پژوهش‌های محیط‌زیست، سال 3، شماره 6، پاییز و زمستان 1391، از صفحه 3 تا 16

ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد رودبار لرستان در مرحله ساختمانی به‌روش تلفیقی تصمیم‌گیری چند شاخصه و مدل RAM- D

سید علی جوزی*[1]، سید مسعود منوری[2]، هدا خسروانی[3]

1 استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد تهران شمال
2 استادیار گروه محیط‌زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران
3 کارشناس ارشد علوم محیط‌زیست، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران

(تاریخ دریافت: 1390/11/8؛ تاریخ تصویب: 1391/10/4)

چکیده

هدف از انجام این تحقیق ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش تلفیقی تصمیم‌گیری چندشاخصه و مدل RAM-D است. فهرستی از عوامل ریسک‌های محیط‌زیستی تهیه شد و در قالب پرسشنامه در اختیار کارشناسان حوزه سد و محیط‌زیست قرار گرفت و در نتیجه تعداد 33 عامل ریسک شناسایی شد. نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها با روش TOPSIS مورد تجزیه و تحلیل و اولویت‌بندی قرار گرفت و سه ریسک تأثیر بر منظر و گردشگری، دفع ضایعات و تأثیر بر زیستگاه‌ها به‌ترتیب با امتیازهای 0/739، 0/667، 0/66 مهم‌ترین ریسک‌ها در این روش به‌دست آمدند. سپس به‌روش AHP ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها در 6 گروه ریسک براساس شدت و احتمال وقوع با نرم‌افزار Expert Choice صورت گرفت. در مرحله بعد با توجه به‌تفاوت نتایج حاصل از دو روش TOPSIS و AHP به کمک روش‌های ادغام، نتایج حاصل با هم تلفیق شده و در آخر تعداد 10 ریسک برای سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی به‌دست آمد. سپس با کمک روش RAM-D این ریسک‌ها ارزیابی شدند و تغییر کاربری اراضی، تأثیر بر زیستگاه‌ها و تأثیر بر آبزیان حوضه سد به ترتیب با امتیازهای 9، 6/75، 4/5 از مهمترین ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی به‌دست آمدند. این ریسک‌ها در اثر از بین بردن گونه‌های بلوط منطقه و تغییر کاربری عمده منطقه و اثر فعالیت‌های فاز ساختمانی ساخت سد بر روی رودخانه رودبار به وجود می‌آیند. مهمترین اقدام اصلاحی برای کاهش ریسک‌های مرحله ساختمانی، جلوگیری از تبدیل اراضی در حوضه آبریز سد است.

کلید واژه‌ها: ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، فاز ساختمانی، روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه، سد رودبار لرستان، روش ارزیابی ریسک سدها (RAM-D)

* نویسنده مسئول
Email: sajozi@yahoo.com

سرآغاز

امروزه، به‌منظور کنترل، حذف، یا به حداقل رساندن خطرات و به دنبال آن ریسک‌های موجود برای انسان در محیط‌زیست پیرامونش، روش‌ها، تکنیک‌ها و ابزارهای خاصی طراحی شده است. بشر امروزی به جای مقابله با ریسک در وضعیتی اضطراری نسبت به شناسایی، طبقه‌بندی، ارزیابی و کنترل خطرهای پیرامون خود و محیط‌زیست اطراف اقدام می‌کند؛ چرا که اعتقاد دارد «پیشگیری بهتر از درمان است»، به همین سبب موضوع ارزیابی و مدیریت ریسک از اهمیت بالایی در برنامه‌های کاری و زندگی انسان برخوردار است (محمدفام، 1384). پروژه‌های بزرگی مانند سدسازی دارای ریسک‌های بالقوه در عملیات ساخت و همچنین در مرحله بهره‌برداری بر محیط اطراف خود هستند. بنابراین واجب است قبل از رویارویی با ریسک‌های حاصل از این پروژه‌ها به فکر اقداماتی برای آماده بودن در مقابل این ریسک‌ها بود. ارزیابی ریسک[1] محیط‌زیست سدها ابزاری برای این کار است. از مهم‌ترین مطالعات ارزیابی ریسک سد می‌توان به‌موارد ذیل اشاره کرد. در اوّلین کنگره تخصصی سد و محیط‌زیست در تهران در سال 1386 مقاله‌ای با عنوان ارزیابی خطرپذیری سد شفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط‌زیست ارائه شد که با بررسی ساختگاه سد و مطالعه سوابق سوانح طبیعی منطقه و ارزیابی خسارات احتمالی، طرح‌های مدیریت بحران، کنترل هوشمند و سیستم هشدار مورد بررسی قرار گرفته شد و با ارائه تجزیه‌وتحلیل اقتصادی- محیط‌زیستی، برنامه‌هایی برای بهینه‌سازی مدیریت بحران در منطقه پیشنهاد شد (مهدوی‌نیا ،1386). در دومین همایش ملی سدسازی، مقاله «ارزیابی آسیب‌پذیری سدها با رویکرد مدیریت راهبردی مطالعه موردی: سد کرج» ارائه شد. در این مقاله لزوم استفاده از تمهیدات لازم در شرایط بحرانی و عدم قطعیت‌های وقوع حوادث، لزوم استفاده از مدیریت ریسک در عملکرد سدها مورد تأکید قرار می‌گیرد. ابتدا مخاطرات وارده به مخزن سد، شناسایی، سپس براساس مدل DSR به عوامل داخلی و خارجی تقسیم‌بندی می‌شوند. در ادامه، آسیب‌های ناشی از مخاطرات وارده به مخزن تعیین شده؛ سپس براساس تحلیل SWOT شرایط موجود از نظر آسیب‌پذیری بررسی می‌شود (کارآموز، 1388). در اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت در سال 1388 مقاله‌ای با عنوان «بررسی نقش و ضرورت مدیریت ریسک در ابرسازه‌ها، مطالعه موردی: سدهای بزرگ» ارائه شد که به نقش مدیریت ایمنی سد در زمینه مدیریت جامع ریسک اشاره می‌کند و نقش ارزیابی ریسک در تصمیم‌گیری‌های ایمنی سد در کوتاه‌مدت (مرحله اضطراری) و همچنین در تصمیم‌گیری‌های بلندمدت را در هنگام بروز وقایع بسیار حایز اهمیت می‌خواند (قادری، 1388). در پنجمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه در سال 1388، مقاله‌ای با عنوان «ارزیابی ریسک و عدم اطمینان در پروژه‌های سدسازی ایران با استفاده از روش AHP» ارائه شد. این مقاله به شناخت منابع ریسک و عدم اطمینان در پروژه‌های سدسازی و بررسی و ارزیابی این منابع، برای تعیین مهم‌ترین و اثرگذارترین آن‌ها در پروژه می‌پردازد و برای ارزیابی از تکنیک (AHP) استفاده می‌کند (شول، 1388). در سال 2002 در ششمین کنفرانس (PSAM) ارزیابی و مدیریت ریسک در پورتوریکو امریکا مقاله «متدولوژی ارزیابی ریسک برای سدها» ارائه شد که این مقاله به شرح و توضیح روش RAM-D می‌پردازد و ذکر می‌کند که این روش توسط آزمایشگاه ملی سندیا برای تجزیه و تحلیل ماموریت‌های سد، اتفاقات ناخواسته‌ای که باعث جلوگیری از توفیق سدها می‌شوند، ناسازگاری‌های بالقوه و ویژگی‌های آن‌ها، نتیجه گزینه‌های کاهش خطرها و جایگزین‌های کاهش ریسک ایجاد شده است. Donjiin.(Matalucci, 2002) در سال 2005 در هفتاد و سومین کنفرانس سالانه ICOLD در مقاله‌ای به مباحثی در مورد ارزیابی ایمنی سدها و سازه‌های آبی اشاره دارد و روش AHP[2] را یک روش مؤثر در این ارزیابی معرفی می‌کند. در ابتدا به عوامل مؤثر در ایمنی پروژه‌ها مانند نفوذ و ثبات و ... و سپس به تشکیل سلسله مراتبی و تعیین وزن معیارها می‌پردازد و در آخر به توضیح سلسله مراتب نمایشی، AHP، در تصمیم‌گیری با تشریح نرم‌افزار تعریف شده می‌پردازد (Donjiin, 2005). Tosun در سال 2006 به خطر زمین‌لرزه و تحلیل‌های کلی ریسک برای سدهای بزرگ در حوضه فرات ترکیه می‌پردازد. در این مقاله به روش‌های تحلیل خطر زمین‌لرزه و ریسک‌های کلی در 32 سد این حوضه پرداخته می‌شود. این تحلیل مشخص می‌کند که پیک شتاب زمین در طیف گسترده‌ای در ساختگاه سدها تغییر می‌کند و 15 سد از این سدها در خطر بالای زمین لرزه قرار گرفته‌اند (Tosun, 2006). Francisco در مقاله‌ای با عنوان «طراحی مدلی برای ارزیابی سدهای ذخیره شیرابه» در سال 2007 به ارائه روشی برای ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سدهای شیرابه می‌پردازند و متذکر می‌شوند که شکست این

گونه سدها با توجه به مواد زیان‌آور انباشته شده در آن‌ها فاجعه محیط‌زیستی برای پایین دست سد خواهد بود. این مدل سه گام در بر دارد: 1. منحنی‌های رتبه‌بندی ویژگی‌های سد که در ریسک محیط‌زیستی نقش دارند. 2. وزن‌دهی به هر مشخصه 3. تعیین عناصر محیط‌زیستی که تحت تأثیر شیرابه قرار می‌گیرند. سپس شاخص ریسک محیط‌زیستی محاسبه شده و براساس آن میزان ریسک محیط‌زیستی برآورد می‌شود (Francisco, 2007). Master در سال 2009 به ارزیابی ریسک سد تیلگرا بر پایه مدیریت ریسک می‌پردازد. در این تحقیق توجه به مسائل ریسک محیط‌زیستی به‌صورت جامع در ابعاد مختلف بیوفیزیکی مانند جامعه و موارد ریسک‌های اجتماعی اقتصادی صورت گرفت. تغییر در کیفیت آب و هیدرولوژی، ژئومرفولوژی رودخانه‌ای، اکولوژی آبی مسائل اقتصادی و اجتماعی و تغییر در منظر و تعادل بصری به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های این پروژه شناسایی شدند (Masters, 2009).

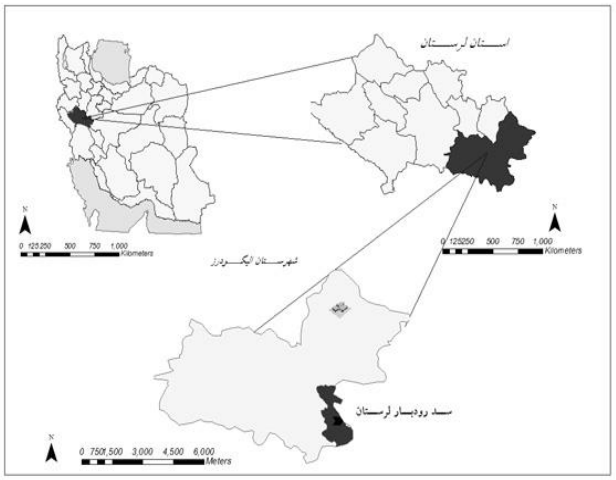
منطقه مورد مطالعه

پروژه سد و نیروگاه رودبار لرستان از نظر تقسیمات کشوری در استان لرستان، 100 کیلومتری جنوب شهر الیگودرز، در مختصات جغرافیایی "41°49'7 طول شرقی و "54°32'23 عرض شمالی واقع شده است و هدف از ساخت آن تولید برق با ظرفیت 450 مگاوات است. رودخانه رودبار لرستان از سرشاخه‌های حوضه آبریز دز بوده و از چهار شاخه اصلی خاک بتیه، قلیان، و هرگان و آب سفید تشکیل شده است. میزان بارندگی در محل حوضه سد 650 میلی‌متر و میانگین روزانه دما 7/7 درجه سانتیگراد می‌باشد. منطقه مطالعاتی از نظر زمین‌شناسی در پهنه زاگرس شمالی، یا زاگرس بلند واقع شده است. این ساختگاه در واحد زمین ریخت‌شناسی راندگی زاگرس بلند واقع شده و به شدت تحت تأثیر گسله‌های متعدد با ساز و کار چیره معکوس و گاهی راستالغز قرار گرفت است. پوشش گیاهی منطقه تا ارتفاع 2400 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، لاله واژگون قابل ذکر است. حیات‌وحش منطقه از تنوع مناسبی برخوردار است، به طوری‌که گونه‌هایی نظیر خرس، پلنگ، کبک‌دری، کبک‌معمولی، پرندگان شکاری، برخی انواع خزندگان، برخی دوزیستان و همچنین ماهی‌های رودخانه‌ای در اکوسیستم‌های جنگلی مرتعی و رودخانه‌ای منطقه زیست می‌کنند که مهم‌ترین گونه ماهیان، کپور ماهیان می‌باشند. جوامع انسانی منطقه شامل جوامع عشایر کوچ روی ایل بختیاری‌اند که خوزستان را به‌عنوان قشلاق و از ارتفاعات منطقه مطالعاتی به‌عنوان ییلاق استفاده می کنند. در محدوده مخزن سد رودبار لرستان هیچ روستایی قرار ندارد ولی در محدوده پیشنهادی برای احداث نیروگاه، روستاهای اسلام‌آباد و محمدآباد تحت تأثیر هستند. جمعیت این روستاها در حدود 125 نفر است. همچنین برخی از اراضی کشاورزی روستاییان در محدوده مخزن سد قرار می‌گیرد که میزان آن حدود 14 هکتار پیش‌بینی شده است. کاربری اراضی داخل مخزن غالباً رخنمون‌های سنگی و پوشش جنگلی، از نوع جنگل‌های بلوط غرب است (قدس‌نیرو، 1384). جدول (1) مشخصات فنی سد و نقشه (1) موقعیت جغرافیایی سد رودبار لرستان را نشان می‌دهد.

جدول (1): مشخصات فنی سد

نوع سد	خاکی سنگریزه‌ای با هسته رسی
ارتفاع از پی	158 متر
طول تاج	186 متر
عرض تاج	10 متر
حجم کل مخزن	228میلیون مترمکعب
مساحت مخزن	4/11 کیلومترمربع

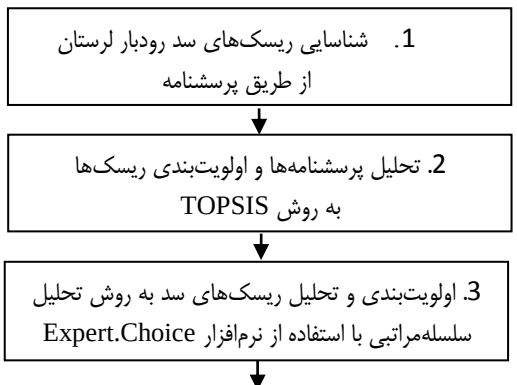
منبع: مهندسان مشاور قدس نیرو، 1384



نقشه (1): موقعیت محدوده مطالعاتی

مواد و روش‌ها

هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی ریسک محیطزیستی سد رودبار لرستان در مرحله ساختمانی است. با توجه به مطالعه روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در پروژه‌های مشابه و با در نظر گرفتن ویژگی‌های سد و محیطزیست تحت تأثیر و انواع ریسک‌های ناشی از پروژه، در تجزیه‌وتحلیل و ارزیابی ریسک‌های ناشی از سد از روش TOPSIS[3] و فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP) استفاده شده است. ابتدا برای شناسایی ریسک‌های پروژه، با توجه به مطالعات انجام شده در زمینه ریسک سدها در دنیا و ایران و براساس مطالعات فنی و محیطزیستی پروژه سد رودبار لرستان، عوامل ریسک شناسایی و طی پرسشنامه‌ای در اختیار نخبگان قرار گرفت. پس از شناسایی ریسک‌های موجود در منطقه، به اولویت‌بندی و تحلیل ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی با روش‌های TOPSIS و AHP پرداخته شد. سپس به‌علّت عدم یکسان بودن رتبه ریسک ها در نتایج، دو روشTOPSIS وAHP با استفاده از روش‌های ادغام (میانگین رتبه‌ها، روش بُردا و روش کپ لند)، نتایج در هم ادغام شد تا نتایج واحدی به دست آید. در ادامه با استفاده از روش RAM-D[4] نیز به ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان پرداخته شد. نمودار (1) روند اجرای ارزیابی ریسک سد رودبار را در این تحقیق نشان می‌دهد.



نمودار (1): روند اجرای ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان

- شناسایی عوامل ریسک

برای شناسایی ریسک‌های سد رودبار لرستان پس از جست‌وجو در مقالات و تحقیق‌های انجام شده درسدهای دیگر و اطلاعات فنی پروژه، فهرستی از ریسک‌های سد در فاز ساختمانی تهیه و در پرسشنامه گنجانده شد و در اختیار تعدادی از کارشناسان حوزه سد و محیطزیست قرار گرفت تا عوامل بیان شده را اگر به‌عنوان ریسک می‌پذیرند میزان اهمیت آن‌ها را برطبق طیف امتیازدهی لیکرت (1، 3، 5 ،7، 9) امتیازدهی کنند. از بین پرسشنامه‌های به‌دست آمده تعداد 8 پرسشنامه غربال شد که با استفاده از روش TOPSIS مورد تجزیه و تحلیل قرار بگیرند (جدول 2).

جدول (2): طیف امتیازدهی لیکرت به معیارها

میزان تأثیر	بسیارمهم	مهم	متوسط	کم	بسیار کم
امتیاز	9	7	5	3	1

منبع: اصغرپور (1388)

- روش TOPSIS

این مدل یکی از بهترین مدل‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه است و از آن استفاده زیادی می‌شود. در این روش m گزینه با n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اساس این تکنیک بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و در عین حال دارای بیشترین فاصله از راه حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد. فرض بر این است که رضامندی هر شاخص به‌طور یکنواخت افزایشی، یا کاهشی است. این روش مستلزم طی شش گام زیر است:

گام اول: تشکیل جدول تصمیم

روش TOPSIS ماتریس تصمیمی را ارزیابی می‌کند که شامل m گزینه و n شاخص است.

گام دوم: نرمالیزه کردن ماتریس تصمیم از طریق نرم اقلیدسی:

$$nij = aij \Big/ \left(\sum_{i=1}^{m} aij^{2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

گام سوم: ایجاد ماتریس بی‌مقیاس وزین:

$$V = N_D * W_{n*n}$$

که در آن V ماتریس بی‌مقیاس وزین و W ماتریس قطری از وزن‌های به‌دست‌آمده برای شاخص‌هاست.

گام چهارم: محاسبه گزینه ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی:

گزینه ایده‌آل مثبت $A^{+} = \left\{ \left(Maxvij \middle| j^{+} \right), \left(\min vij \middle| j^{-} \right) \right\}$

گزینه ایده‌آل منفی $A^{-} = \left\{ \left(Min_{i=1}^{m} vij \middle| j^{+} \right), \left(Maxvij \middle| j^{-} \right) \right\}$

گام پنجم: محاسبه فاصله، یا نزدیکی نسبت به ایده‌آل مثبت یا ایده‌آل منفی:

$$d_i^{+} = \left\{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^{+})^{2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad , \quad (i = 1,2,...,m)$$

$$d_i^{-} = \left\{ \sum_{j=1}^{n} (V_{ij} - V_j^{-})^{2} \right\}^{\frac{1}{2}} \quad , \quad (i = 1,2,...,m)$$

گام ششم: محاسبه Cli که مبین نزدیکی به ایده‌آل مثبت و دوری از ایده‌آل منفی است.

$$cli^{-} = di^{+} \Big/ di^{-} + di^{+} \quad \text{یا} \quad cli^{+} = di^{-} \Big/ di^{-} + di^{+}$$

در پایان رتبه‌بندی گزینه‌ها انجام می‌گیرد و براساس ترتیب نزولی Ci می‌توان گزینه‌های موجود را براساس بیشترین اهمیت رتبه‌بندی کرد (مومنی، 1387).

- روش تحلیل سلسله مراتبی(AHP)

فرایند تحلیل سلسله مراتبی یکی از جامع‌ترین سیستم‌های طراحی شده تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است (جدول 3). این تکنیک امکان درنظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی را در مسئله دارد. این فرایند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیر معیارها را دارد. افزون‌بر این برمبنای مقایس‌های زوجی بنا نهاده شده که قضاوت و محاسبات را تسهیل می‌کند (قدسی‌پور، 1388).

مراحل فرایند تحلیل سلسله مراتبی به شرح زیر است:

گام اول: ساختن سلسله مراتبی

اولین قدم در فرایند تحلیل سلسله مراتبی، ایجاد نمایش گرافیکی از مسئله است که در آن هدف، معیارها و گزینه‌ها نشان داده می‌شوند. نمودار (2) ساختار سلسله مراتبی در این تحقیق را نشان می دهد. در فرایند تحلیل سلسله مراتبی عناصر هر سطح نسبت به عنصر مربوط خود در سطح بالاتر به‌صورت زوجی (دو به دو) مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می‌شود که به این وزن‌ها، وزن نسبی گفته می‌شود. سپس با تلفیق وزن‌های نسبی، وزن نهایی هر گزینه مشخص می‌شود که وزن مطلق نامیده می‌شود (قدسی‌پور، 1388).

جدول (3): مقادیر ترجیحات برای مقایسه های زوجی

ترجیحات		مقدار عددی
کاملاً مرجح، یا کاملاً مهمتر و یا کاملاً مطلوب‌تر	(Extremely preferred)	9
ترجیح، یا اهمییت یا مطلوبیت خیلی قوی	(Very strong preferred)	7
ترجیح، یا اهمیت یا مطلوبیت قوی	(Strongly prefered)	5
کمی مرجح، یا کمی مهمتر، یا کمی مطلوبتر	(Moderately preferred)	3
ترجیح، یا اهمیت یا مطبوبیت یکسان	(Equally preferred)	2
ترجیحات بین فواصل		8 و 6، 4، 2

منبع: Saaty(2008)

در این تحقیق برای مقایسه گزینه‌ها از روش حداقل مربعات و از نرم‌افزارExpert Choice استفاده شده است.

مبنای مقایسات زوجی در این تحقیق، نظر کارشناسان در پرسشنامه‌ها و ویژگی‌های محیط‌زیستی منطقه است که در نرم‌افزارExpert choice برای به دست آوردن وزن گزینه‌ها استفاده شده است.

- روش ادغام

بعد از اولویت‌بندی ریسک‌ها با روش‌های AHP و TOPSIS با توجه به عدم یکسان بودن اولویت‌ها، نتایج حاصل از این دو روش با استفاده از روش ادغام در هم ادغام می‌شوند. روش ادغام دارای سه راهبرد اولویت است:

1. روش میانگین رتبه‌ها

در این روش از رتبه‌های هر گزینه در روش‌های استفاده شده، میانگین گرفته می‌شود و گزینه‌ای ارجحیت دارد که دارای مقدار میانگین کمتری باشد. نمونه‌ای از راهبرد اولویت میانگین رتبه‌ها در این تحقیق در جدول (4) نشان داده شده است.

جدول(4): راهبرد میانگین رتبه‌ها در ادغام ریسک‌های طبیعی

گزینه	روش‌های MADM		میانگین رتبه‌ها
	AHP	TOPSIS	
لرزه خیزی	2	3	2/5
وقوع سیل	1	2	1/5
زمین لغزش	3	1	2

لرزه خیزی <زمین لغزش <وقوع سیل

2. روش بُردا

این روش براساس قاعده اکثریت استوار است و گزینه‌ها از نظر امتیاز دو به دو با هم مقایسه شده و گزینه‌ای که دارای بیشترین تعداد اولویت در مقایسات باشد، ارجح خواهد بود (جدول 5).

جدول (5): استراتژی بُردا در ادغام ریسک‌های طبیعی

	لرزه	وقوع سیل	زمین لغزش	ΣC
لرزه خیزی	-	X	X	0
وقوع سیل	M	-	X	1
زمین لغزش	X	X	-	0
ΣR	1	0	0	

لرزه خیزی =زمین لغزش <وقوع سیل

3. روش کپ لند

در این روش افزون بر اینکه تعداد اکثریت اولویت هر گزینه در مقایس‌ها دو به دویی گزینه‌ها محاسبه می‌شود (روش بُردا)، تعداد باخت‌های هر گزینه، یعنی تعداد عدم اولویت گزینه مورد نظر نیز محاسبه شده و از تفاوت این دو عدد، رتبه گزینه مورد نظر محاسبه می‌شود.

امتیاز هر گزینه = ΣC - ΣR

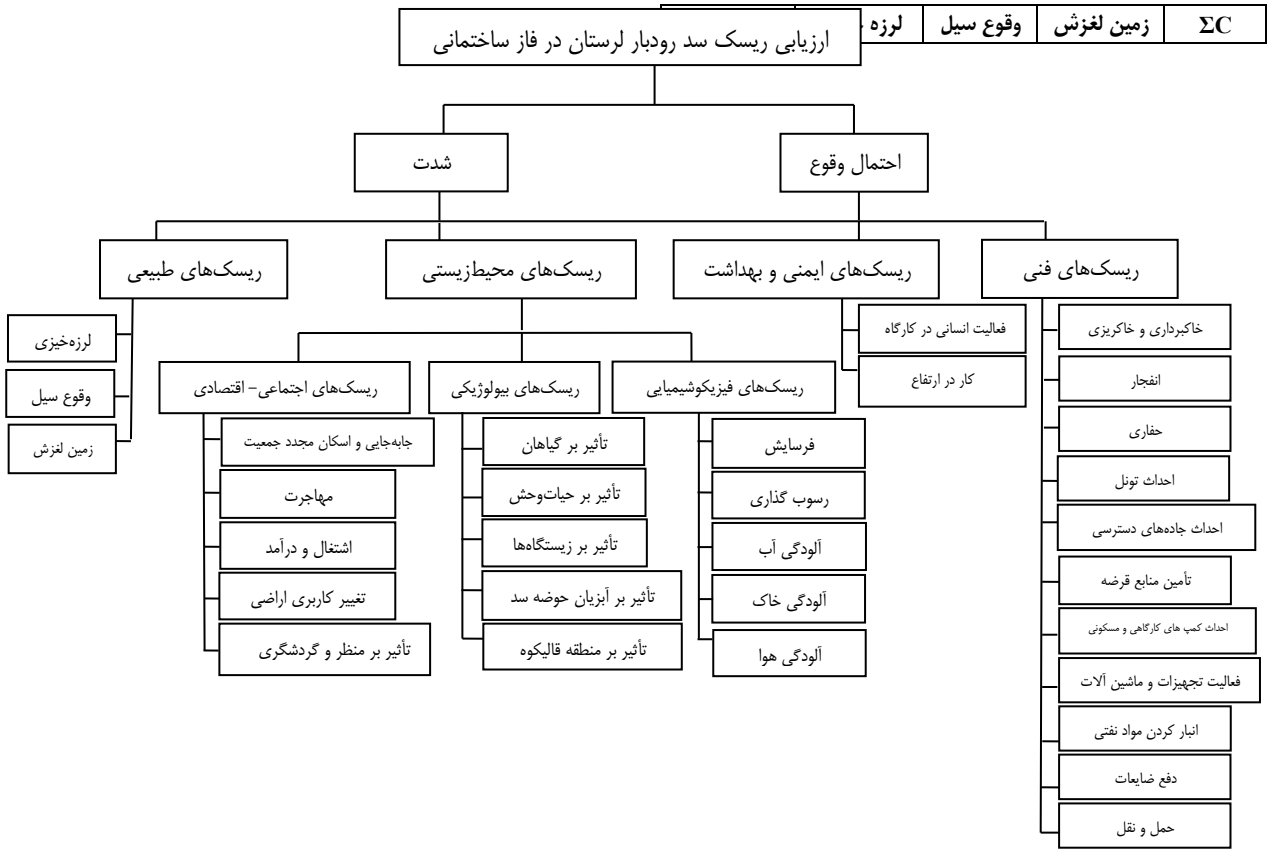
لرزه‌خیزی = 0-1= -1

وقوع سیل = 1-0= 1

زمین لغزش = 0-0= 0

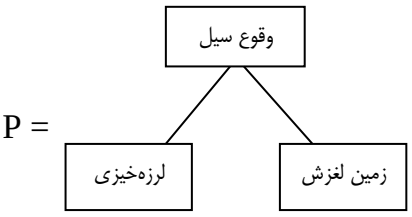
اولویت‌بندی این گروه ریسک به‌روش کپ لند به این شرح است:

لرزه خیزی <زمین لغزش <وقوع سیل



نمودار (2): ساختار سلسله مراتبی ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان

پس از انجام این سه راهبرد اولویت، به یک اجماع برای اولویت‌بندی می‌رسیم که به‌صورت یک دیاگرام نمایش داده می‌شود. اگر گزینه‌ای در هر سه اولویت‌بندی رتبه اول را داشته باشد گزینه اول خواهد بود و اگر گزینه‌ها در سه راهبرد دارای اولویت یکسان نبودند. قابل ادغام نخواهند بود (مانند سطح دوم در نمودار 3).



نمودار (3): ادغام ریسک‌های طبیعی در این تحقیق

- روش Ram-D

روش ارزیابی ریسک برای سدها (RAM- DSM) به‌وسیله آزمایشگاه سندیای امریکا برای انجمن ارتباطی برای حفاظت از زیرساخت‌ها به‌وجود آمده است. این روش، فرایند ارزیابی توسعه یافته است (جداول 6 و 7) که می‌تواند کمیت‌پذیری ریسک را تعریف کند. فرایند ارزیابی ریسک در این روش در معادله ریسک زیر گنجانده شده است:

(احتمال تهدید)×(پیامدها)×(کارایی سامانه−1) = ریسک

جدول (6): ارزش عوامل احتمال و شدت در روشRAM-D

امتیاز	ارزش	گروه
4	VH (بسیار بالا)	احتمال بسیار زیاد، فاجعه بار، منجر به مرگ، خسارت شدید محیطزیستی
3	H (بالا)	احتمال زیاد، بحرانی منجر به جراحت، خسارت عمده محیطزیستی
2	M (متوسط)	احتمال متوسط، منجر به جراحت، بیماری جزئی، خسارت جزئی محیطزیستی
1	L (کم)	احتمال کم،قابل اغماض،کمتر از جراحت جزئی، خسارت کم محیطزیستی

منبع: Matalucci (2002)

جدول (7): امتیاز پیشنهادی محقق برای کمی‌سازی شاخص کارایی سیستم در روش RAM-D

امتیاز	کارایی سیستم
1	کارایی بسیار بالا
0/75	کارایی بالا
0/5	کارایی متوسط
0/25	کارایی کم

یافته‌ها

همان‌طور که در مباحث فوق ذکر شد اولین گام در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی، شناسایی ریسک‌هاست. تعداد 33 عامل شناسایی شده در جدول (8) در 6 گروه ریسک نشان داده شده است.

- اولویت‌بندی ریسک‌ها حاصل از روش TOPSIS

با استفاده از این روش، پرسشنامه‌ها تحلیل می‌شوند در گام اول، یا همان جدول تصمیم، ریسک‌ها به‌عنوان گزینه و کارشناسانی که به پرسشنامه‌ها پاسخ گفته‌اند، به‌عنوان معیار در

جدول (8): ریسک‌های شناسایی شده در فاز ساختمانی سد رودبار لرستان

گروه	ریسک	گروه	ریسک
ریسک‌های فنی	خاکبرداری و خاکریزی	ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	فرسایش
	انفجار		رسوب گذاری
	حفاری		آلودگی آب
	حفر گمانه‌های اکتشافی		آلودگی خاک
	احداث تونل		آلودگی هوا
	احداث جاده‌های دسترسی	ریسک‌های بیولوژیکی	تأثیر برگونه‌های گیاهی
	احداث فرازبند و نشیب‌بند		تأثیر بر حیات‌وحش
	تأمین منابع قرضه		تأثیر بر زیستگاه‌ها
	احداث کمپ‌های کارگاهی و مسکونی		تأثیر بر آبزیان حوضه سد
	فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات		تأثیر برمنطقه قالیکوه
	انبار کردن مواد نفتی	ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی	جابه‌جایی و اسکان مجدد جمعیت
	دفع ضایعات		مهاجرت
	حمل و نقل		اشتغال و درآمد
ریسک‌های ایمنی و بهداشت	فعالیت انسانی در کارگاه		تغییر کاربری اراضی
	کار در ارتفاع		تأثیر بر منظر و گردشگری
ریسک‌های طبیعی	لرزه خیزی		
	وقوع سیل		
	زمین لغزش		

نظر گرفته شده اند. پس از طی کردن 6 گام اصلی باTOPSIS اولویت ریسک‌ها در این روش در جدول (9) ذکر شده است. تأثیر بر منظر و گردشگری با امتیاز 0/739، دفع ضایعات با امتیاز 0/668 و تأثیر بر زیستگاه‌ها با امتیاز 0/66 از مهم‌ترین ریسک‌های سد رودبار لرستان در این روش به دست آمدند. مرحله احداث سد با توجه به تغییر در منظرهای منطقه به‌علّت وجود

1	تأثیر بر منظر و گردشگری	/7390	18	کار در ارتفاع	0/530
2	دفع ضایعات	/6680	19	زمین لغزش	0/508
3	تأثیر بر زیستگاه‌ها	0/66	20	آلودگی خاک	0/48
4	تغییر کاربری اراضی	/6520	21	فعالیت انسانی در کارگاه	0/467
5	خاکبرداری و خاکریزی	/6380	22	حفاری	0/460
6	جابه‌جایی و اسکان مجدد جمعیت	/6110	23	احداث تونل	0/455
7	تأثیر برآبزیان حوضه سد	/6090	24	وقوع سیل	0/430
8	فعالیت ماشین آلات	/6050	25	آلودگی هوا	0/424
9	احداث کمپ‌ها	/6030	26	حمل و نقل	0/422
10	آلودگی آب	/5630	27	تأثیر بر گونه‌های گیاهی	0/371
11	تأثیر بر حیات وحش	/5570	28	احداث فرازبند و نشیب‌بند	0/349
12	انبار کردن مواد نفتی	/5550	29	فرسایش	0/330
13	انفجار	/5520	30	لرزه خیزی	0/3207
14	احداث جاده‌های دسترسی	/5500	31	رسوب گذاری	0/3203
15	تامین منابع قرضه	/5410	32	تأثیر بر منطقه قالیکوه	0/292
16	مهاجرت	/5370	33	حفر گمانه‌های اکتشافی	0/241
17	اشتغال و درآمد	/5330			

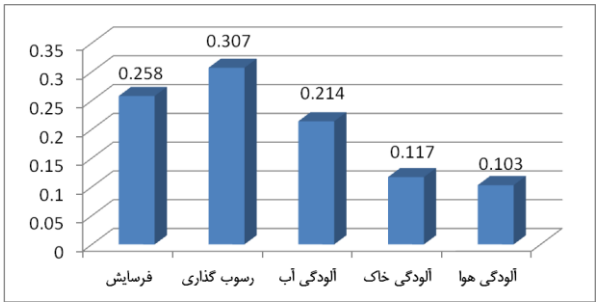
کمپ‌ها و کارگاه‌ها و ایجاد جلوه‌های بصری نامناسب، تغییر در روند گردشگری منطقه را سبب خواهد شد.

- تحلیل و اولویت‌بندی ریسک‌ها به‌روش AHP

ریسک‌ها در 6 گروهی که در جدول (8) نشان داده شد، براساس دو معیار اصلی ریسک (شدت و احتمال) در نرم‌افزارExpert Choice مورد تحلیل قرار گرفته و اولویت‌بندی شدند. نمودارهای (4 الی 9) نتایج حاصل از این روش را نشان می‌دهد.

براساس نتایج به‌دست آمده از مقایسه ریسک‌های فیزیکوشیمیایی در ماتریس مقایسه‌های زوجی و محاسبه اولویت آن‌ها نسبت به هدف که همان ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی است، رسوب‌گذاری مهم‌ترین ریسک با وزن 0/307 حاصل شد، که نتیجه حجم عملیات در فاز ساختمانی مانند برداشت منابع قرضه، تخلیه پساب به رودخانه و تأثیر آن بر حجم رسوبات رودخانه است.

جدول(9): اولویت‌بندی ریسک‌های سد رودبار درفاز ساختمانی به‌روش TOPSIS

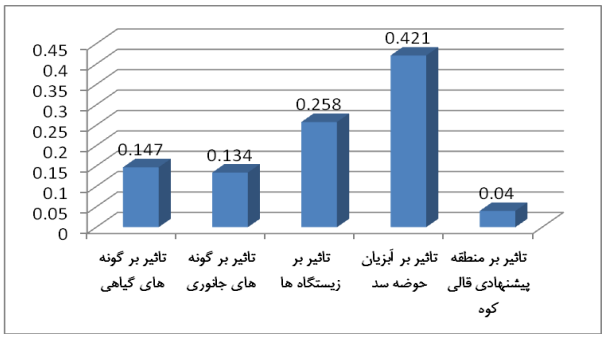


نمودار (4): اولویت‌بندی ریسک‌های فیزیکوشیمیایی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP

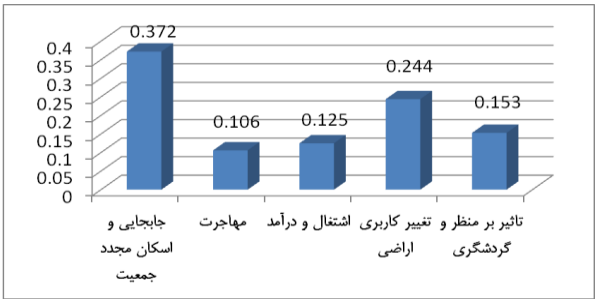
فرسایش، آلودگی آب، آلودگی خاک و آلودگی هوا در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

تغییر در کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب سطحی در اثر پساب حاصل از عملیات ساختمانی سد و تأسیسات وابسته، نظیر کمپ‌های کارگاهی و مسکونی، ورود مواد سوختنی و روغن‌های مستعمل ماشین آلات، ورود فاضلاب‌های انسانی کمپ‌ها و تأثیر مستقیم آن بر آبزیان حوضه از مهم‌ترین ریسک‌ها در فاز ساخت است.

بنابر نتایج به‌دست‌آمده تأثیر بر آبزیان با وزن 0/421 از مهم‌ترین ریسک‌ها در بین ریسک‌های بیولوژیکی است. آبزیان به‌دلیل تغییر در الگوی جریان آب و افزایش بار رسوبی حاصل از عملیات در فاز ساختمانی بیشترین تأثیر را می‌پذیرند. تأثیر بر



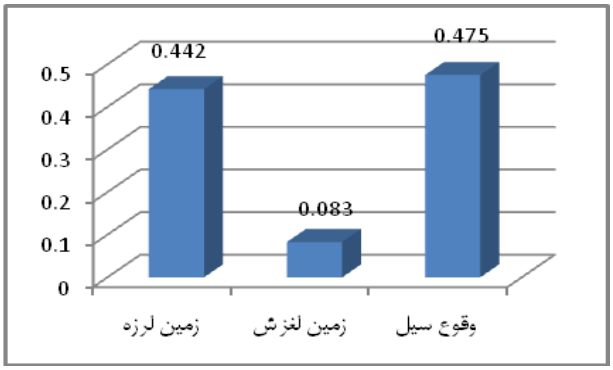
نمودار (5): اولویت‌بندی ریسک‌های بیولوژیکی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP



نمودار (6): اولویت‌بندی ریسک‌های اقتصادی-اجتماعی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP

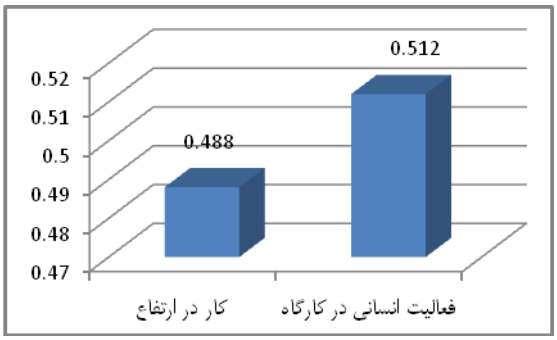
زیستگاه‌ها، گونه‌های گیاهی و گونه‌های جانوری در رده‌های بعدی قرار می‌گیرد.

برطبق نتایج جابه‌جایی و اسکان، جمعیت با وزن 0/372 از مهم‌ترین ریسک‌های اقتصادی اجتماعی است. در طول فاز ساختمانی دو روستا مجبور به جابه‌جایی هستند. تغییر در کاربری اراضی و تأثیر در منظر و گردشگری در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. مهم‌ترین کاربری در منطقه جنگل است که با توجه به پاک‌تراشی قسمتی از آن، کاربری منطقه تغییر خواهد کرد.



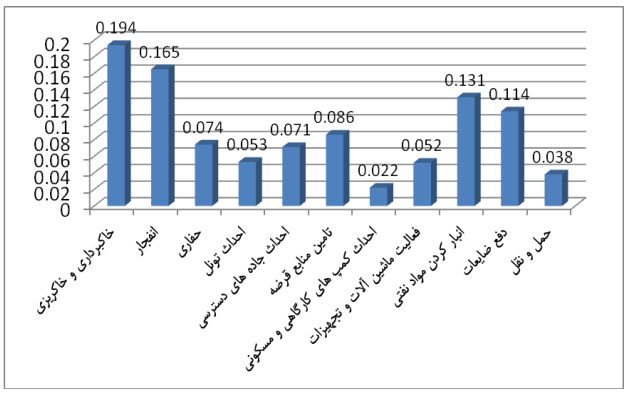
نمودار (7): اولویت‌بندی ریسک‌های طبیعی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP

براساس نتایج به‌دست آمده مهم‌ترین ریسک در میان ریسک‌های طبیعی وقوع سیل با وزن 0/475 است. زمین‌لرزه و زمین لغزش به‌ترتیب در اولویت‌های بعدی قرار می‌گیرند. ساختگاه سد رودبار در منطقه‌ای با فعالیت لرزه خیزی نسبتاً بالا واقع شده است. در میان هر دو گروه داده‌های ثبت شده به‌وسیله ساختگاه و داده‌های تاریخی، زمین لرزه‌های بسیار شدیدی دیده می‌شود که لرزه‌ای با بزرگی 7/4 بزرگترین آن‌ها است. گسل‌های سراوند- بزنوید و گسل اصلی زاگرس در فاصله بسیار کمی از ساختگاه واقع شده‌اند.



نمودار (8): اولویت‌بندی ریسک‌های ایمنی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP

با توجه به محیط محدوده اجرایی طرح و با در نظر گرفتن ابعاد طرح و نیاز به احداث تونل‌ها و پروژه عظیم سدسازی، خطرهای بالقوه ممکن است کارکنان شاغل و حتی روستاییان محدوده طرح را تحت تأثیر قرار دهد. در برخی از بخش‌های کار مانند پنستاک‌های بلند و کوتاه، شفت و محور سد دارای نیروی بالای حادثه‌خیزی‌اند. حجم عملیات خاکی و حمل مصالح و باطله‌ها نیز در سطح سایت زیاد بوده و مستلزم تردد دایمی کامیون‌هاست. با توجه به شرایط توپوگرافی منطقه، وجود اختلاف ارتفاع و پرتگاه در کنار جاده‌ها و عرض کم جاده‌ها در برخی نقاط، امکان بروز حوادث جاده‌ای زیاد است. از علل محیطی حوادث مربوط به محیط کارگاهی می‌توان به نبودن حفاظ صحیح و مناسب دستگاه‌ها، وجود سروصدا، وجود آلودگی و دود اشاره کرد. در بین ریسک‌های ایمنی، فعالیت انسانی در کارگاه با اولویت 0/512 در رده اول و کار در ارتفاع در رده دوم قرار دارد. پدیده فرسایش خاکی و بادی و شسته شدن ذرات خاک و هدایت آن‌ها به آب‌های سطحی ناشی از عملیات خاکی، آلودگی صوتی در منطقه، به‌هم ریختن آرامش طبیعی، انتشار

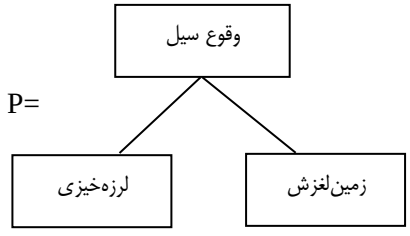


نمودار (9): اولویت‌بندی ریسک‌های فنی در ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان به‌روش AHP

گرد و خاک در محیط، اشغال قسمتی از سایت و بوته‌کنی در آن قسمت، تخریب مرفولوژی زمین، باقی ماندن زواید و گل حفاری و آلودگی‌های خاک و آب ناشی از عملیات حفاری، تخریب زیستگاه، شکل زمین و فرسایش خاک ناشی ازحمل و نقل، قطع شدن زیستگاه‌ها و قطع مسیر عبور جانوران و پراکنش گرد و غبار در حین ساخت جاده‌های دسترسی، آلودگی خاک و آب ناشی از ماشین‌آلات از مهم‌ترین ریسک‌ها در فاز ساختمانی هستند. در میان ریسک‌های فنی عملیات خاکی با وزن 0/194 در رده اول و عملیات انفجار و حفاری با وزن‌های 0/165و 0/131 به‌ترتیب در رده‌های دوم و سوم قرار دارند.

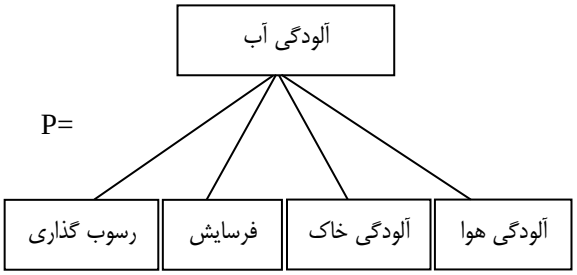
- نتایج حاصل از مرحله ادغام

همان‌طور که گفته شد با استفاده از سه راهبرد بُردا، کپ‌لند و میانگین رتبه‌ها، نتایج حاصل از دو روشTOPSIS وAHP در هم ادغام شدند. جدول (10) نتایج حاصل از این سه راهبرد را نشان می‌دهد. سپس با توجه به نتایج حاصل از این سه راهبرد، اولویت‌ها در هم ادغام شدند و اولویت‌های نهایی به‌دست آمدند که در نمودارهای (10 الی 14) نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول (11) مشاهده می‌شود در همه گروه‌های ریسک، سه اولویت اول به‌دست آمده از سه راهبرد اولویت، لحاظ شده است و موارد خالی نشان‌دهنده عدم اولویت‌بندی در ادغام نهایی است. برای نمونه در گروه ریسک‌های فیزیکوشیمیایی که در نمودار (12) ادغام آن به تصویرکشیده شده است، اولویت اول مشخص است و چهار ریسک دیگر به‌علّت عدم یکسان بودن رتبه‌ها در راهبردهای اولویت‌بندی، قابل ادغام نبوده‌اند.

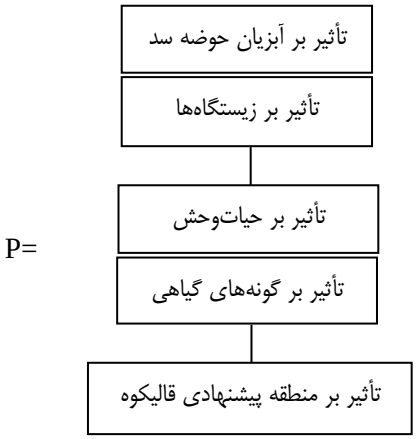


نمودار (10): ادغام ریسک‌های طبیعی

نمودار (11): ادغام ریسک‌های فنی



نمودار (12): ادغام ریسک‌های فیزیکوشیمیایی



نمودار (13): ادغام ریسک‌های بیولوژیکی

– نتایج حاصل از روش RAM-D

ریسک	رتبه

نمودار (14): ادغام ریسک‌های اقتصادی- اجتماعی

از ادغام نهایی نتایج حاصل از دو روش TOPSIS و AHP ریسک‌های زیر به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی شناسایی شدند (جدول 10).

جدول (10): مهم‌ترین ریسک‌های به‌دست‌آمده به‌روش تصمیم‌گیری چند شاخصه (TOPSIS, AHP)

ریسک	
خاکبرداری و خاکریزی	تأثیر بر آبزیان حوضه سد
تأثیر بر منظر و گردشگری	آلودگی آب
تغییر کاربری اراضی	وقوع سیل
جابجایی و اسکان	کار در ارتفاع
تأثیر بر زیستگاه‌ها	فعالیت انسانی در کارگاه

10 ریسکی که در اولویت‌بندی حاصل از روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه در اولویت‌بندی بالا قرار گرفته بودند در روش RAM-D مورد ارزیابی شدند. نتایج حاصل از این روش در جدول (12) و نمودار (15) نشان داده شده است. امتیازهای داده شده براساس نظر کارشناسان و محققان، شرایط محیط زیستی و فنی پروژه سد رودبار می‌باشد.

بعد از امتیازدهی به هر یک از شاخص‌های ریسک در روشRAM-D، امتیازها در فرمول اصلی RAM-D قرار داده شدند تا مقدار ریسک براساس این روش تعیین شود.

همان‌طور که در نمودار نیز مشخص است، تغییر کاربری اراضی، تأثیر بر زیستگاه‌ها و تأثیر بر آبزیان حوضه سد از مهم‌ترین ریسک‌های محیط‌زیستی سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی با استفاده از روش RAM-D هستند.

جدول(11): رتبه ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی پس از اجرای دو روش TOPSIS **و** AHP **و مرحله ادغام**

			ادغام نهایی	روش کپ لند	روش بُردا	روش میانگین رتبه‌ها	AHP	TOPSIS
	ریسک‌های فنی	خاکبرداری و خاکریزی	1	1	1	1	1	2
		انفجار	3			3	2	6
		حفاری					6	9
		احداث تونل					8	10
		احداث جاده‌های دسترسی					7	7
		تأمین منابع قرضه					5	8
		احداث کمپ‌های کارگاهی و مسکونی					11	4
		فعالیت تجهیزات و ماشین آلات					9	3
		انبار کردن مواد نفتی	3	3	3		3	5
		دفع ضایعات	2	2	2	2	4	1
		حمل و نقل					10	11
	ریسک‌های ایمنی و بهداشت	فعالیت انسانی در کارگاه	1	1	1	1	1	2
		کار در ارتفاع	1	1	1	1	2	1
ریسک‌های محیط زیستی	ریسک‌های فیزیکوشیمیایی	فرسایش		3	3	2	2	4
		رسوب‌گذاری		3	3	2	1	5
		آلودگی آب	1	1	1	1	3	1
		آلودگی خاک		2	2	2	4	2
		آلودگی هوا		4	3	3	5	3
	ریسک‌های بیولوژیکی	تأثیر بر گونه‌های گیاهی	2	2	2	2	3	4
		تأثیر بر حیات‌وحش	2	2	2	2	4	3
		تأثیر بر زیستگاه‌ها	1	1	1	1	2	1
		تأثیر بر آبزیان حوضه سد	1	1	1	1	1	2
		تأثیر بر منطقه پیشنهادی قالیکوه	3	3	3	3	5	5
	ریسک‌های اجتماعی-اقتصادی	جابجایی و اسکان مجدد جمعیت	1	1	1	1	1	3
		مهاجرت	2	2	2	2	5	4
		اشتغال و درآمد	2	2	2	2	4	5
		تغییر کاربری اراضی	1	1	1	1	2	2
		تأثیر بر منظر و گردشگری	1	1	1	1	3	1
	ریسک‌های طبیعی	لرزه‌خیزی		2	2	2	2	3
		وقوع سیل	1	1	1	1	1	2
		زمین لغزش		3	2	3	3	1

بحث و نتیجه‌گیری

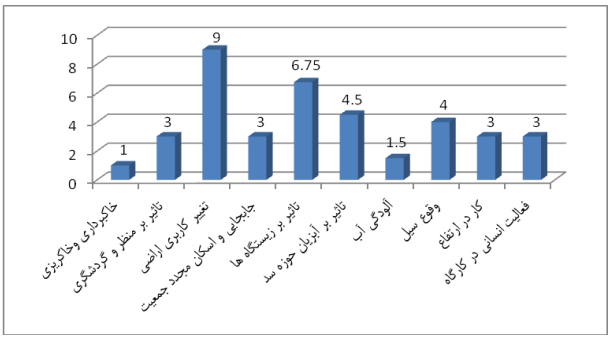
بعد از شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های سد رودبار لرستان به‌وسیله ادغام نتایج روش‌های TOPSIS و AHP مهم‌ترین ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی، خاکبرداری و خاکریزی، فعالیت انسانی در کارگاه، تغییر کاربری اراضی، جابه‌جایی و اسکان مجدد جمعیت، تأثیر بر زیستگاه‌ها، تأثیر بر آبزیان حوضه سد، آلودگی آب، وقوع سیل، کار در ارتفاع، تأثیر بر منظر و گردشگری هستند. براساس نتایج حاصل از روش RAM-D تغییر کاربری اراضی با امتیاز 9، تأثیر بر زیستگاه‌ها با امتیاز 6/75 و تأثیر بر آبزیان حوضه سد با امتیاز 4/5 مهمترین ریسک‌های سد رودبار لرستان هستند. که با وجود اینکه کاربری اصلی در منطقه جامعه جنگلی بلوط است و در اثر فعالیت‌های فاز ساختمانی از بین خواهد رفت و با توجه به این نابودی، زیستگاه‌های این منطقه تحت تأثیر قرار می‌گیرند و در نتیجه

جدول (12): ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی به‌روش RAM-D

شاخص / ریسک	احتمال	پیامد	کارایی سیستم	کارایی سیستم- 1	ریسک*
خاکبرداری و	4	1	0/75	0/25	1

خاکریزی					
تأثیر بر منظر و گردشگری	3	2	0/5	0/5	3
تغییر کاربری اراضی	4	3	0/25	0/75	9
جابه‌جایی و اسکان مجدد جمعیت	4	3	0/75	0/25	3
تأثیر بر زیستگاه‌ها	3	3	0/25	0/75	6/75
تأثیر بر آبزیان حوضه سد	3	3	0/5	0/5	4/5
آلودگی آب	2	3	0/75	0/25	1/5
وقوع سیل	2	4	0/5	0/5	4
کار در ارتفاع	3	4	0/75	0/25	3
فعالیت انسانی در کارگاه	3	4	0/75	0/25	3

(احتمال تهدید)×(پیامدها)×(کارایی سیستم−1)=ریسک*



نمودار (15): نتایج حاصل از ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی به‌روش RAM-D

عملیات ساخت و ساز بر میزان رسوب‌گذاری رودخانه رودبار تأثیر می‌گذارد و احتمال نشت فاضلاب و ضایعات عملیات فاز ساختمانی در رودخانه وجود دارد و تأثیر بر آبزیان قابل پیش‌بینی است، در این صورت ریسک‌های به‌دست آمده قابل توجیه هستند. به‌منظور رویارویی و مدیریت ریسک‌ها روش‌های متعددی وجود دارد. یکی از روش‌های رویارویی با ریسک، کاهش ریسک است. در واقع کاهش ریسک کاهش احتمال وقوع ریسک، یا کاهش پیامدهای حاصل از آن است. به‌منظور کاهش آثار ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی، اقدامات اصلاحی پیشنهاد می‌شود. جدول (12) مهم‌ترین ریسک‌های پروژه را به منظور کاهش آنها شرح می‌دهد. همان‌طور که گفته شد تأثیر بر زیستگاه‌های منطقه در طول عملیات ساخت غیر قابل اجتناب است. احیای پوشش گیاهی از بین رفته در منطقه می‌تواند در کاهش این ریسک کمک بسیاری داشته باشد. همچنین کلیه اقداماتی که منجر به کاهش آثار بر روی کیفیت رودخانه رودبار شود در کاهش ریسک تأثیر بر آبزیان حوضه سد مؤثر است؛ مانند اجتناب از تخلیه مواد زاید و شیرابه و فاضلاب حاصل از عملیات ساختمانی و کمپ‌های مسکونی و پایش منظم کیفیت آب.

با توجه به این نکته که ارزیابی ریسک سد در دنیا موضوع نسبتاً جدیدی است و مطالعات زیادی در خصوص ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سدها، به‌ویژه در سدی خاص صورت نگرفته است، این تحقیق با چند نمونه مطالعاتی که از نظر موضوع و روند کار شباهت بیشتری با این پژوهش دارند و در قسمت سرآغاز مقاله ذکر شده‌اند، مقایسه می‌شود. بیشتر مطالعات انجام شده در رابطه با ارزیابی ریسک سدها به پدیده شکست سد می‌پردازند. در تحقیق Francisco که در سال 2007 انجام داده شد به ارائه روشی جدید(ERI DP) برای ارزیابی شکست سد براساس 6 عامل ثبات ژئوتکنیک، فرسایش شیب‌های پایین دست، نوع

جدول (13): اقدامات اصلاحی به‌منظور کاهش‌مهمترین ریسک‌های سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی

ریسک	اقدامات اصلاحی
تأثیر بر زیستگاه‌ها	احیای پوشش گیاهی
تأثیر بر آبزیان حوضه سد	– جلوگیری از تخلیه مصالح ساختمانی و نخاله‌ها در رودخانه – توسعه ذخیره‌گاه شیلاتی در ذخیره‌گاه مخزن سد
تغییر کاربری اراضی	جلوگیری از تبدیل اراضی همجوار طبیعی

آب‌بندی سد، احتمال سرریز شدن، حجم شیرابه ذخیره شده و بار آلودگی شیرابه، پرداخته می‌شود. تفاوت‌های این تحقیق با پژوهش نگارندگان این است که در تحقیق نگارندگان عوامل ریسک با پرسشنامه و نظر کارشناسان متعدد به‌دست آمده است و دومین تفاوت همان ارزیابی شکست سد و متفاوت بودن عوامل دخیل در آن با ارزیابی ریسک در فاز ساختمانی است. همچنین در تحقیق ذکر شده شدت پیامدهای شکست سد در ارزیابی ریسک در نظر گرفته نشده است. مطالعه بعدی درباره ارزیابی

ریسک محیط‌زیستی سد تیلگرا می‌باشد که توسط Masters در سال 2009 انجام شده است. این ارزیابی بر پایه مدیریت ریسک می‌باشد، توجه به مسائل ریسک محیط‌زیستی به‌صورت جامع در ابعاد مختلف بیوفیزیکی مانند جامعه و موارد ریسک‌های اجتماعی اقتصادی از مهم‌ترین ویژگی‌های این تحقیق به‌شمار می‌رود که در این موارد با پژوهش نگارندگان مشترک است. در این تحقیق نیز برای شناسایی ریسک‌های محیط‌زیستی افزون‌بر ویژگی‌های پروژه، از نظر کارشناسان نیز استفاده شده است. سپس با استفاده از ماتریس‌هایی براساس احتمال وقوع و شدت ریسک به ارزیابی ریسک محیط‌زیستی می‌پردازد. در این تحقیق ارزیابی ریسک به‌صورت کیفی انجام شده است. از مهم‌ترین تحقیقاتی که در کشور ایران در خصوص ارزیابی ریسک سدها انجام شده است می‌توان به تحقیق کارآموز و همکاران که در سال 1388 با عنوان ارزیابی آسیب‌پذیری سدها با رویکرد مدیریت راهبردی مطالعه موردی: سد کرج، اشاره کرد، در این تحقیق به مخاطراتی که بر سد وارد می‌شود اشاره می‌شود. برعکس، مطالعه حاضر به ریسک‌هایی که سدها در طول دوره ساخت بر محیط‌زیست اطراف خود وارد می‌کنند، می‌پردازد. در تحقیق ذکر شده پس از شناسایی مخاطرات وارد بر مخزن سد، این مخاطرات با روش SWOT تحلیل می‌شوند.

این مطالعه ارزیابی ریسک سد رودبار لرستان در فاز ساختمانی سد است. پیشنهاد می‌شود در مطالعه آتی به ارزیابی ریسک در فاز بهره‌برداری و ریسک‌های شکست سد پرداخته شود.

یادداشت‌ها

1. Environmental risk assessment
2. Analytical Hierarchy Process (AHP)
3. Technique for Order-Preference by Similarity to ideal Solution (TOPSIS)
4. Risk Assessment Methodology for Dams (RAM-D)

فهرست منابع

اصغرپور، م. 1388. تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره، انتشارات دانشگاه تهران.

شول، ع. و فتحی‌زاده، ع. 1388. ارزیابی ریسک و عدم اطمینان در پروژه‌های سد سازی ایران با استفاده از روش AHP، پنجمین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، تهران.

قادری، س. 1388. بررسی نقش و ضرورت مدیریت ریسک در ابرسازه‌ها، مطالعه موردی: سدهای بزرگ، اولین کنفرانس ملی مهندسی و مدیریت زیرساخت‌ها، تهران.

قدسی پور، ح. 1388. فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

کارآموز، م. 1388. ارزیابی آسیب‌پذیری سدها با رویکرد مدیریت استراتژیک مطالعه موردی: سد کرج، دومین همایش ملی سد سازی، زنجان.

محمدفام، ا. 1384. تکنیک‌های آنالیز ایمنی، آنالیز مقدماتی خطر، همدان، انتشارات فن آوران.

مومنی، م. 1385. مباحث نوین تحقیق در عملیات، انتشارات دانشگاه تهران.

مهدوی‌نیا، ج. 1386. ارزیابی خطرپذیری سد شفارود با رویکرد مدیریت ریسک و حفظ محیط‌زیست، اوّلین کارگاه تخصصی سد و محیط‌زیست. تهران.

مهندسان مشاور قدس نیرو. 1384. گزارش محیط‌زیست مطالعات طرح رودبار لرستان.

Donjiin, Z. & Chongsh, zili. 2005. Safety synthesis assessment of River- way levee, 73rdAnnual Meeting of ICOLD, Tehran, IRAN, May 1- 6, 2005, Paper No: 002-S1.

Francisco, J. 2007. Design of a model to assess the environmental risk of leachate dams, Waste Management, 28 (11): 2122- 2133.

Masters, C. 2009. Environmental Risk Assessment of Tillgera dam, Tillegra Dam Planning and Environmental Assessment, Chapter 9.

Matalucci, R. 2002. Risk assessment methodology for dams (RAM-D), Proceedings of the 6th International Conference on Probabilistic Safety Assessment and Management, 23-28 June 2002, San Juan, Puerto Rico, USA.

Saaty, T. 008. Decision making with the analytic hierarchy process, Int. J. Services Sciences, Vol. 1, No. 1, 2008.

Tosun, H. 2006. Seismic hazards and total risk analysis for large dams in Euphrates basin, Turkey, Engineering Geology, Vol 89 (1-2): 155- 170.