۴۵۲، در اولویت اول آثار منفی سد و فرسایش؛ رسوب‌گذاری در مخزن سد و گونه‌های گیاهی در معرض تهدید سکنه؛ هر سه با رتبهٔ ۰/۲۹۵۹، در اولویت دوم قرار گرفتند. درنهایت با توجه به نتایج حاصل از اولویت‌بندی آثار، راهکارهای مناسب در مرحلهٔ بهره‌برداری سد رودبار لرستان ارائه شد.

کلیدواژگان: بررسی آثار محیط زیستی، تکنیک دلفی، روش MIKE 11، روش LINMAP، سد مخزنی.

1. Linear Programming for Multidimensional of Preference

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۹۱۲۳۲۵۶۵۹۷
Email: S_rezaian@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

۱. مقدمه

مهم‌ترین بررسی سوابق اجرایی طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی در کشور نشان می‌دهد در برنامه‌ریزی‌های گذشته همانند بسیاری از کشورهای در حال توسعه، اهمیت و ارزش‌های منابع طبیعی و محیط زیست از دیدگاه تصمیم‌گیران پنهان بوده است و بسیاری از آن‌ها، بدون توجه به ملاحظات محیط زیستی، طراحی و بهره‌برداری شده‌اند. نتیجه و پیامدهای چنین اقداماتی، موجب بروز آلودگی‌های مختلف و تخریب و خسارت به منابع محیطی در کشور بوده است. بی‌شک سدها و سازه‌های جانبی آن را نیز می‌توان در زمرهٔ طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی محسوب کرد که از آثار کوتاه و بلندمدت محیط زیستی برخوردارند (Karimi Jashni & Chamanchi, 2007). با توجه به رشد و توسعهٔ سدسازی در جهان به‌ویژه در ایران لزوم بررسی آثار محیط زیستی سد اهمیت خاصی دارد. احداث سدها و شبکه‌های آبیاری و زهکشی در کنار تمام آثار مثبت، آثار منفی‌ای نیز دارد و به همین‌دلیل توجه به مخاطرات محیط زیست باید مورد توجه قرار گیرد (Tingsanchali & Muhammah Khan, 2011). نتایج اکولوژیکی سدها وابسته به محل قرارگیری آن‌ها خواهد بود. تأثیرات محیط زیستی سدها را می‌توان براساس معیارهای متفاوت کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت، منطقهٔ احداث سد، تأثیرات اجتماعی و غیراجتماعی مفید و مضر، طبقه‌بندی کرد اگرچه دسته‌بندی‌های دیگری نیز وجود دارند. به‌طورکلی، براساس دستورالعمل کمیتهٔ بین‌المللی سدهای بزرگ، مطالعات محیط زیستی سدها باید در قالب بخش‌هایی که شامل آثار فیزیکی و شیمیایی، بیولوژیکی، بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی انجام گیرد. البته در بیشتر موارد آثار محیط زیستی برای دو دورهٔ ساخت و بهره‌برداری به‌طور جداگانه بررسی و ارزیابی می‌شوند (Tahmicioglu *et al.*, 2007). هدف از مطالعات ارزیابی آثار محیط زیستی سدها، شناخت در حد ممکن جامع و کامل از وضعیت موجود محیط زیست در محل اجرای سد و محدودهٔ تحت‌تأثیر آن و شناسایی کامل فعالیت‌های طرحی که در محیط مورد نظر اجرا خواهد شد، است. در ادامه با دستیابی به این شناخت دووجهی، آثار فعالیت‌های طرح بر تمامی اجزای محیط زیست تعیین و مشخص می‌شود. در این مقاله تلاش شده است به شناسایی، طبقه‌بندی و ارزیابی آثار محیط زیستی ناشی از فعالیت سدها توجه شود. بدین منظور سد رودبار واقع در استان لرستان به‌منزلهٔ مطالعهٔ موردی انتخاب شد. Hoseyni و همکاران (2002) در مقالهٔ خود با عنوان «تجزیه و تحلیل آثار فیزیکوشیمیایی سد استقلال میناب در مرحلهٔ بهره‌برداری با کاربرد روش فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی-AHP»، پس از شناسایی مهم‌ترین آثار ناشی از بهره‌برداری سد، به‌منظور اولویت‌بندی آثار فیزیکوشیمیایی، از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی بهره گرفته‌اند. درنهایت اولویت‌های اول تا سوم براساس اثر، مشخص و راهکارها و برنامه‌های مدیریتی برای کاهش، حذف و مهار محیط زیستی بیان شد (Hoseyni *et al.*, 2009).

Nikbakht و همکاران (2004)، در مقالهٔ خود با عنوان «ارزیابی آثار محیط زیستی مرحلهٔ بهره‌برداری سد سرشت در استان خوزستان»، با مروری بر وضع منطقه و با استفاده از روش‌های چک‌لیست ساده و سنجشی، آثار محیط زیستی را در مرحلهٔ بهره‌برداری، مشخص کرده‌اند (Nikbakht & Shamohammadi Heydari, 2004).

Zargar و همکاران (2008)، در مقالهٔ «مدل‌سازی هیدرولیکی شکست سد مارون با استفاده از نرم‌افزار MIKE 11»، سعی کرده‌اند ضمن شبیه‌سازی هیدرولیکی شکست سد مارون با استفاده از نرم‌افزار MIKE 11 میزان پیک سیل عبوری و به‌تبع آن میزان افزایش تراز آب در نواحی مختلف پایین‌دست سد به‌ازای سناریوهای مختلف نظیر شکست آنی و شکست تدریجی سد با روابط انتقال رسوب و سری زمانی شکست تعریف‌شده توسط استفاده‌کننده، برآورد شود (Zargar *et al.*, 2008).

Najmi و همکاران (2011) در مقاله‌ای با عنوان «مقایسهٔ دو نرم‌افزار HEC-RAS ,MIKE11 در شبیه‌سازی جریان غیردائمی سیلاب در

www.SID.ir

Archive of SID

رودخانهٔ گرگان‌رود»، بازهٔ بین دو ایستگاه هیدرومتری دشت و تنگ‌راه از رودخانهٔ گرگان‌رود که شرایط سیلابی دارد، به عنوان مطالعهٔ موردی انتخاب کرده‌اند. جریان سیلاب مخرب مردادماه ۱۳۸۰ در این بازه، در دو نرم‌افزار با شرایطی مشابه شبیه‌سازی شدند. درنهایت نتایج با مقایسهٔ مقادیر مشاهداتی و نتایج دو نرم‌افزار با همدیگر هماهنگی خوبی مشاهده شد (Najmi *et al.*, 2011). بررسی سوابق استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره در ارزیابی نشان می‌دهد هرچند این روش‌ها به‌تنهایی یا با استفاده از روش‌های دیگر برای ارزیابی آثار استفاده شده است، اما به‌طور خاص در مورد استفاده از روش LINMAP تا کنون مطالعهٔ ارزیابی محیط زیستی با این روش، صورت نگرفته است. به همین منظور پیشینه‌هایی که به آن اشاره می‌شود مرتبط با موضوع نیست. Musavi و همکاران (2009)، در مقالهٔ «مدیریت و تحلیل ریسک‌های تدارکات پروژه‌های احداث با استفاده از تکنیک LINMAP»، هدف شناسایی ریسک‌های موجود در تأمین و تدارکات خارج از محدودهٔ شرکت‌هاست. در این راستا ابتدا فرایند تصمیم‌گیری و تکنیک‌های آن تشریح شده در ادامهٔ ساختار سلسله‌مراتبی از ریسک‌های تدارکات پروژه‌های احداث ارائه می‌شود. درنهایت با استفاده از روش LINMAP، ریسک‌ها در محیط عدم قطعیت این پروژه‌ها، ارزیابی و تحلیل می‌شوند (Musavi & Ghorbani Kia, 2009).

Bereketli و همکاران (2011)، در مقالهٔ خود با عنوان «ارزیابی استراتژی رفتار WEEE با استفاده از روش LINMAP فازی»، برای تصمیم‌گیری از یک روش خطی برای تجزیه و تحلیل چندبعدی اولویت‌ها در یک محیط فازی استفاده کردند. هدف این مقاله گسترش استفاده از روش LINMAP به‌منظور حل مسائل MADM تحت یک محیط فازی بوده است. در این روش متغیرهای زبانی برای کسب اطلاعات تصمیم‌گیری فازی و فرایند تصمیم‌گیری با استفاده از یک ماتریس فازی تصمیم‌گیری مورد توجه قرار داده شده است. این روش براساس مقایسهٔ گزینه‌های ارائه‌شده توسط تصمیم‌گیرنده و انتخاب بهترین گزینه می‌تواند به‌منزلهٔ راه حلی باشد که کوتاه‌ترین فاصله را با بهینه دارد (Bereketli et al., 2005). برای شناسایی آثار محیط زیستی ناشی از احداث سد رودبار بر منطقهٔ مطالعه‌شده، ابتدا از نرم‌افزار هیدرولوژی MIKE 11 برای پهنه‌بندی سیلاب پشت سد و تعیین محدودهٔ بلافصل اثر، استفاده شد و در ادامه پس از تهیهٔ ماتریس امتیازدهی آثار توسط روش دلفی، با استفاده از مدل ریاضی LINMAP یکی از روش‌های تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، آثار اولویت‌بندی شد.

۱.۱. معرفی محل مطالعه‌شده

سد رودبار لرستان از نظر تقسیمات کشوری در استان لرستان، ۱۰۰ کیلومتری جنوب شهر الیگودرز، در مختصات جغرافیایی "۴۹°۴۱'۷ طول شرقی و "۳۲°۵۴'۲۳ عرض شمالی روی رودخانهٔ رودبار (از سرشاخه‌های رودخانهٔ دز شرقی) و در محدودهٔ رشته‌کوه زاگرس در غرب ایران واقع شده است. این منطقه توپوگرافی بسیار خشن و تکتونیزه دارد. هدف از ساخت این نوع سد در این منطقه، تولید ۹۸۶ گیگاوات ساعت در سال انرژی برق‌آبی به‌منظور کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) به میزان ۶۲۶/۱۱۰ تن در سال و کاهش هزینهٔ استهلاک نیروگاه‌های حرارتی است (IWPRDC[1], 2012). رودخانهٔ رودبار لرستان از سرشاخه‌های حوضهٔ آبریز دز و از چهار شاخهٔ اصلی خاک بتیه، قلیان، و هرگان و آب سفید تشکیل شده است. مورفولوژی این رودخانه در این محدوده و چرخش مسیر آن در پایین‌دست محل احداث سد به‌گونه‌ای است که اختلاف ارتفاعی طبیعی حدود ۳۰۰ متر را ایجاد می‌کند. مساحت حوضهٔ آبریز رودخانه تا محل احداث سد رودبار لرستان ۲۲۵۵ کیلومترمربع و میزان متوسط جریان سالانهٔ رودخانه در محل سد معادل ۳۰/۲ مترمکعب در ثانیه است. حداقل دبی ماهیانهٔ رودخانه پس از برداشت‌های بالادست حدود ۴/۱ مترمکعب بر ثانیه و حداکثر آن

1. Iran Water and Power Resources Development Company

www.SID.ir

Archive of SID

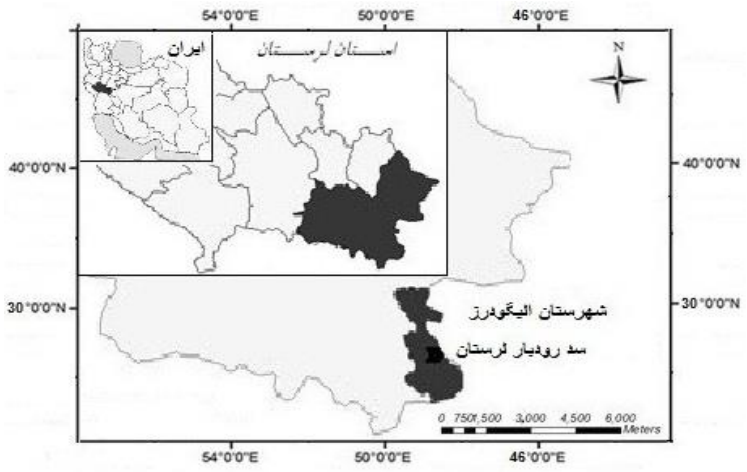
حدود ۲۵/۵ مترمکعب بر ثانیه است. همچنین آورد سالیانهٔ این رودخانه ۹۵۷ میلیون مترمکعب و حداکثر سیلاب محتمل حوضه حدود ۳۷۳۴ مترمکعب بر ثانیه است. میزان بارندگی در محل حوضهٔ سد ۶۵۰ میلی‌متر، میانگین روزانهٔ دما ۷/۷ درجهٔ سانتی‌گراد است. منطقهٔ مطالعاتی از نظر زمین‌شناسی در پهنهٔ زاگرس شمالی یا زاگرس بلند واقع شده است. این ساختگاه در واحد زمین ریخت‌شناسی راندگی زاگرس بلند واقع شده و شدیداً تحت‌تأثیر گسله‌های متعدد با سازوکار چیرهٔ معکوس و گاهی راستالغز قرار گرفته است. پوشش گیاهی منطقه تا ارتفاع ۲۴۰۰ متر از سطح دریا شامل پوشش گیاهی جنگلی و از نوع بلوط غرب و بالاتر از این ارتفاع، پوشش گیاهی مرتعی و عموماً شامل تیپ‌های متعلق به گون است. از گونه‌های گیاهی جنگلی و مرتعی مهم منطقه بلوط، گلابی وحشی، انگور وحشی، انجیر وحشی، گون، کرفس کوهی، علف گندم، علف پشمکی، لالهٔ واژگون قابل ذکر است. حیات وحش منطقه تنوع مناسبی دارد به‌طوری‌که گونه‌هایی نظیر خرس، پلنگ، کبک دری، کبک معمولی، پرندگان شکاری، برخی انواع خزندگان، برخی دوزیستان و همچنین ماهی‌های رودخانه‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی مرتعی و رودخانه‌ای منطقه زیست می‌کنند که مهم‌ترین گونهٔ ماهیان، کپورماهیان‌اند. جوامع انسانی منطقه شامل جوامع عشایر کوچ روی ایل بختیاری هستند که خوزستان را به‌منزلهٔ قشلاق و از ارتفاعات منطقهٔ مطالعاتی به‌عنوان ییلاق استفاده می‌کنند. جمعیت روستاهای اطراف سد حدود ۸۹۸ نفر است. همچنین برخی از اراضی کشاورزی روستاییان در محدودهٔ مخزن سد قرار می‌گیرد که میزان آن حدود ۱۴ است. کاربری اراضی داخل مخزن غالباً رخنمون‌های سنگی و پوشش جنگلی، از نوع جنگل‌های بلوط غرب است، بخش‌های وابسته به سد شامل تونل‌های انحراف آب، فرازبند و نشیب‌بند هستند (QFC, 2005[1]).

در جدول۱ مشخصات فنی سد و در شکل۱ موقعیت جغرافیایی سد رودبار لرستان آمده است.

جدول۱. مشخصات فنی سد رودبار

نوع سد	سنگ‌ریزه‌ای با هستهٔ مایل رسی (ECRD)
ارتفاع از پی	۱۵۵متر
عرض پی	۷۲۰متر
طول تاج	۱۸۵ متر
عرض تاج	۱۵ متر
تراز تاج	۱۷۶۵متر از سطح دریا
تراز نرمال	۱۷۵۶متر از سطح دریا
حجم کل مخزن	۲۲۸میلیون مترمکعب
مساحت مخزن	۴/۱۱کیلومترمربع

(QFC, 2005)



شکل۱. موقعیت مکانی سد رودبار لرستان[1]

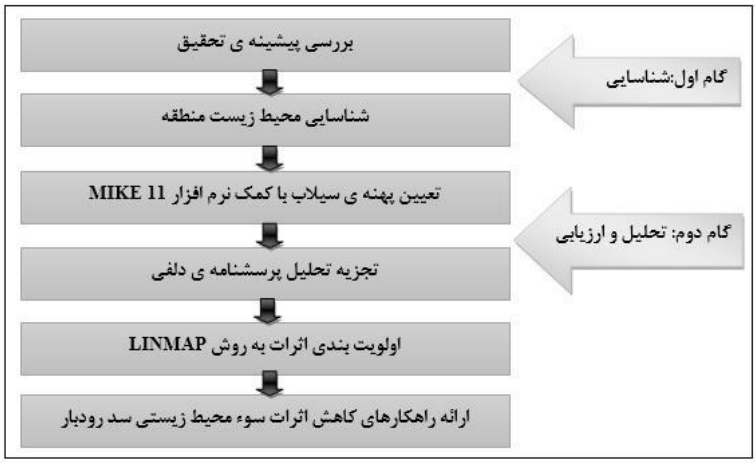
1 .Qods Force Consulting

www.SID.ir

Archive of SID

۲. مواد و روش‌ها

هدف از اجرای این پژوهش، شناسایی، طبقه‌بندی و بررسی آثار محیط زیستی سد رودبار لرستان با استفاده از نرم‌افزار MIKE 11 و تکنیک LINMAP، با در نظر گرفتن ویژگی‌های سد رودبار و محیط زیست تحت‌تأثیر انواع آثار ناشی از آن در مرحلهٔ بهره‌برداری است. در این پژوهش از نرم‌افزار MIKE 11 برای شناسایی آثار و از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره (LINMAP) به عنوان رویکرد کمّی در ارزیابی آثار محیط زیستی سد رودبار استفاده شده است. در شکل۲ مراحل انجام پژوهش به تفکیک نشان داده شده است.



شکل۲. فرایند ارزیابی آثار محیط زیستی سد رودبار

۱.۲. مراحل کار با نرم‌افزار MIKE 11 برای محاسبهٔ پهنهٔ سیلاب

این بستهٔ نرم‌افزاری توسط مؤسسهٔ هیدرولیک دانمارک (DHI Danish Hydraulic Institute) تهیه شده و اخیراً با همکاری شرکت (CTI) ژاپن به قابلیت آن افزوده شده است. MIKE11 شامل مدل‌های هیدرولوژیکی (Rain fall-Run off)، هیدرولیک (Hydrodynamic)، انتقال رسوب (SedimentTransport)، انتقال و انتشار (Transport and Disperse)، کیفیت آب (Water Quality)، پیش‌بینی سیل (Flood Forecast) و پایش (Flood Watch) است (CIDI[1], 2005). این برنامه یک ابزار مدل‌سازی تک‌بعدی پویا و کاربردوست برای طراحی تفضیلی، مدیریت و بهره‌برداری به شکل ساده و کمپلکس رودخانه و سیستم‌های آبراه است. MIKE11 براساس ساختار مدولار یکپارچه با یک مدل هستهٔ اصلی و تعدادی مدول‌های اضافه شده، هر پدیدهٔ قابل شبیه‌سازی را در سیستم‌های رودخانه‌ای فراهم می‌آورد. ساختار مدولار برنامه بیشترین سازگاری را ارائه می‌دهد که شامل موارد زیر است:

- هر مدول به‌تنهایی قابل اجراست.
- انتقال داده‌ها بین مدول‌ها به‌صورت خودکار است.
- پیوند فرایندهای فیزیکی (مانند مورفولوژیکی رودخانه، رسوب معلق و کیفیت آب) آسان خواهد شد.
- به‌روزکردن یا گسترش و توسعهٔ نرم‌افزار با جدیدکردن یا اضافه‌کردن مدول آسان است. هستهٔ MIKE11 مدول هیدرودینامیکی است. مدول اصلی همراه با دامنهٔ زیادی از مدول‌های اضافه‌شده تکمیل خواهد شد (DHI[2], 2005).

ابتدا با استفاده از اطلاعات جمع‌آوری شده از

1. Committee of Irrigation and Drainage, Iran

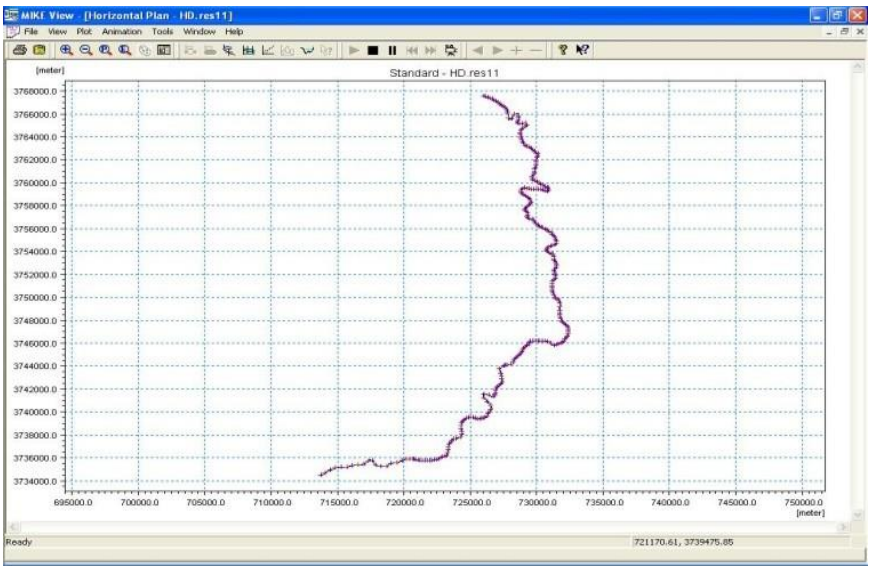
2. Developing Health & Independence

www.SID.ir

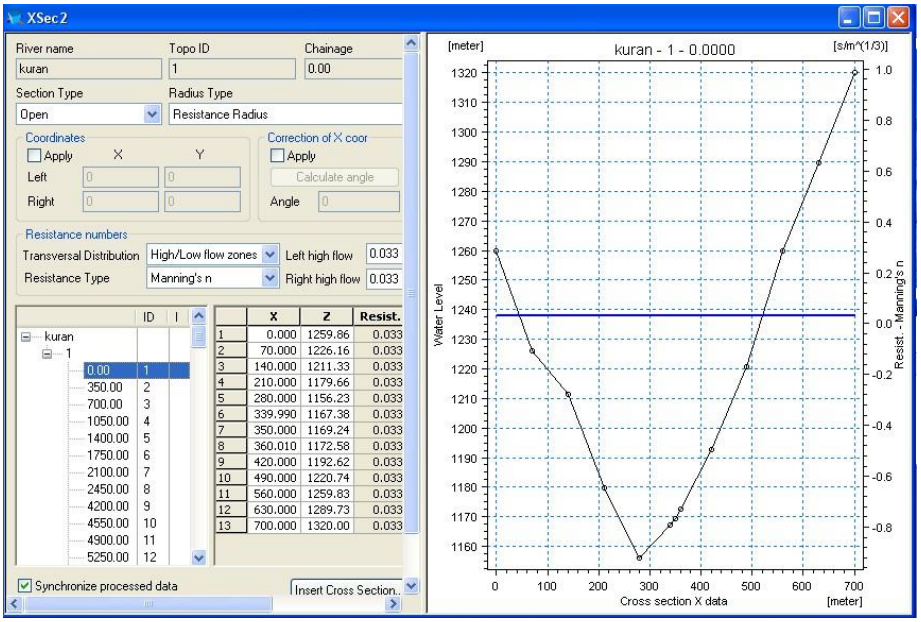
Archive of SID

وضعیت محیط زیست منطقه و اطلاعات فنی سد رودبار با کمک نرم‌افزار MIKE 11 پهنهٔ سیلاب واقع در پشت سد شبیه‌سازی شد و محدودهٔ تحت‌تأثیر بلافصل تعیین شد که این پروسه در سه گام تهیه شد:

گام اول: تهیهٔ شبکهٔ رودخانه و مقاطع عرضی؛ ابتدا نقشهٔ شبکهٔ رودخانهٔ رودبار با استفاده از نرم‌افزار Arc GIS با مقیاس ۱/۲۵۰۰۰ تهیه شد. سپس مقاطع عرضی و شرایط مرزی بالادست و پایین‌دست رودخانه به طول ۳۰ کیلومتر در محدودهٔ سد رودبار تهیه شد و در ادامه اطلاعات به‌دست‌آمده وارد نرم‌افزار MIKE 11 شد (شکل‌های ۳ و ۴).



شکل۳. شبکهٔ رودخانه و مقاطع عرضی



شکل۴. پروفیل مقاطع و جدول مشخصات هندسی هر مقطع

www.SID.ir

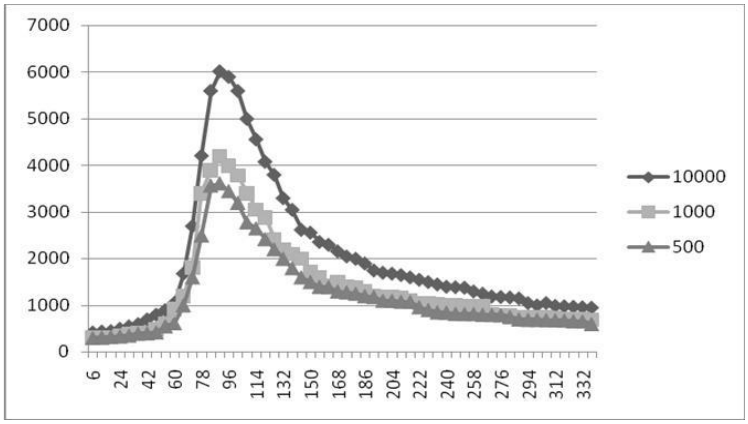
Archive of SID

گام دوم: واردکردن جدول‌های سری زمانی؛

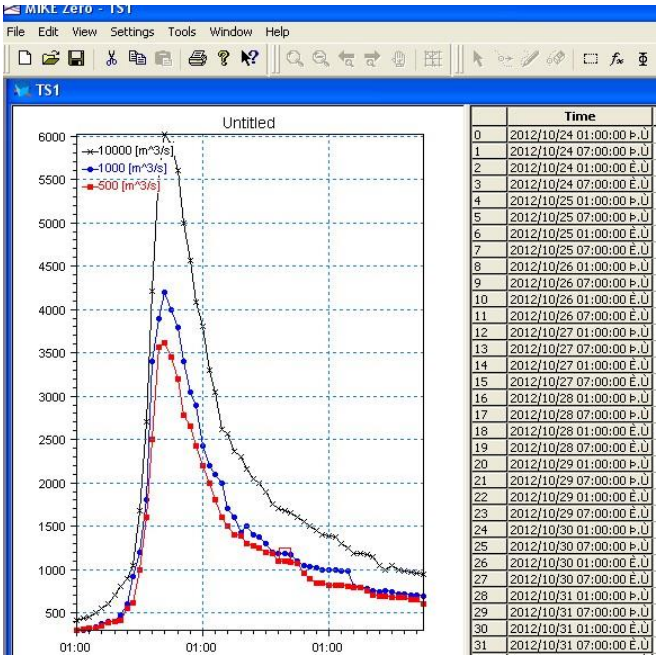
در این گام براساس گزارش هیدرولوژی طرح، مقادیر دبی‌های حداکثر لحظه‌ای با دورهٔ برگشت‌های مختلف در ایستگاه واقع در حوضهٔ آبریز و هیدروگراف دبی‌های لحظه‌ای سه دوره برگشت، تهیه شد که در جدول۲ و شکل۵ ارائه شده‌اند. سپس با واردکردن نقاط (x,y) هیدروگراف در قسمت New Time Series نرم‌افزار، هیدروگراف مربوطه در نرم‌افزار طراحی شد (شکل۶).

جدول۲. مقادیر سیلاب حداکثر لحظه‌ای با دورهٔ برگشت‌های مختلف در محدودهٔ طرح (مترمکعب در ثانیه)

دورهٔ برگشت (سال) / موقعیت	۲	۵	۱۰	۲۰	۵۰	۱۰۰	۱۰۰۰	۱۰۰۰۰
رودخانهٔ رودبار	۳۶۴	۶۹۰	۱۰۳۲	۱۴۳۱	۲۰۲۹	۲۵۲۸	۴۴۰۹	۶۶۲۵



شکل۵. ابعاد آب نمود سیلاب به‌ازای دوره‌های برگشت مختلف در محل ایستگاه سد رودبار



شکل۶. هیدروگراف دبی دوره‌های برگشت ۱۰۰۰۰ و ۱۰۰ و ۵۰۰ ساله

www.SID.ir

Archive of SID

گام سوم: واردکردن اطلاعات فنی سد رودبار؛

طی این گام برای شبیه‌سازی سد مورد نظر روی رودخانه، اطلاعات فنی مربوط به سد وارد نرم‌افزار می‌شود. این اطلاعات در بخش معرفی سد ذکر شده است. پس از شبیه‌سازی پهنهٔ سیلاب بالادست سد، با روی هم‌گذاری نقشهٔ پهنهٔ سیلاب روی نقشه‌های روستاها، جاده‌ها و کاربری اراضی، برخی آثار ناشی از سد شناسایی شد.

برای تکمیل شناسایی آثار در ادامه از روش دلفی استفاده شد. بدین منظور پرسشنامه‌ای تنظیم شد و در اختیار گروه دونفره که شامل متخصصان، کارشناسان و استادان محیط زیست بودند، قرار داده شد و از آن‌ها خواسته شد که آثار موجود در منطقه را معرفی کنند. نظرهای ۱۰ تا ۳۰ نفر از متخصصان در روش دلفی اصلاح شده، به‌منظور گروه تصمیم‌گیر کفایت دارد (Hwang & Yoon, 1981). در پایان این مرحله فهرستی از آثار توسط خبرگان مشخص شد. پس از آن که مهم‌ترین آثار شناسایی شد، برای امتیازدهی به آثار پرسشنامه مجدداً در اختیار گروه متخصص قرار گرفت تا براساس طیف لیکرت امتیازدهی انجام شود. طیف امتیازدهی یادشده در جدول۳ آمده است.

برای تلفیق نظرها و شناسایی نهایی آثار، از طریق نرم‌افزار EXEL، میانگین حسابی و هندسی اهمیت عوامل ریسک محاسبه شد و آن دسته از آثار که نمره‌ای بالاتر از میانگین حسابی و هندسی کل پاسخ‌های به پرسشنامه (به‌ازای تک‌تک اعضا) داشته‌اند، نگه داشته شدند و تعدادی از آثار که میانگین حسابی یا هندسی کمتر از میانگین کل داشته‌اند، حذف شدند. در مرحلهٔ بعد برای تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی آثار شناسایی‌شده، از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه و از نوع مدل جبرانی LINMAP به عنوان رویکرد کمّی در ارزیابی آثار سد رودبار استفاده شد.

در تجزیه و تحلیل آثار علاوه بر شاخص‌های اصلی (شدت اثر، احتمال وقوع شاخص آسیب‌پذیری (حساسیت محیط اثرپذیرنده) نیز مورد نظر قرار گرفت (Monavar & Shariat, 1996) (جدول۴).

جدول۳. طیف امتیازدهی لیکرت به معیارها

میزان تأثیر نوع سد	خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
امتیاز	۵	۴	۳	۲	۱

(Asgharpour, 2004)

جدول۴. شاخص نمره‌دهی به پرسشنامهٔ LINMAP

شاخص	امتیاز
اگر شدت اثر محیط زیستی خیلی کم باشد	۱
اگر شدت اثر محیط زیستی کم باشد	۳
اگر شدت اثر محیط زیستی متوسط باشد	۵
اگر شدت اثر محیط زیستی زیاد باشد	۷
اگر شدت اثر محیط زیستی خیلی زیاد باشد	۹
اگر احتمال اثر محیط زیستی خیلی کم باشد	۱
اگراحتمال اثر محیط زیستی کم باشد	۳
اگراحتمال اثر محیط زیستی متوسط باشد	۵
اگراحتمال اثر محیط زیستی زیاد باشد	۷
اگراحتمال اثر محیط زیستی خیلی زیاد باشد	۹
اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی کمی نسبت به اثر داشته باشد	۱
اگر محیط پذیرنده حساسیت کمی نسبت به اثر داشته باشد	۳
اگر محیط پذیرنده حساسیت متوسط نسبت به اثر داشته باشد	۵
اگر محیط پذیرنده حساسیت زیادی نسبت به اثر داشته باشد	۷
اگر محیط پذیرنده حساسیت خیلی زیادی نسبت به اثر داشته باشد	۹

(Monavar & Shariat, 1996)

www.SID.ir

Archive of SID

۲.۲. چگونگی استفاده از مدل جبرانی LINMAP

به‌منظور اولویت‌بندی بین گزینه‌ها از روش LINMAP به‌دلیل توانایی وزن‌دهی و اولویت‌بندی هم‌زمان این روش استفاده شد. ورودی در LINMAP به‌صورت روابط رتبه‌بندی شده از زوج مقایسات توسط DM است و خروجی از آن به‌صورت یک مجموعه از اوزان است دلیل انتخاب این روش نیز همین ویژگی این روش بود (Delgado et al., 1992). فرض بر این است که DM از دو گزینهٔ مفروض نیز نزدیک‌ترین به ایده‌آل را انتخاب خواهد کرد و فاصله از ایده‌آل به‌صورت فاصلهٔ اقلیدسی وزنی (di) برای گزینهٔ Ai مورد توجه قرار می‌گیرد، همچنان اوزان Wj به‌منظور تبدیل مقیاس‌های موجود به مقیاس‌های یکسان بوده که ضمناً درجهٔ اهمیت از هر شاخص را هم نشان می‌دهد. به‌طوری‌که rj نشان‌دهندهٔ ایده‌آل از شاخص j ام است.

$$t_i = d_i^{۲} = \sum_{j=۱}^{n} w_j \left(r_{ij} - r_j^*\right)^{۲} \quad , \; i = ۱,۲,...,m \qquad (۱)$$

بردار (w,r) را مشخص کرده به‌طوری‌که کمترین تجاوز از $t_k \le t_l$ اتفاق افتد. اگر $t_k \le t_l$ باشد می‌توان گفت، فاصلهٔ اقلیدسی گزینهٔ k با گزینهٔ ایده‌آل از فاصلهٔ اقلیدسی گزینهٔ l با گزینهٔ ایده‌آل کمتر است. در صورتی که $t_k > t_l$ باشد و انحراف از خاصیت $t_k \le t_l$ را $(t_l - t_k)$- بدانیم، عبارت ناهمخوانی پدید می‌آید که آن را درجهٔ ناهمخوانی می‌نامیم و عبارت است از:

$$\left(t_l - t_k\right)^{-} = \left\{ \begin{matrix} ۰ & \longrightarrow t_k \le t_l \\ \left(t_k - t_l\right) & \longrightarrow t_k > t_l \end{matrix} \right\} = Max\left\{۰, \left(t_k - t_l\right)\right\} \qquad (۲)$$

به‌ازای $m(m-1)/2$ زوج از گزینه‌های l و k در مجموعهٔ S، مجموع عبارت‌های ناهمخوانی که آن را با p نشان می‌دهیم، عبارت است از:

(۳) درجهٔ ناهمخوانی $$P = \sum_{(k,l)\in S} \left(t_l - t_k\right)^{-} =$$

طبیعتاً عبارت p هرچه کوچک‌تر باشد، بهتر است و بهترین حالت این است که p، صفر باشد. به همین طریق می‌توان عبارت همخوانی را نیز تعریف کرد که برای زوج l و k درجهٔ همخوانی عبارت است از:

$$\left(t_l - t_k\right)^{+} = \left\{ \begin{matrix} \left(t_k - t_l\right) & \longrightarrow t_k \le t_l \\ ۰ & \longrightarrow t_k > t_l \end{matrix} \right\} \qquad (۴)$$

مجموع عبارت‌های همخوانی عبارت است از:

$$G = \sum_{(k,l)\in S} \left(t_l - t_k\right)^{+} \qquad (۵)$$

تدوین مدل برنامه‌ریزی خطی:

براساس تعریف t_i مشخص است که مدل مذکور یک مدل درجهٔ ۲ است.

$$t_k = \sum_{j=۱}^{n} w_j \left(r_{kj} - r_j^*\right)^{۲} \qquad (۶)$$

مدل نهایی یک مدل برنامه‌ریزی خطی خواهد بود که به کمک تکنیک سیمپلکس قابل حل است که فرم عمومی آن به‌صورت زیر خواهد بود (Asgharpour, 2004).

$$\left(t_l - t_k\right) = \sum_{j=۱}^{n} w_j \left(r_{ij}^{۲} - r_{kj}^{۲}\right) - ۲\sum_{j=۱}^{n} v_j \left(r_{lj} - r_{kj}\right) \qquad (۷)$$

۳. نتایج

به‌طورکلی تأثیرگذاری محیط بر دریاچهٔ سد و سد و همچنین اثر متقابل این سازه و دریاچه آن را در محیط می‌توان در قالب آثار محیط زیستی سدها بررسی و پژوهش شد. این آثار ممکن است به دو صورت ظاهر شوند:

۱. آثار متقابل محیط زیستی مفید

۲. آثار متقابل محیط زیستی زیان‌بخش

آغاز MIKE11 با تعریف شاخه‌ها، مقاطع عرضی است، میانجی کمکی گرافیکی برنامه به کاربران امکان آماده‌سازی و برپایی مدل را می‌دهد. داده‌های موقعیت رودخانه توسط فایل‌های نقشهٔ بیتی (bmp) و نیز فایل‌های (txt) وارد برنامه می‌شود. کانال‌ها و دشت‌های سیلاب توسط ابزارهای ویرایش مختلفی

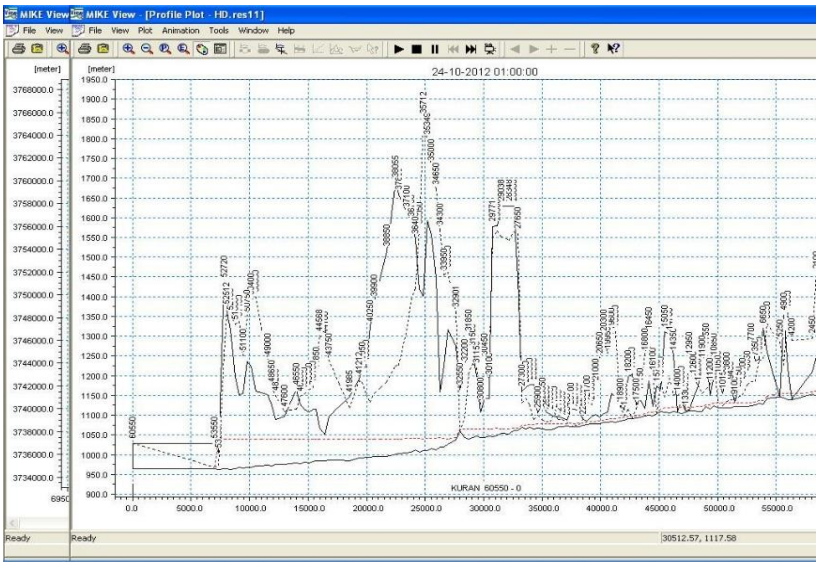
www.SID.ir

Archive of SID

دیجیتالیزه خواهد شد. نقاط شبکهٔ تعریف‌شده و انشعابات در شبکهٔ MIKE11 در تماس با مقاطع عرضی‌ای که از بانک داده‌های مقطع عرضی فراخوانده شده‌اند، است. بانک داده‌ها با واردکردن داده‌های raw ایجاد خواهد شد و سپس با ابزارهایی بر پایهٔ گرافیکی ویرایش خواهند شد. ویژگی‌های مدل MIKE11:

- غیردائمی بودن مدل در مقایسه با مدل‌های دیگر
- نمایش اطلاعات به‌صورت جدولی و گرافیکی
- دیجیتالیزه‌کردن شبکهٔ رودخانه و ارتباطات بین شاخه‌ها
- تعریف سازه‌ها و پدیده‌های هیدرولیکی بیشتر نسبت سایر مدل‌ها
- توانایی شبیه‌سازی فرایند پیشروی سیلاب در سیلاب دشت با روش‌های مختلف
- تعریف نقاط ورودی جریان به حوضه (برای مدل بارندگی- رواناب) (DHI, 2005)

خروجی نرم‌افزار Mike 11 به‌صورت گرافی است که مرزهای سمت چپ و سمت راست پهنهٔ سیلاب رودخانه در صورت وجودداشتن یا نداشتن سد را نمایش می‌دهد (شکل۷). با واردکردن این گراف در نرم‌افزار Arc GIS نقشهٔ پهنهٔ سیلاب براساس شکل۸ تهیه می‌شود.



شکل۷. گراف پهنهٔ سیلاب سد رودبار

شکل۸. پهنهٔ سیلاب، روستاهای واقع در پهنهٔ سیلاب، جادهٔ غرق‌شده در پهنهٔ سیلاب

www.SID.ir

Archive of SID

در ادامه با روی‌هم‌گذاری روستاهای واقع در منطقهٔ مطالعه‌شده بر روی پهنهٔ سیلاب، با کمک نرم‌افزار GIS نقشهٔ مربوط تهیه شد. براساس شکل۸، جادهٔ گهر- آبشار که دسترسی به روستای خان‌آباد و برم را میسر می‌سازد با احداث سد رودبار در پهنهٔ سیلاب واقع می‌شود و به همین منظور باید جاده‌ای مناسب، جایگزین این جاده برای دسترسی و روستاهای یادشده در نظر گرفت. همان‌طور که از شکل۸ مشخص است دو روستا در مخزن سد به زیر آب خواهند رفت که یکی از آثار مهم و اجتناب‌ناپذیر طرح است. نام و جمعیت این روستاها در جدول۵ آمده است.

در ادامه برای تکمیل آثار ناشی از سد رودبار بر روی منطقهٔ مطالعه‌شده از روش دلفی استفاده شد. براساس این روش ۲۰ اثر منفی و ۱۲ اثر مثبت شناسایی شد. همان‌طور که قبلاً اشاره شد، برای اولویت‌بندی آثار شناسایی‌شده، ماتریس امتیازدهی به آثار تهیه شد و توسط گروه کارشناس به آثار مثبت و منفی طرح امتیازدهی صورت گرفت. این دو ماتریس در جدول‌های ۶ و ۷ ارائه شده است.

جدول۵. نام و جمعیت روستاهای واقع در سد رودبار

نام استان	نام شهرستان	نام روستا	سال ۱۳۸۵	
			خانوار	جمعیت
لرستان	الیگودرز	برم	۷۸	۳۴۴
		خان‌آباد	۱۴۰	۵۵۴

(SCI[1], 2011)

جدول۶. ماتریس نهایی آثار مثبت طرح سد رودبار

ردیف	آثار مثبت طرح	شدت اثر	ماهیت اثر	حساسیت محیط
۱	مهار سیل در پایین‌دست رودخانه	۶	۶	۷
۲	تغذیه آب‌های زیرزمینی	۳	۵	۳
۳	میکروکلیما	۳	۵	۳
۴	رویشگاه گیاهی و مراتع	۵	۴	۵
۵	سیمای ویژه طبیعی	۵	۶	۷
۶	تنوع پرندگان وابسته به آب	۵	۶	۷
۷	اشتغال	۵	۵	۷
۸	درآمد	۵	۴	۷
۹	کشاورزی و دامپروری	۵	۶	۷
۱۰	ارزش زمین	۴	۵	۴
۱۱	فرهنگ جوامع بومی	۴	۵	۴
۱۲	خدمات، صنعت، بازرگانی	۶	۵	۷

1. Statistical Center of Iran

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۷. آثار منفی طرح سد رودبار

ردیف	آثار منفی طرح	شدت اثر	ماهیت اثر	حساسیت محیط
۱	تغییر شکل زمین	۵	۷	۶
۲	لرزه‌خیزی	۳	۴	۳
۳	فرسایش	۷	۵	۶
۴	رسوب‌گذاری در مخزن سد	۶	۷	۶
۵	کیفیت آب رودخانه	۵	۵	۴
۶	کاهش خوراک‌وری آب رودخانه در پایین‌دست	۵	۷	۵
۷	مورفولوژی رودخانه	۵	۶	۵
۸	آلودگی صدا	۳	۴	۳
۹	آلودگی آب رودخانه	۵	۶	۵
۱۰	لایه‌بندی حرارتی آب درون مخزن	۴	۵	۳
۱۱	پوشش گیاهی حاشیهٔ اکوسیستم آبی رودخانه در پایین‌دست	۶	۵	۵
۱۲	اراضی کشاورزی درون مخزن	۷	۷	۵
۱۳	گونه‌های گیاهی در معرض تهدید	۷	۵	۶
۱۴	زیستگاه‌های حساس	۶	۶	۵
۱۵	تنوع و پراکنش جانوران خشکی‌زی	۷	۵	۵
۱۶	تنوع آبزیان	۵	۴	۵
۱۷	جابه‌جایی سکنه	۶	۷	۷
۱۸	جابه‌جایی جاده‌های دسترسی روستاهای اطراف	۳	۷	۴
۱۹	تغییر کاربری اراضی	۶	۷	۵
۲۰	شاخص بهداشت	۴	۵	۳

براساس مدل ریاضی LINMAP مجموعهٔ S که شامل نظر کارشناسان در مورد اولویت گزینه‌ها نسبت به همدیگر است برای هر کدام از ماتریس‌ها نیز به‌صورت زیر تنظیم شد.

(۷،۲) (۶،۲) (۵،۲) (۴،۲) (۳،۲) (۱۷،۱) (۱۲،۱)
(۱،۱۰) (۱،۹) (۱،۸) (۱،۷) (۶،۱) (۴،۱) (۳،۱) (۲،۱)
(۱۷،۲) (۱۶،۲) (۱۵،۲) (۱۴،۲) (۱۳،۲) (۱۱،۲)

برای حل معادلات تنظیم‌شده توسط روش LINMAP از نرم‌افزار LINGO استفاده شد. ورودی این نرم‌افزار ماتریس تصمیم‌گیری و مجموعهٔ S است. توابع به‌دست‌آمده به‌صورت زیر فرموله می‌شود:

-27W1-33 W2-16 W3-6 V1-6 V2-4 V3+F0102>=0
+ 24W2-24 W3+4 V2-4 V3+F0301>=0
-11 W3-2 V3+F0401>=0
+11 W1+2 V1+F0601>=0 ….

درنهایت پس از محاسبات توابع مذکور خروجی نرم‌افزار به‌صورت ماتریس اولویت‌بندی آثار است (جدول‌های ۸ـ ۱۲).

جدول۸. مقادیر مجهولات w, v, r*

POS	W	V	r*
	-	۰/۰۰۲۶۶۶۶۷	f

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۹. اولویت‌بندی آثار مثبت طرح

آثار	رتبه	t_i
مهار سیل در پایین‌دست رودخانه	۴	۰/۰۴۰۰
تغذیهٔ آب‌های زیرزمینی	۷	۰/۰۰۰۰
میکروکلیما	۷	۰/۰۰۰۰
رویشگاه گیاهی و مراتع	۵	۰/۰۳۴۷
سیمای ویژهٔ طبیعی	۵	۰/۰۳۴۷
تنوع پرندگان وابسته به آب	۵	۰/۰۳۴۷
اشتغال	۳	۰/۰۴۲۷
درآمد	۱	۰/۰۵۰۷
کشاورزی و دامپروری	۵	۰/۰۳۴۷
ارزش زمین	۶	۰/۰۱۳۳
فرهنگ جوامع بومی	۶	۰/۰۱۳۳
خدمات، صنعت، بازرگانی	۲	۰/۰۴۸۰

جدول۱۰. مقادیر مجهولات w, v, r*

	W	V	r^*
NEG	۰/۰۰۱۸۹۳۹۴	۰/۰۱۲۳۱۰۶۱	-۶/۵۰E+ 00

جدول۱۱. اولویت‌بندی آثار منفی طرح

آثار	رتبه	t_i
تغییر شکل زمین	۲	۰/۲۹۵۹
لرزه‌خیزی	۵	۰/۱۷۰۹
فرسایش	۲	۰/۲۹۵۹
رسوب‌گذاری در مخزن سد	۲	۰/۲۹۵۹
کیفیت آب رودخانه	۴	۰/۲۰۸۸
کاهش خوراک‌وری آب رودخانه در پایین‌دست	۳	۰/۲۵۰۵
مورفولوژی رودخانه	۳	۰/۲۵۰۵
آلودگی صدا	۵	۰/۱۷۰۹
آلودگی آب رودخانه	۳	۰/۲۵۰۵
لایه‌بندی حرارتی آب درون مخزن	۵	۰/۱۷۰۹
پوشش گیاهی حاشیهٔ اکوسیستم آبی رودخانه در پایین‌دست	۳	۰/۲۵۰۵
اراضی کشاورزی درون مخزن	۳	۰/۲۵۰۵
گونه‌های گیاهی در معرض تهدید	۲	۰/۲۹۵۹
زیستگاه‌های حساس	۳	۰/۲۵۰۵
تنوع و پراکنش جانوران خشکی‌زی	۳	۰/۲۵۰۵
تنوع آبزیان	۳	۰/۲۵۰۵
جابه‌جایی سکنه	۱	۰/۳۴۵۲
جابه‌جایی جادهٔ دسترسی روستاهای اطراف	۴	۰/۲۰۸۸
تغییر کاربری اراضی	۳	۰/۲۵۰۵
شاخص بهداشت	۵	۰/۱۷۰۹

www.SID.ir

Archive of SID

۴. بحث و نتیجه‌گیری

طبیعی است چنانچه ارزیابی از آثار متقابل محیط و عملکردهای انسانی در قالب پروژه‌های عمرانی انجام بگیرد، توان بالقوه، محیط و ظرفیت آن و آثاری که بر عملکردها ایجاد می‌کند از طریق شناخت اولیه آشکار می‌شود. درجهٔ اهمیت و ابعاد آثار منفی در شرایطی که توان محیط در حد پذیرش نسبی فعالیت‌های منظورشده نباشد و نیز آثاری که از نظر اقتصادی- اجتماعی بر این فعالیت‌ها وارد می‌کند، می‌تواند از طریق کاربرد تکنولوژی‌های فنی و یا شیوه‌های حفاظتی (سنتی- علمی) به حداقل کاهش می‌یابد.

در پژوهش حسینی و همکاران، پس از تعیین محدودهٔ مطالعاتی در قالب محیط‌های بلافصل و تحت اثر مستقیم، نمونه‌برداری و تجزیه و تحلیل نمونه‌های آب را انجام دادند. برای تجزیه و تحلیل آثار فیزیکوشیمیایی ناشی از سد استقلال میناب از فرایند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) بهره‌گیری کردند. به‌منظور اولویت‌بندی آثار فیزیکوشیمیایی، ابتدا مهم‌ترین آثار ناشی از بهره‌برداری از سد شناسایی و مشخص شد سپس فراسنج‌های اثرگذار بر سد، با توجه به ویژگی‌های سد و محیط طبیعی آن شناسایی شد. آن‌گاه بر پایهٔ روش سلسله‌مراتبی، مقایسهٔ زوجی و اولویت‌بندی بین فراسنج‌های یادشده به انجام رساندند. تفاوت پژوهش نگارنده با پژوهش یادشده این است که در پژوهش نگارنده اولویت‌بندی فقط در یک محیط صورت نگرفته است بلکه هر سه محیط تأثیرگذار ناشی از سد مد نظر است و علاوه بر آن از دو روش برای اولویت‌بندی استفاده شده است. نیکبخت و همکاران، در پژوهش خود با مروری بر وضع منطقه و با استفاده از روش‌های چک‌لیست ساده و سنجشی، آثار محیط زیستی سد سردشت در مرحلهٔ بهره‌برداری استفاده کردند و نشان دادند که با احداث سد، آثار محیط زیستی آن به‌ویژه در مرحلهٔ بهره‌برداری، بسیار مثبت است به‌طوری‌که تعداد زیادی اثر به‌عنوان شاخص آثار محیط زیستی به دست آمد. تفاوت اصلی پژوهش نگارنده با این مقاله استفاده از روش‌های جدیدتری برای مدل‌سازی و اولویت‌بندی آثار ناشی از سدسازی در مرحلهٔ بهره‌برداری است.

یکی از مزایای استفاده از تکنیک LINMAP پایه‌ریزی براساس مدل برنامه‌ریزی ریاضی است که سبب می‌شود جواب حاصل از این روش یک پاسخ بهینه باشد. به‌عبارت دیگر برای یافتن گزینهٔ برتر تمام فضای پاسخ بررسی می‌شود. خصوصیت بارز دیگر تکنیک استفاده‌شده گروه‌بندی گزینه‌های هم‌رتبه است که شرایط را برای برنامه‌ریزی هرچه مناسب‌تر برای پاسخ‌گویی به آثار فراهم می‌کند. همان‌طور که از نتایج پیداست، براساس اولویت‌بندی LINMAP یکی از آثار مهم و غیرقابل برگشت طرح سد رودبار به زیر آب رفتن دو روستا، مزارع و باغ‌های اطراف آن‌هاست. در این پروژه جابجایی و اسکان مجدد نزدیک به ۸۹۸ نفر پیش‌بینی شده است. برای جبران این مشکل مسیر دیگری در ارتفاع بالاتر ساخته شد. اثر احداث سد بر تأسیسات و سازه‌ها را می‌توان از سه جهت بررسی کرد. اول از بین رفتن جاده‌ها و خطوط انتقال نیرو؛ دوم دسترسی نداشتن به نقاطی از محدودهٔ سد به علت ایجاد دریاچهٔ سد، کانال‌های قدیمی و آب‌بندها؛ سوم بر اثر بالا آمدن سطح سفره‌های آب زیرزمینی ممکن است بسیاری از ساختمان‌ها تخریب شوند.

شکست یک سد عظیم موجب انهدام تعداد زیادی سد در پایین‌دست و از بین رفتن جمعیت زیادی از مردم سرزمین‌های اطراف خواهد شد. سیل ناشی از شکست سد ویرانگر است. احداث یک سد تغییرات شگرفی در تولید مواد آلی و سیکل انرژی در منطقه به‌وجود خواهد آورد.

با برنامه‌ریزی جامع برای جابه‌جایی مردم و ایجاد سکونتگاه جدید و جبران خسارت وارده از پروژه می‌توان تا حدودی از جنبهٔ منفی این اثر کاست و رضایت مردم بومی منطقه را جلب کرد. به‌طور مثال با نظرخواهی از جابه‌جاشوندگان نزدیک‌ترین محل انتخاب شود که در محدودهٔ منطقه باشد و با خصوصیات اقلیمی و اجتماعی منطقه سازگار باشد و همین‌طور ظرفیت خیابان، مرکز خرید، مرکز درمانی... در آن فراهم شده باشد. روستای دهله در

www.SID.ir

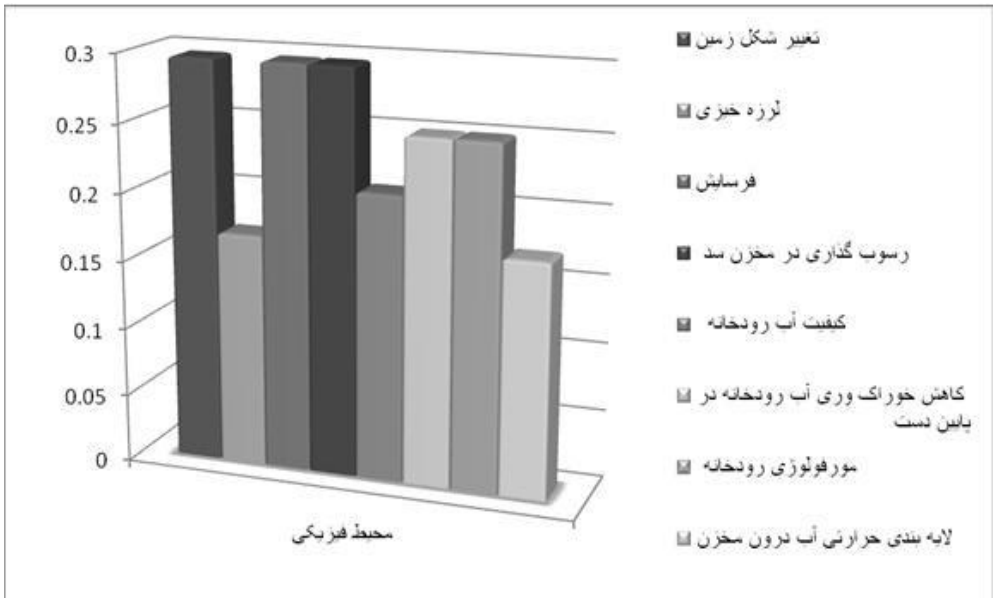
Archive of SID

جناح راست رودخانهٔ رودبار و اطراف روستاهای جهان‌خوش و چرباس به‌منزلهٔ مناسب‌ترین منطقه برای جابه‌جایی و انتقال جمعیت، پیشنهاد می‌شود. با غرق‌شدن مزارع و باغ‌ها، تعداد زیادی از روستاییان شغل خود را از دست خواهند داد که این نیز به‌نوبهٔ خود می‌تواند سبب نارضایتی و حتی مشکلات اجتماعی در منطقه شود. برنامه‌ریزی بلندمدت و کوتاه‌مدت برای اشتغال‌زایی افراد بومی به‌طور مثال استخدام افراد بومی در پروژهٔ سد رودبار، ایجاد تفرجگاه در اطراف سد براساس مطالعات محیط زیستی، توجه به مشاغل مربوط به آبخیزداری می‌تواند سبب رشد اقتصادی منطقه و رضایت افراد بومی منطقه شود. همان‌طور که در شکل۹ پیداست، از آثار مهم فیزیکی طرح سد رودبار تغییر شکل زمین، فرسایش و لغزش و رسوب‌گذاری است که هر سه مورد ارتباط مستقیم با یکدیگر دارد. با تغییر شکل زمین، از بین رفتن جنگل‌ها و تغییر شیب در محدوده، فرسایش و لغزش در منطقه غیرقابل اجتناب است و پیامد فرسایش، رسوب‌گذاری پشت مخزن سد است که سبب کاهش عمر مفید سد و همین‌طور کاهش کیفیت آب دریاچه به‌علت پدیدهٔ پرغذایی می‌شود.

با جلوگیری از ساخت جاده‌های غیرضروری در شیب‌های تند، ممانعت از جنگل‌تراشی‌های غیرضروری، احداث گابیون‌ها برای کنترل شیب‌ها و همین‌طور عملیات آبخیزداری در بالادست رودخانه می‌توان تا حدودی از شدت آثار فرسایش و لغزش که در ادامه سبب رسوب‌گذاری و آثار سوء ناشی از آن کاست. تغییر شکل زمین و از دست رفتن زیستگاه‌ها و مناطق بکر محدوده از خسارت‌های جبران‌ناپذیر این پروژه است.

عملاً حذف کامل آثار منفی یک پروژه امکان‌پذیر نیست. اما غالباً می‌توان از شدت و دامنهٔ آن‌ها تا حد زیادی کاست. اقدامات تخفیف آثار سوء محیط زیستی و شیوه‌های پیشگیری، کاهش و کنترل آثار منفی در کل یا امور مدیریتی یا امور هندسی یا تلفیقی از این دو هستند.

همان‌طور که در این مقاله بحث شد، سدها آثار مخرب و همچنین مفید زیادی دارند. سدها هنگام بهره‌برداری تغییرات نامناسب فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی، بهداشتی و در نهایت تغییرات شدید اکولوژیکی را در اقصی نقاط جهان پدید آورده‌اند. سدهای چندمنظوره بزرگ‌ترین نقاط قوت و ضعف را دارند.



شکل۹. آثار مهم فیزیکی طرح

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۱۲. خلاصه آثار مهم سد رودبار در بخش اقتصادی- اجتماعی و فرهنگی

نام اثر	اجتناب ناپذیر	اجتناب پذیر	راهکارهای کاهش اثر
غرق‌شدن ۲ آبادی واقع در محدوده	+		-
جابه‌جایی و اسکان مجدد ۸۹۸ نفر از مردم ساکن در محدوده	+		انجام مطالعات جامع جابه‌جایی و اسکان مجدد جمعیت با تأکید بر مشارکت مردمی
غرق‌شدن اراضی زراعی در محدودهٔ مخزن	+		ـ پرداخت مناسب و به‌موقع خسارت اراضی ـ برآورد قیمت واقعی اراضی با مشارکت نمایندگان مردم ـ انجام بررسی‌های لازم برای واگذاری اراضی جایگزین
از بین رفتن فرصت‌های شغلی به‌علت غرق‌شدن اراضی زراعی	+		حداکثر استفاده از نیروی کار بومی در پروژه و ایجاد فرصت‌های شغلی جایگزین
احتمال ایجاد نارضایتی و عدم پذیرش مردمی		+	ـ اطلاع‌رسانی شفاف و دقیق به مردم در مورد پیشرفت پروژه و چگونگی جبران خسارت در مراحل مختلف ـ تشکیل جلسات بین کارفرما، مسئولان محلی و مردم ذی‌نفع به منظور اطلاع‌رسانی و تبادل افکار
غرق‌شدن جاده دسترسی به روستاهای برم و خان‌آباد	+		احداث جادهٔ جایگزین از مسیر جادهٔ جدید

جدول۱۳. خلاصه آثار عمده و مهم در بخش فیزیکی

نام اثر	اجتناب ناپذیر	اجتناب پذیر	راهکارهای کاهش اثر
افزایش فرسایش و لغزش در اطراف مخزن	+	+	ـ جلوگیری از احداث جاده‌های غیرضروری ـ ممانعت از کندوکاو زیاد در زمان احداث جاده ـ ممانعت از احداث جاده در محل‌های شیب‌دار ـ ممانعت از تراش بیش از حد در جنگل‌های اطراف مخزن سد ـ احداث گابیون‌های ضروری برای کنترل شیب‌ها و تراس‌ها ـ عملیات آبخیزداری در بالادست و اطراف مخزن سد

در کل باید کوشش کرد که آثار مضر و مفید محیط زیستی و همچنین اجتماعی ارزیابی شوند تا این هزینه‌ها به‌عنوان بخشی از ارزیابی اقتصادی یک پروژهٔ سد، در نظر گرفته شوند. ملاحظهٔ مسائل محیط زیستی در تمام مراحل اجرایی یک پروژه مهم‌ترین وظیفهٔ سازمان حفاظت محیط زیست در کشورهای مختلف جهان است.

استفاده از تجربیات ارزشمند سایر ملل که به بهای گزافی حاصل شده است، می‌تواند برای دیگر کشورهای در حال توسعه آموزنده و مفید واقع شود و از تکرار همان اشتباهات در دیگر نقاط جهان، جلوگیری کند.

نتایج نشان داد که براساس اولویت‌بندی آثار محیط زیستی سد مطالعه‌شده با ایجاد تمهیدات،

www.SID.ir

Archive of SID

سعی شد با ارائهٔ برنامهٔ پایش محیط زیستی آثار منفی ناشی از پروژه در مرحلهٔ بهره‌برداری به حداقل برسد. در جدول۱۵ مهم‌ترین آثار سوء و اقدامات کاهش آثار سوء خلاصه شده است. دورهٔ زمانی پایش به‌صورت دوره‌ای است و عهده‌دار فعالیت‌های کنترلی و پایش و مرجع تحویل‌گیرندهٔ گزارش‌های ادارهٔ کل منابع آب استان لرستان است.

جدول۱۴. برنامهٔ مدیریت محیط‌زیست سد رودبار لرستان در مرحلهٔ بهره‌برداری

محیط اثرگذار	راهکارهای کاهش آثار	دورهٔ زمانی پایش
فیزیکی	ـ لایه‌بندی حرارتی کیفیت آب مخزن سد	فصلی
	ـ مدیریت کیفیت آب مخزن سد	سه ماه یک‌بار
	ـ تعیین میزان خودپالایی رودخانه	مستمر و مداوم
	ـ تعیین ارزش‌های محیط زیستی	مستمر و مداوم
	ـ تعیین حداقل نیاز آبی	بازدید دوره‌ای
	ـ انجام مطالعات لیمنولوژیکی دریاچهٔ سدها	شش ماه یک بار
	-برنامه‌ریزی برای انجام عملیات آبخیزداری در بالادست محور سد	فصلی
	ـ ممانعت و کنترل فاضلاب‌های مختلف به رودخانه	مستمر و مداوم
بیولوژیکی	تغذیه‌گرایی کیفیت آب مخزن	فصلی
	رهاسازی نیاز محیط زیستی پایین‌دست براساس برنامهٔ ارائه‌شده	بازدید دوره‌ای
	آماده نگه‌داشتن بستر رودخانه برای عبور سیلاب‌های بزرگ	مستمر و مداوم
	آبیاری زمین‌های زراعی اطراف رودخانه در پایین‌دست	فصلی
	توجه به وضعیت پرندگان مهاجر از نظر شرایط پایهٔ زیستی	فصلی
	بررسی و امکان‌سنجی طرح‌های آبزی‌پروری و گردشگری	مستمر و مداوم
اقتصادی	اولویت استخدام در پروژهٔ سد رودبار به افراد بومی	مستمر و مداوم
	حفظ اصالت‌های فرهنگی منطقه و احترام به آداب و رسوم محلی	مستمر و مداوم

REFERENCES

1. Asgharpour, M. 2004. Multiple Criteria Decision Making, Tehran, Tehran University Press, 315 (in persian).
2. Bereketli Ilke, Mujde Erol Genevois, Y. Esra Albayrak, MelisaOzyol. 2011. WEEE Ttreatment Strategies' Evaluation using Fuzzy LINMAP Method"Expert Systems with Applications,(www.sciencedirect.com)
3. CIDI: Committee of Irrigation and Drainage, Iran. 2005.Report on the usage of MIKE 11 software to calculate the flood zone of dams (in persian).
4. Delgado M., Verdegay J.L., Vila M.A. 1992.Linguistic decision-making models, Int. J. Intelligent System 7
5. DHI, Developing Health & Independence. "A modeling system for Rivers and channels (MIKE11),Reference manual". 2005.DHI water & Environment, Denmark.6)
6. Hoseyni,Leyla, Jozi,S A, Dehghani,A. 2002.Analysis of physico-chemical effects Esteghlal Minab Dam in operation phase using Analytical Hierarchy Process-AHP Method.
7. Hwang, C. L., & Yoon, K. S. 1981.Multiple attribute decision-making: methods and applications. New York:
8. IWPRDC: Iran Water and Power Resources Development Company. 2012.A report of Information Rudbar Lorestan dam in construction phase. Department of Water and power Resources Development,(in Persian).
9. Karimi Jashni, A. and Chmanchy, M.

www.SID.ir

Archive of SID

2007.Comparing the destructive environmental impact of dams using Vtn Vrayv matrix". First Workshop on Dams and the environment (in persian).

10. Monavari, M., Shariat ,M. 1996.Introduction to Environmental Impact Assessment, Tehran, Department of the Environment Press, 82, (in Persian.)

11. Mousavi, Seyed Meysam, and A. victim KIA. 2009.Risk analysis and management of procurement construction projects using LINMAP, Fifth International Conference of Project Management, Tehran, Ariana research group,(in Persian).

12. Najmi, A., Jalal Attari, and Hossein Sharifi Manesh. 2011.comparing the application MIKE 11 to HEC-RAS 4.1 in simulation of non-permanent flood flow in Gorganrood river, Sixth National Congress of Civil Engineering, Semnan University, Semnan,(in Persian).

13. Nikbakht,M and shamohammadi heydari,Z. 2004.(environmental impact assessment of operation stage of Sardasht in Khuzestan province),(in Persian).QFC:

14. Qods Force Consulting. 2005.In Environmental reporting studies of Rudbar plan,(in Persian).

15. SCI:Statistical Center of Iran, census of housing. 2011.Lorestan province, city Aligoodarz..

16. Tingsanchali Tawatchai, Noor Muhammah Khan. 2010. Pridiction Of Flooding due to assumed Breaching of Mangla Dam

17. Tahmicioglu Sait, M., Anul, N., Ekmekci, F. and Durmus, N. 2007. "Positive and negative impact of dams on the environment". International Congress on River Basin Management, Turkey, Chapter 2, 759-769.

18. Zargar,M, Nekuieyanfar,M, Mahmudi Kordestani,S A. 2008.“Maroon dam failure hydraulic modeling using software MIKE 11, (in Persian).

www.SID.ir