

ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه تلفیقی

مریم رباطی*^۱

محسن یاوری^۲

فروغ فرساد^۳

چکیده:

سد مراش بر روی رودخانه حلب در نزدیکی روستای مراش واقع در ۱۲۵ کیلومتری زنجان و ۱۸۰۰ متری شهر دندی قرار دارد، هدف از انجام این تحقیق، شناسایی و ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش در اجرا و بهره‌برداری است. در این مطالعه پس از جمع‌آوری و بررسی اطلاعات مربوط به شرایط محیط‌زیست منطقه مورد مطالعه و تعیین نحوه فعالیت‌ها و فرآیندها در مرحله اجرا و بهره‌برداری، فهرستی از عوامل احتمالی مولد ریسک‌های محیط‌زیستی به صورت پرسشنامه تهیه و برای بررسی صحت آن‌ها، در اختیار یک گروه متخصص شامل نخبگان و اساتید در رشته‌های مرتبط با محیط‌زیست و عمران سد قرار گرفت. جهت تلفیق نظرات و شناسایی نهایی عوامل ریسک از طریق نرم‌افزار SPSS، میانگین هندسی اهمیت عوامل ریسک محاسبه گردید و پس از تجزیه و تحلیل امتیازات داده شده با استفاده از یافته‌های حاصل از دو روش Fuzzy-Topsis و Fuzzy-ANP و رتبه‌بندی و اولویت‌بندی ریسک سد مراش استفاده شد و ریسک‌های نهایی سد شناسایی شد. از بین ۱۹ عامل ریسک، گزینه‌های مربوط به محیط اقتصادی اجتماعی که شامل اشتغال و درآمد، عدم مهاجرت و توسعه طرح‌های آبی در هر دو نوع ارزیابی نسبت به سایر گزینه‌ها در اولویت قرار گرفت و از بین اثرات منفی پروژه تخریب زیستگاه و آلودگی آب از مهم‌ترین عوامل ریسک است که نسبت به سایر گزینه‌های منفی در اولویت قرار دارد.

واژه‌های کلیدی:

ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، سد مراش، روش FANP، روش FTOPSIS، تحلیل سلسله‌مراتب

* ۱. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران

m.robati@srbiau.ac.ir

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران

۳. استادیار گروه علوم و مهندسی محیط‌زیست، دانشکده منابع طبیعی و محیط‌زیست، دانشگاه علوم و تحقیقات، تهران، ایران

مقدمه

طراحی نماید که نظیر انسان، از توانایی پردازش اطلاعات کیفی به صورت هوشمند برخوردار باشد. بنابراین علم مدیریت فازی، ضمن ایجاد انعطاف پذیری در مدل، داده‌هایی نظیر دانش، تجربه و قضاوت انسانی را در مدل وارد کرده و پاسخ‌هایی کاملاً کاربردی ارائه می‌دهد (آذر و فرجی، ۱۳۸۶). روش TOPSIS پتانسیل زیادی در راستای کاهش هزینه و زمان و بالا بردن دقت در تصمیم‌گیری‌های فضایی را، دارا است و می‌تواند چارچوب مناسبی برای حل مسائل فضایی در مدیریت محیط‌زیست محسوب گردد (اصغر پور، ۱۳۸۶). مروری بر ادبیات و سابقه بهره‌گیری از روش‌های به کار گرفته‌شده در این تحقیق، نشان می‌دهد، پروژه‌های زیادی در قالب ارزیابی ریسک با استفاده از روش FANP, FTOPSIS به انجام رسیده است.

شافعی و همکاران در سال ۱۳۹۵، ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد علویان با استفاده از روش FTOPSIS را مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها برای به دست آوردن درجه اهمیت هر معیار، معیارهای چندگانه روش تصمیم‌گیری فازی را مورد بررسی قرار دادند. تاکنون بیشتر مطالعات انجام‌شده پیرامون ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سدها با استفاده از روش‌های AHP بوده است.

درویشی و همکاران در سال ۱۳۹۲، در مقاله‌ی خود با عنوان ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد صیدون خوزستان در مرحله ساختمانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چندشاخصه جهت اولویت‌بندی عوامل ریسک، از روش دلفی استفاده کردند. جهت ارزیابی ریسک محیط‌زیستی نیز ابتدا از روش آنالیز مقدماتی خطر (AHP) ریسک‌های مهم را تعیین کرده‌اند و در مجموع ۹ ریسک برای بررسی شناخته شد که نتایج به‌دست‌آمده از ارزیابی آن‌ها، اولویت‌بندی بین آن‌ها به کمک روش‌های تاپسیس (TOPSIS) و مجموع ساده وزین (SAW) صورت گرفت.

قاضی‌زاده و مسعودی در سال ۱۳۹۳، در مقاله‌ای به ارائه یک مدل جدید در شناسایی رتبه‌بندی و ارزیابی عوامل مؤثر بر ریسک پروژه‌های بزرگ با استفاده از روش‌های FTOPSIS و FFANP پرداختند نتیجه بررسی نشان داد از میان ریسک‌های شناسایی‌شده ۱۶ ریسک به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها رتبه‌بندی و سپس چهار راهکار برای ارزیابی آن‌ها

احداث سدهای بزرگ آثار محیطی، بیولوژیکی، بهداشتی، اجتماعی و اقتصادی مهمی را در محیط اطراف خود به وجود می‌آورند (نجمانی، ۱۳۸۲). با توجه به رشد و توسعه‌ی سدسازی در جهان به‌ویژه در ایران لزوم بررسی آثار محیط‌زیستی سد از اهمیت خاصی برخوردار است (نیکبخت و حیدری شاه‌مقصودی، ۱۳۸۹). ارزیابی ریسک سد، فرایندی است که به‌وسیله‌ی آن تصمیماتی اتخاذ می‌شود درباره‌ی اینکه آیا سطح ریسک‌هایی که از طریق سد ایجاد می‌شود قابل تحمل است یا آیا ریسک‌های شناسایی‌شده نیاز دارند که از طریق انجام برخی از اقدامات کنترلی کاهش یابند (Matalucci Rudolph, 2002). در ارزیابی ریسک محیط‌زیستی افزون بر بررسی و تحلیل جنبه‌های مختلف ریسک، ضمن شناخت کامل از محیط‌زیست منطقه‌ی تحت اثر، میزان حساسیت محیط‌زیست متأثر و همچنین ارزش‌های خاص محیط‌زیستی منطقه نیز در تجزیه و تحلیل و ارزیابی ریسک منطقه در نظر گرفته می‌شود (Heller, 2006). لذا ارزیابی ریسک محیط‌زیستی به‌عنوان یک نیاز قانونی برای فعالیت‌هایی است که دارای پتانسیل تخریب بر سلامت انسان و یا محیط‌زیست می‌باشند (Olsen, 2001). تصمیم‌گیری‌های چندشاخصه (MADM) یک چارچوب مفهومی و راهکاری برای برآورد و انتخاب سیستم‌های کنترل منابع آبی و خشکی (LWRMS) می‌باشند. روش TOPSIS یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری است. با استفاده از این روش می‌توان تصمیم‌گیری‌ها را علمی‌تر ساخته و فرآیند تصمیم‌گیری، در بستری از داده‌ها و خروجی‌های منطقی‌تر قرار گیرد. فرآیند تحلیل شبکه‌ای، که توسعه‌یافته فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی است را برای به دست آوردن مجموعه‌ای از وزن‌های مناسب برای معیارها، معرفی می‌کند (قدسی پور، ۱۳۸۴). بسیاری از مفاهیم، متغیرها و سیستم‌ها نادقیق و مبهم هستند و در اکثر موارد استدلال، استنتاج، کنترل و تصمیم‌گیری در شرایط عدم اطمینان انجام می‌شود، از این رو نظریه فازی برای اقدام در شرایط عدم اطمینان ارائه‌شده است. با استفاده از علم مدیریت فازی، روش‌های علم مدیریت در محیط فازی به کار گرفته می‌شوند. علم مدیریت فازی می‌تواند مدل‌هایی را

یک هدف تحقیق استفاده می‌کند. نتایج این تحقیق به دست آوردن مهارت و تخصص ۰,۰۴۱۶۴۱ و برای محاسبه مدیریت ریسک ۰,۸۷۴۱۰۹۴۸ می‌باشد.

جوزی و همکاران در سال ۲۰۱۴، در مقاله‌ی ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد گتوند علیا در مرحله‌ی بهره‌برداری با استفاده از روش تلفیقی آنالیز مقدماتی خطر و فن (EFMEA) پس از شناسایی فعالیت‌های سد در فاز بهره‌برداری به‌منظور شناسایی عوامل ریسک از روش آنالیز مقدماتی خطر موسوم به AHP استفاده کردند و ریسک‌های محیط‌زیستی به‌دست‌آمده در قالب ۵ دسته‌ی ریسک‌های فیزیکی - شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی، ریسک‌های ایمنی - بهداشتی و طبیعی طبقه‌بندی شد. در این مرحله پس از شناسایی ریسک‌ها، عوامل مولد ریسک به کمک روش EFMEA ارزیابی شده و در انتها اولویت‌بندی بین ریسک‌ها صورت گرفت.

به‌طور کلی ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی متولیان پروژه را قادر می‌سازد که تصمیماتی اثربخش در راستای مدیریت ریسک‌ها و آلاینده‌ها در کلیه مراحل پروژه اتخاذ نمایند. هدف از مطالعه ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش در استان زنجان، شناسایی، اولویت‌بندی و ارزیابی ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از آن است. استفاده از تلفیق روش‌های FTOPSIS و FANP به‌منظور ارزیابی، اولویت‌بندی و شناخت عوامل ریسک محیط‌زیستی سد مورد مطالعه انتخاب گردید.

ساختمان سد مراش بر روی رودخانه حلب در نزدیکی روستای مراش واقع در ۱۲۵ کیلومتری زنجان و ۱۸۰۰ متری شهر دندی با مختصات جغرافیایی ۳۳، ۳۵ و ۴۷ طول شرقی و ۵۷، ۳۲ و ۳۶ عرض شمالی قرار دارد. نزدیک‌ترین مراکز جمعیتی به محور سد مراش، خائینیک، زمائین، قره دره، سونتو، ایالو، نصیرآباد، مغالو و بخش دندی می‌باشد و نزدیک‌ترین آبادی به ساختمان سد، روستای مراش و روستای کپز است. رودخانه حلب از کوه‌های غرب شهر دندی در محدوده شمال غربی استان زنجان سرچشمه می‌گیرد و پس از گذر از شمال غربی زنجان وارد استان آذربایجان غربی می‌گردد. سرشاخه‌های رودخانه حلب از سه رودخانه به نام‌های حلب چای، کاکا و اله لو چای تشکیل شده

ارائه گردید در صورت تهیه این مدل به‌صورت نرم‌افزار می‌توان از پیچیدگی‌های روش اجتناب نموده و آن را توسط یک کارشناس معمولی در پروژه‌های بزرگ (سدها) اجرا نمود.

جوزی و همکاران، در سال ۱۳۹۲ در مقاله‌ای به ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد گاوی ایلام با استفاده از روش TOPSIS پرداختند و مهم‌ترین ریسک‌های سد گاوی قطع ارتباط زیستگاه با وزن ۰,۳۰۰۲، آلودگی آب با وزن ۰,۲۹۵ و تأثیر بر آبریزان با وزن ۰,۲۹۳ به‌عنوان رتبه‌های اول تا سوم معرفی شدند.

Nilsen Karakasoglu و Irfan Ertugral در سال ۲۰۱۵ مقایسه‌ای بین روش‌های AHP فازی و TOPSIS فازی جهت سهولت مکان‌سنجی سدها به انجام رسانده‌اند. در این مقاله چنین اشاره شده که توجه به نظرات فردی در قالب اظهار نظرات خبرگی به‌عنوان مشکل اصلی تصمیم‌گیری چند شاخصه مطرح است. به‌منظور فائق آمدن بر این مشکل، متد تصمیم‌گیری چند معیاره فازی پیشنهاد شد. در این مطالعات پس از تعیین معیارهای مؤثر بر سهولت تصمیم‌گیری روش AHP فازی و TOPSIS فازی جهت رفع مشکل به‌کار برده شده به‌عنوان بهترین روش معرفی و به تفاوت‌ها و شباهت‌های این دو روش اشاره گردیده است (Ertugral, & Karakasoglu, 2008).

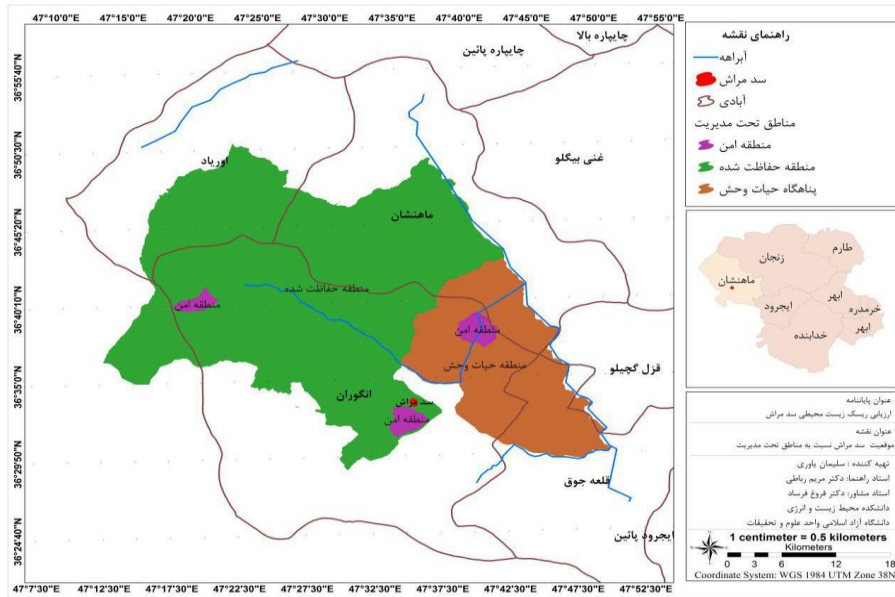
Chen و Tsao در سال ۲۰۰۸ در خصوص روش بازه ارزش‌گذاری TOPSIS فازی و تجزیه و تحلیل تجربی مقاله‌ای منتشر نمودند و هدف از این فعالیت گسترش روش TOPSIS بر مبنای مجموعه بازی فازی جهت تجزیه و تحلیل تصمیم بیان شده است.

Yudatama و در سال ۲۰۱۶ Sarno، ارزیابی شاخص بلوغ و مدیریت ریسک برای مدیریت آن با استفاده از Fuzzy AHP و TOPSIS Fuzzy: مطالعه موردی بانک (XYZ). در این مطالعه با استفاده از مدل‌های منطقی فازی در تصمیم‌گیری سازنده ترجیحات سازمانی نظریه فازی کمک می‌کند تا در اندازه‌گیری مفهوم عدم قطعیت مربوط به انسان که ذهنی است. برای تعیین وزن معیارهای مشخص شده و TOPSIS فازی برای رتبه‌بندی جایگزین‌های انتخاب شده، دو برنامه کاربردی فازی یعنی Fuzzy AHP استفاده می‌شود. این مطالعه از مطالعه موردی بانک (XYZ) به‌عنوان

که در نزدیکی روستای مراش به هم می پیوندند. خسارت مخزن سد که شامل سکونت گاه ها، تغییر کاربری زمین، تغییر مسیر جاده ها و تخریب ابنیه و تأسیسات خواهد بود که با اجرای طرح قطع و غیرقابل استفاده می شود. جاده روستاهای بالادست سد شامل روستاهای مزرعه، کوسج

پایین و کوسج بالا داخل مخزن سد قرار می گیرد که جاده جایگزین به این روستاها در حال احداث است. در طرح سد مراش روستای مراش، در مخزن سد قرار گرفته و می بایست تخلیه و جابجا گردد. تصویر (۱) نشانگر موقعیت جغرافیایی سد می باشد.

تصویر (۱): موقعیت سد مراش در منطقه حفاظت شده انگوران و استان زنجان



مواد و روش ها

روش دلفی استفاده گردید. پس از جمع آوری پرسش نامه ها که در جدول (۱) آمده است، پیامدهای محیط زیستی ناشی از سد مراش مشخص شد. به منظور تعیین نمره احتمال ریسک های محیط زیستی تهدیدکننده، ساختار تصمیم گیری تحلیل شبکه ای ریسک ها تعیین شد. اولویت بندی ریسک ها با استفاده از FANP و به کمک نرم افزار Super Decisions و مدل (فازی تاپسیسی) FTOPSIS با استفاده از نرم افزار Fuzzy Topsis Solver نهایی گردید.

مطالعه حاضر از دو بخش کلی شامل شناخت وضع موجود محیط زیستی منطقه و پارامترهای مؤثر بر معیارهای محیط زیستی است که با توجه به ویژگی های محیطی، شناخت محیط زیست منطقه و تحلیل داده های مکانی با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی در نرم افزار ARCGIS انجام می گیرد و با در نظر گرفتن ویژگی های سد و محیط زیست تحت تأثیر آن جهت اولویت بندی عوامل ریسک های محیط زیستی ناشی از پروژه، ارزش گذاری از

جدول (۱): مراحل انجام روش دلفی

درصد	تخصص	پرسشنامه های جمع آوری شده	پرسشنامه های توزیع شده	
۰,۹۱	کارشناسان محیط زیست، کارشناسان عمرانی سد، اساتید و فارغ التحصیلان رشته محیط زیست در مقطع دکتری	۳۲	۳۵	دور اول
۰,۸۴	کارشناسان محیط زیست، کارشناسان عمرانی سد	۲۱	۲۵	دور دوم
۰,۹۰	کارشناسان محیط زیست، کارشناسان عمرانی سد	۱۸	۲۰	دور سوم

ریسک‌های ناشی از عوامل غربال شده و فعالیت‌های مربوط به آن‌ها با استفاده روش FANP و با استفاده از نرم‌افزار super decision تجزیه و تحلیل ریسک‌ها وزن نهایی بدست آمد.

با در نظر گرفتن ویژگی‌های سد و تأثیر محیط‌زیستی آن و اولویت‌بندی عوامل ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از پروژه از روش FTOPSIS، استفاده گردید. در این روش m گزینه به وسیله n شاخص، مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. اساس این فن بر این مفهوم استوار است که گزینه انتخابی باید دارای کمترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل مثبت (بهترین حالت ممکن) و درعین حال دارای بیشترین فاصله از راه‌حل ایده‌آل منفی (بدترین حالت ممکن) داشته باشد (اصغر پور، ۱۳۸۷). با توجه به اینکه از روش فازی برای تعیین وزن معیارها استفاده شده است. نتایج به دست آمده از پرسشنامه به صورت طیف لیکرت^۱ اوزان معیارها محاسبه گردید. عبارات زبانی طیف لیکرت به مقادیر متناظر اعداد فازی مثلثی تبدیل گردید. با توجه به تعداد معیارها و گزینه‌های نهایی، ردیف و ستون ماتریس مشخص و در محیط نرم‌افزار Fuzzy Topsis Solver وارد گردید.

سپس با تعیین نوع معیارهای مثبت و منفی و با وارد کردن اعداد فازی مثلثی، ماتریس تصمیم‌گیری تکمیل گردید. پس از اتمام پردازش، فاصله از حد ایده‌آل (شاخص شباهت) هر گزینه محاسبه و وزن نهایی گزینه‌های منتخب به روش FTOPSIS بدست آمد.

سپس با استفاده از روش تاپسیس فازی، اولویت‌بندی عوامل ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از اجرای طرح انجام و در آخر با استفاده از تلفیق دو روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در تصویر (۲) مراحل انجام تحقیق به تفکیک نشان داده شده است.

در این روش‌ها نیز به دلیل آنکه ماتریس تصمیم‌گیری مفروض نمی‌باشد، بنابراین از قضاوت تصمیم‌گیرنده در مورد مقایسه اهمیت نسبی شاخص‌ها، در رابطه با یکدیگر استفاده شده است. معیارها و زیر معیارها با توجه به شدت و احتمال وقوع، با توجه به تعداد کارشناسان خبره و با استفاده از روش کوکران تعداد جامعه آماری به تعداد ۲۰ نفر مشخص گردید (مؤمنی، ۱۳۸۷).

بررسی پرسشنامه‌های تکمیل شده نشان می‌دهد ۱۹ مورد از گزینه مورد بررسی توسط کارشناسان مورد تأیید قرار گرفته و وزن دهی انجام گرفته است که به عنوان شاخص‌های نهایی ارزیابی ریسک در این پروژه شناسایی گردید. در این مرحله پس از تعیین عوامل ریسک و شناسایی شاخص‌های نهایی، تحلیل آماری اوزان گزینه‌ها در محیط نرم‌افزار SPSS انجام گردید.

$$(۱): \quad n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N} \left(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1 \right)}$$

N: حجم جامعه آماری

P: احتمال برخورداری از صفت مورد نظر

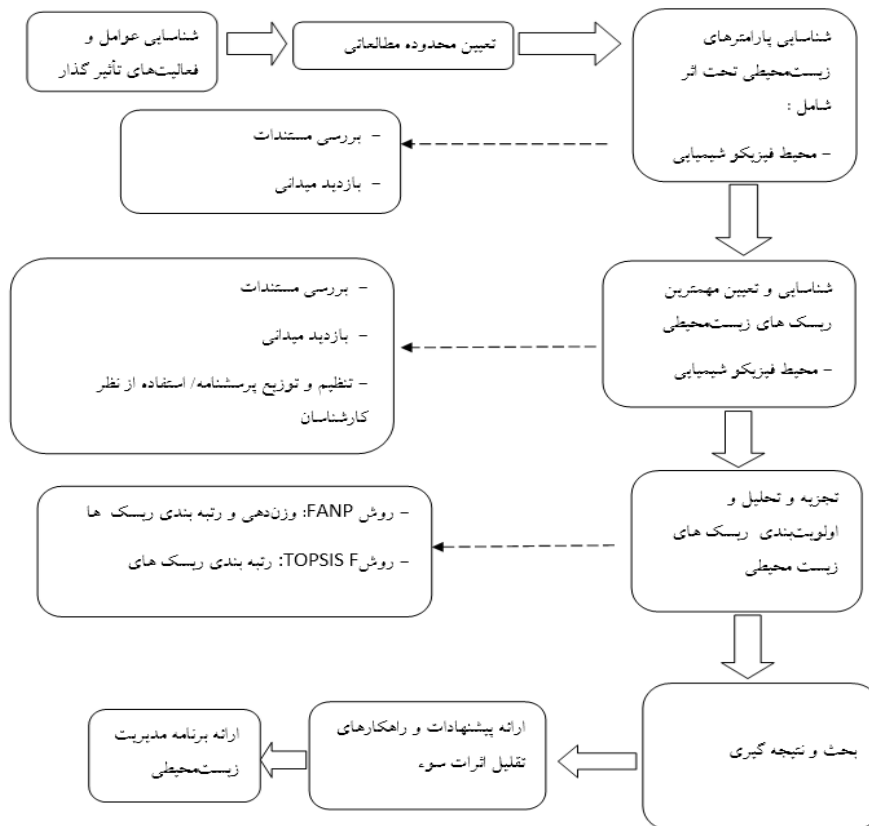
احتمال عدم برخورداری از صفت مورد نظر

D2: انحراف یا خطای مرد نظر

Z2: درجه یا ضریب اطمینان ۹۵ درصد

بدین صورت که ابتدا، به منظور تحلیل پرسشنامه‌های به دست آمده و ریسک‌های موجود در منطقه در قالب طیف لیکرت (خیلی کم ۱، کم ۳، متوسط ۵، زیاد ۷، خیلی زیاد ۹)، شناسایی و از گروه کارشناسی در تحقیق خواسته شد تا امتیازدهی کنند. جهت تلفیق نظرات و شناسایی نهایی عوامل ریسک از طریق نرم‌افزار SPSS، میانگین هندسی اهمیت عوامل ریسک محاسبه گردید و آن دسته از عوامل ریسک که نمره‌ای بالاتر از میانگین هندسی کل پاسخ‌ها به پرسشنامه داشته‌اند، نگه داشته شدند و تعدادی از عوامل ریسک که میانگین هندسی کمتر از میانگین کل داشته‌اند حذف شدند. پس از شناسایی عوامل ریسک‌ها، عمده‌ترین

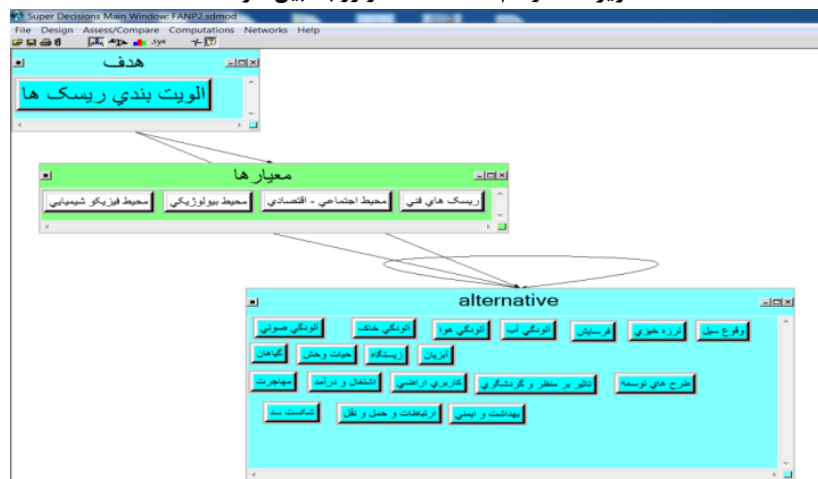
تصویر (۲): فرایند ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش



نتایج

پس از شناسایی عوامل ریسک‌های شاخص، برای انجام (cluster) با عناوین هدف، معیارها و گزینه‌ها تجزیه و تحلیل با نرم‌افزار سوپردسیژن ابتدا سه خوشه (alternative) ایجاد گردید تصویر (۳).

تصویر (۳): رسم CLUSTER و روابط بین خوشه‌ها



ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش با استفاده از روش تصمیم‌گیری چند شاخصه تلفیقی.....۷

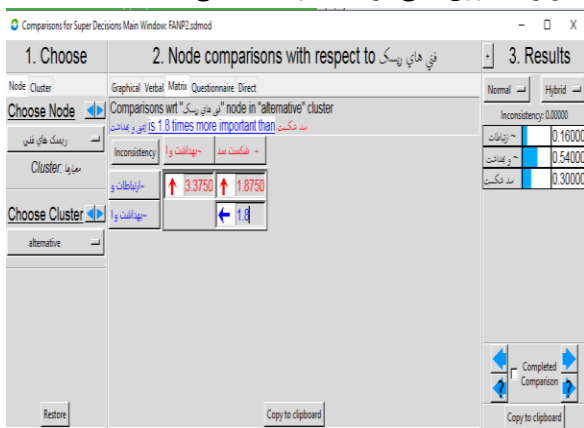
وزن دهی معیارهای محیط فیزیکی-شیمیایی-بیولوژیکی و اقتصادی-اجتماعی و محیط فنی در (تصاویر (۴)، (۵)، (۶)، (۷)) قابل مشاهده است. مقایسات زوجی وزن معیارها و گزینه‌ها در محیط‌های پذیرنده انجام و وزن نهایی گزینه‌ها اولویت‌بندی ریسک‌ها به روش FANP انجام شده است.

سپس برای هر کدام از خوشه‌ها گره‌هایی (nod) تشکیل داده و بین تمامی خوشه‌ها و گره‌ها ارتباط ایجاد گردید. با توجه به ماتریس مقایسات زوجی وزن معیارها و گزینه‌ها (وزن گزینه‌ها نسبت به تک‌تک معیارها) وارد گردید. در بالای این جدول نرخ ناسازگاری قابل مشاهده است که این مقدار باید کمتر از ۰/۱ باشد.

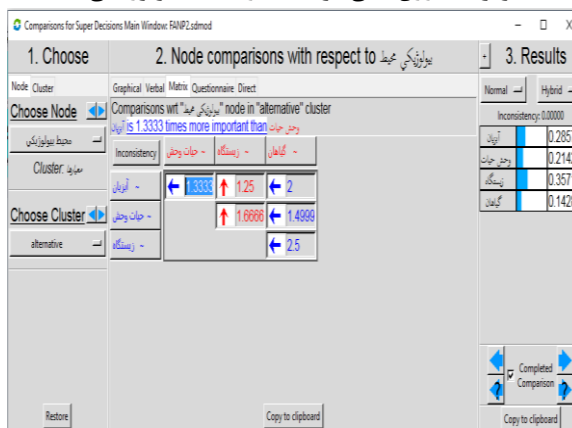
تصویر (۴): وزن دهی گزینه‌ها در محیط فیزیکی و شیمیایی



تصویر (۷): وزن دهی گزینه‌ها در محیط فنی

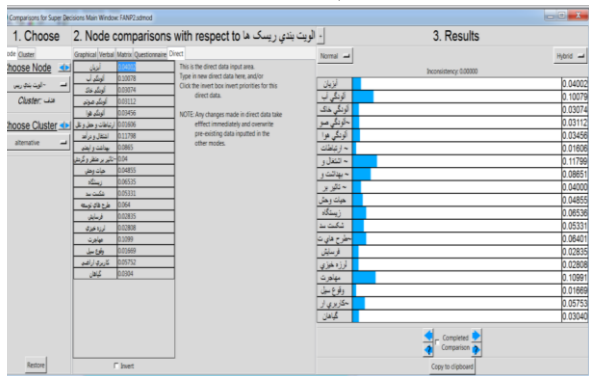


تصویر (۵): وزن دهی گزینه‌ها در محیط بیولوژیکی

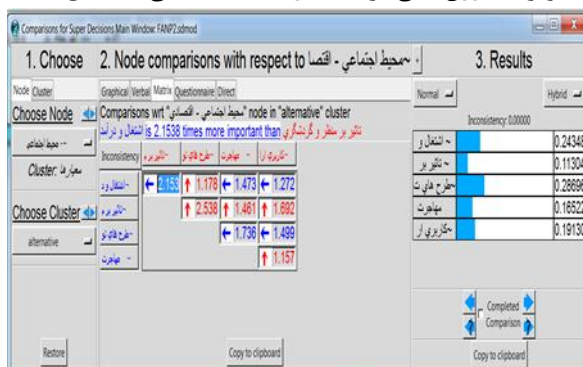


تصویر (۸): وزن نهایی اولویت‌بندی ریسک‌ها به روش

FANP



تصویر (۶): وزن دهی گزینه‌ها در محیط اجتماعی اقتصادی



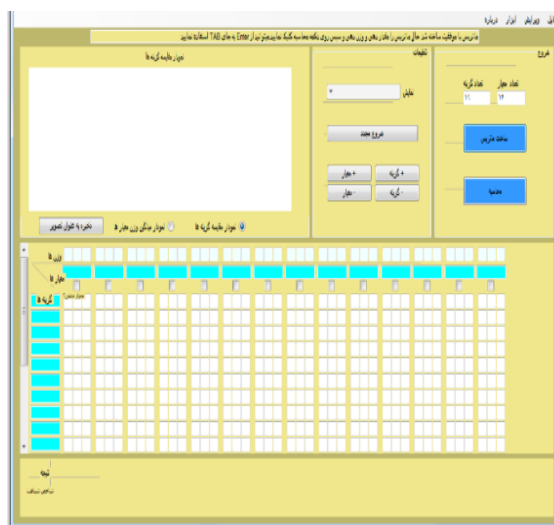
ردیف و ستون ماتریس مشخص و در محیط نرم افزار Fuzzy Topsis Solver وارد گردید (تصویر ۹).

سپس با تعیین نوع معیارهای مثبت و منفی و با وارد کردن اعداد فازی مثلثی، ماتریس تصمیم‌گیری تکمیل گردید (تصویر ۱۰).

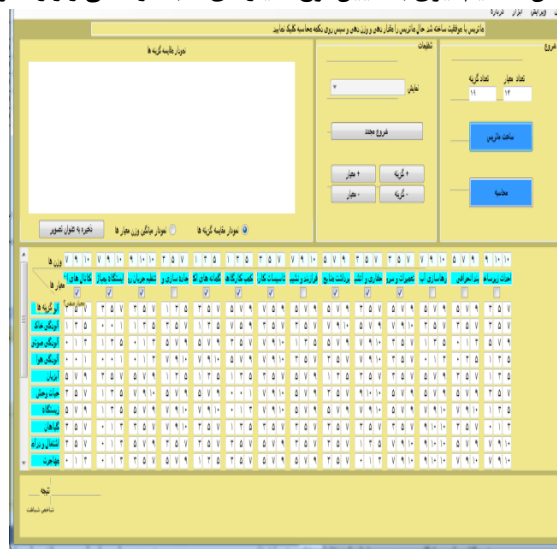
برای مشاهده وزن نهایی گزینه‌ها بر روی گزینه Synthesize کلیک کرده و در پنجره باز شده وزن نهایی گزینه‌ها قابل مشاهده است (تصویر ۸).

با توجه به اینکه در روش FTOPSIS از روش فازی برای تعیین وزن معیارها استفاده شده است. نتایج به دست آمده از پرسشنامه به صورت طیف لیکرت اوزان معیارها محاسبه گردید. عبارات زبانی طیف لیکرت به مقادیر متناظر اعداد (جدول ۲) با توجه به تعداد معیارها و گزینه‌های نهایی،

تصویر ۹: تشکیل ردیف و ستون ماتریس به تعداد معیارها و گزینه‌های نهایی



تصویر ۱۰: تکمیل ماتریس تصمیم‌گیری با تعیین نوع معیارهای مثبت و منفی و وارد کردن اعداد فازی مثلثی



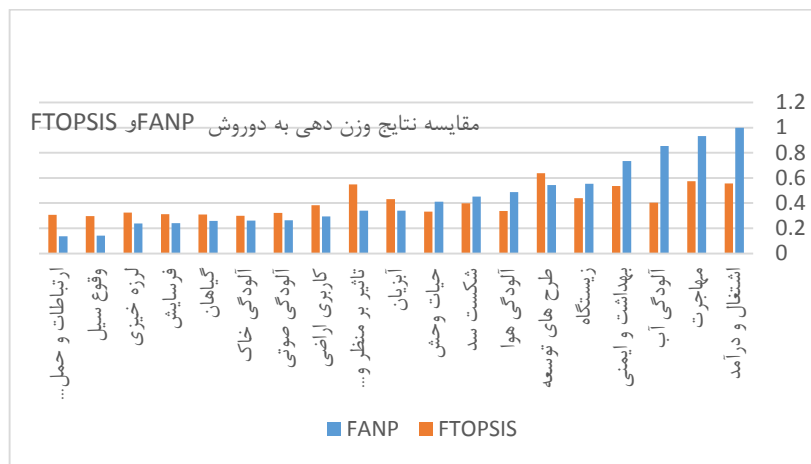
اولویت‌بندی شد. در نمودار (۳) اولویت‌بندی ریسک‌پذیری گزینه‌های منتخب در ارزیابی ریسک سد مراش به روش FTOPSIS نشان داده شده است.

جهت ارزیابی ریسک به روش FTOPSIS متغیرها معیارها در محیط‌های پذیرنده (فیزیکی و شیمیایی، فیزیکی، اقتصادی- اجتماعی و فنی) مقایسه و ریسک‌های شاخص

اولویت‌بندی صورت گرفته بیانگر مهم‌ترین ریسک‌های محیط‌زیستی اجرا و بهره‌برداری سد مراش است که به دو روش FANP و FTOPSIS انجام گرفت. در بین ۱۹ ریسک مورد بررسی ریسک‌های آلودگی آب، آلودگی خاک، آلودگی هوا، آلودگی صوتی، فرسایش، لرزه‌خیزی، وقوع سیل، بهداشت و ایمنی، زیستگاه، کاربری اراضی، تأثیر بر منظر و گردشگری، شکست سد، حیات وحش، تأثیر بر آبزیان و تأثیر بر گیاهان جزو ریسک‌های منفی بوده و ریسک دیگر شامل

اشتغال و درآمد، عدم مهاجرت، ارتباطات و حمل‌ونقل و طرح‌های توسعه جزو ریسک‌های مثبت می‌باشد. (تصویر ۱۱)) نتایج وزن دهی به دو روش FANP و FTOPSIS را نشان می‌دهد، همان‌طور که ملاحظه می‌شود وزن گزینه اشتغال و درآمد، مهاجرت، آلودگی آب، بهداشت و ایمنی، زیستگاه، آلودگی هوا، شکست سد و حیات وحش در روش FANP بیشتر از روش FTOPSIS است.

شکل (۱۱): نتایج وزن دهی به دو روش FANP و FTOPSIS



استفاده از روش‌های FANP و FTOPSIS به تجزیه و تحلیل ریسک‌های محیط‌زیستی حاصل از سد و رسیدن به اطلاعات و داده‌های معنی‌دار از ارزیابی ریسک در جهت کمک به اولویت‌بندی خطرات در نتیجه تخصیص منابع در جهت ارائه راهکارهایی برای این اولویت‌ها و کاهش ریسک‌های محیط‌زیستی شناسایی شده در جهت مقبولیت آن‌ها را با خود به همراه داشت.

مهم‌ترین کاربرد فن ANP مقایسه و تعیین اولویت شاخص‌های اصلی تصمیم‌گیری است (محمدفام، ۱۳۸۵)، در اولویت‌بندی ریسک‌های سد مراش، پس از تجزیه و تحلیل امتیازات داده شده به شاخص‌های نهایی ریسک و به منظور تعیین نمره احتمال ریسک‌های محیط‌زیستی تهدیدکننده، ساختار تصمیم‌گیری تحلیل شبکه‌ای ریسک‌ها تعیین شد. پس از وزن دهی نهایی اولویت‌بندی ریسک‌پذیری گزینه‌های شاخص تعیین گردید. با توجه به اینکه از روش فازی برای تعیین وزن معیارها استفاده شده است. نتایج به دست آمده از

از آنجائی که اشتغال و درآمد، عدم مهاجرت و طرح‌های توسعه هر سه گزینه اثرات مثبت بر محدوده طرح می‌باشند نشان می‌دهد در هر دو روش اجرا و بهره‌برداری سد مراش مثبت ارزیابی گردیده و قابل اجرا و بهره‌برداری است. از بین اثرات منفی پروژه تخریب زیستگاه و آلودگی آب از مهم‌ترین عوامل ریسک می‌باشد که نسبت به سایر گزینه‌های منفی در اولویت قرار گرفته است، بنابراین با ارائه راهکارهای مناسب جهت کاهش و کنترل اثرات منفی آن اقدام نمود.

نتیجه‌گیری پروژه‌های سدسازی ریسک بیشتری نسبت به پروژه‌های دیگر دارند زیرا این پروژه‌ها مستلزم مخارج زیاد و شرایط مکانی پیچیده هستند (نجمانی، ۱۳۳۹). بنابراین شناخت منابع ریسک و عدم اطمینان در پروژه سدسازی مراش و شناخت، بررسی و ارزیابی ریسک آن، جهت تعیین مهم‌ترین و اثرگذارترین آن‌ها در پروژه حائز اهمیت است.

جوزی و همکاران (۱۳۹۲)، ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد گاوی ایلام با استفاده از روش TOPSIS، مهم‌ترین ریسک‌های سد گاوی قطع ارتباط زیستگاه، آلودگی آب و تأثیر بر آبزیان، به‌عنوان رتبه‌های اول تا سوم معرفی شدند. جوزی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود نیز به بررسی و ارزیابی عوامل ریسک در زمان احداث سد با استفاده از دو روش TOPSIS و AHP پرداختند. نتایج نشان داد که عامل خاک‌برداری و خاک‌ریزی، انفجار، فعالیت تجهیزات و ماشین‌آلات به ترتیب به‌عنوان رتبه‌های اول تا سوم معرفی شد. همچنین در روش AHP، عامل خاک‌برداری و خاک‌ریزی با وزن نهایی اولویت اول را کسب کرد. برای رفع تعارض بین نتایج دو روش TOPSIS و AHP، با استفاده از روش‌های ادغام انجام شد و عوامل خاک‌برداری و خاک‌ریزی، انفجار، حفاری به ترتیب به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های محیط‌زیستی سد بالا رود، در فاز ساختمانی معرفی شد. در پژوهشی رضاییان و همکاران (۱۳۹۴)، ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد پاه رود زنجان در مرحله ساختمانی با استفاده از تلفیق روش‌های TOPSIS و RAM-D انجام دادند که در این مطالعه نتایج حاصل از اولویت‌بندی عوامل ریسک صورت گرفته که تأثیر بر منطقه حفاظت‌شده سرخ‌آباد، فرسایش و کار در ارتفاع، مهم‌ترین ریسک‌های سد پاه رود شناخته شدند.

با مقایسه نتایج این پژوهش و اولویت‌بندی ارائه‌شده، نقاط قوت حاصل از تلفیق این دو روش روشن شد. همچنین یکی از نتایج مهم این تحقیق اثبات برتری توان تشخیصی روش‌های تلفیقی نسبت به استفاده از تنها یک روش به‌منظور اولویت‌بندی ارزیابی ریسک محیط‌زیستی، بود.

با توجه به مقایسه‌های انجام‌شده، به‌کارگیری دو روش FTOPSIS.FANP استفاده‌شده در این پژوهش برای مطالعات و بررسی‌های سدها و همچنین سایر مطالعات محیط‌زیستی در اتخاذ تصمیمات و ارائه راهکار، بسیار راهگشا خواهد بود. در نتیجه عواملی که در اولویت‌های اول رتبه‌بندی جای دارند باید راهکار مناسب برای کاهش ریسک حاصل از آن‌ها را تدوین نمود.

پرسشنامه به‌صورت طیف لیکرت اوزان معیارها محاسبه گردید. برای ادامه‌ی کار ارزیابی با روش FTOPSIS، عبارات زبانی طیف لیکرت به مقادیر متناظر اعداد فازی مثلثی تبدیل گردید. با توجه به تعداد معیارها و گزینه‌های نهایی، با تعیین نوع معیارهای مثبت و منفی و با وارد کردن اعداد فازی مثلثی، ماتریس تصمیم‌گیری تکمیل گردید. پس از اتمام پردازش، فاصله از حد ایده‌آل (شاخص شباهت) هر گزینه محاسبه و وزن نهایی گزینه‌های منتخب به روش FTOPSIS بدست آمد. سپس با استفاده از روش تاپسیس فازی، اولویت‌بندی ریسک‌های محیط‌زیستی ناشی از اجرای طرح انجام و در آخر با استفاده از تلفیق دو روش مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. روش TOPSIS یکی از مطمئن‌ترین روش‌های علمی و مدیریتی تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری بوده و با استفاده از آن می‌توان تصمیم‌گیری‌ها را علمی‌تر ساخته و از آنجا که بسیاری از روش‌های بکار برده برای ارزیابی ریسک محیط‌زیست به‌صورت تلفیقی از چند روش انجام می‌شود، پس باید FTOPSIS را به‌سوی یک محیط حاصل از تلفیق چند روش، توسعه داد تا با محیط واقعی، تناسب بیشتری داشته باشد.

بنابراین در این پژوهش به‌منظور دستیابی به تصمیمات کاربردی‌تر از ترکیب دو روش FTOPSIS.FANP که نقاط ضعف هر یک با نقاط قوت دیگری جبران می‌شود، استفاده گردید. در روش‌های استفاده‌شده قضاوت‌های ذهنی تصمیم‌گیران در فرایند روش‌های به‌کاربرده شده در ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد مراش مورد استفاده قرار گرفت و با ترکیب دو روش ذکرشده، ضمن بهره‌گیری از مزایا و نقاط ضعف آن‌ها، اولویت‌بندی و ارزیابی ریسک، صورت پذیرفت. قاضی‌زاده و مسعودی (۱۳۹۳)، به ارائه یک مدل جدید در شناسایی رتبه‌بندی و ارزیابی عوامل مؤثر بر ریسک پروژه‌های بزرگ با استفاده از روش‌های FTOPSIS و FFANP پرداختند نتیجه بررسی نشان داد از میان ریسک‌های شناسایی‌شده ۱۶ ریسک به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها رتبه‌بندی و سپس چهار راهکار برای ارزیابی آن‌ها ارائه گردید در صورت تهیه این مدل به‌صورت نرم‌افزار می‌توان از پیچیدگی‌های روش اجتناب نموده و آن را توسط یک کارشناس معمولی در پروژه‌های بزرگ (سدها) اجرا نمود.

محیط‌زیستی سد مراش به روش‌های اتخاذ شده در جمع‌آوری و پردازش داده‌های تحت مطالعه، در بین معیارهای منتخب (محیط فیزیکی-شیمیایی، بیولوژیکی، اجتماعی و اقتصادی، ریسک فنی) اثرات به دو صورت اثرات مثبت و اثرات منفی قابل بررسی هستند که به‌طور کلی گزینه‌های مربوط محیط اقتصادی - اجتماعی در هر دو روش مورد ارزیابی دارای بیشترین اثرات بود. در نتایج تحلیل اولویت‌بندی ریسک‌های سد مراش از بین عوامل منفی ریسک‌ها، گزینه‌های تخریب زیستگاه، آلودگی آب و تأثیر بر آبیان نسبت به سایر ریسک‌های منفی در اولویت قرار داشتند. اثرات منفی پروژه را می‌توان به‌صورت زیر نتیجه‌گیری نمود:

با توجه به مغروق شدن بخش‌هایی از جاده دسترسی و همچنین خطوط انتقال آب و نیرو ضرورت جابجایی و تغییر مسیر آن‌ها به ترازهای ارتفاعی بالاتر در دامنه‌های مشرف به رودخانه در صورت عدم توجه به ملاحظات زیست‌محیطی، تخریب و انهدام بخش‌هایی از پوشش گیاهی این نواحی محتمل بوده که در نهایت تأثیر آن بستگی به شکل تغییر در سیمای طبیعی منطقه نمود پیدا کرد.

رویدادهای بیوفیزیکی از جمله زیستگاه آبی و خشکی و آلودگی آب که تحت تأثیر رسوب‌گذاری و سیل می‌تواند صورت بگیرد، از سطح ریسک بالاتری نسبت به سایر رویدادهای تحت بررسی برخوردار بوده، لیکن خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود. باین وجود می‌بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمود.

در منطقه‌ی مورد مطالعه، عمده عامل مولد ریسک، تأمین قرضه، خاک‌برداری و خاک‌ریزی زمینه را برای تخریب زیستگاه‌های آبی و آبیان و همچنین آلودگی هوا فراهم نموده و با احداث سد، قسمتی از کف رودخانه انحراف در نتیجه به دلیل حساسیت محیط بیولوژیکی آلودگی آب، آبیان و حیات وحش به‌عنوان متأثرترین متغیرها معرفی شده که در تمامی فعالیت‌ها متأثر بوده و این خود می‌تواند مولد و منشأ ریسک‌های دیگر نیز شود. از طرفی مهاجرت مردم به خارج از منطقه به دلیل جابجایی روستای مراش اثرات سو داشته و البته عده‌ای جهت دریافت شغل به منطقه وارد خواهند شد. درآمد مردم از چندین زاویه افزایش خواهد

در مطالعات آینده می‌توان با استفاده از تلفیق روش‌های مطرح شده، پروژه‌های محیط‌زیستی را اولویت‌بندی و نتایج را با یکدیگر مقایسه کرد و می‌توان به مقایسه‌ها و در نتیجه، نتایج قابل اطمینان‌تر در ارائه راهکارهای مناسب دست یافت.

نظر به وضعیت موجود محیط‌زیست منطقه و ریز فعالیت‌های انجام گرفته بر روی معیارهای منتخب در طرح، اولویت‌بندی اثرات و ریسک‌ها شناسایی گردیده که متناسب با هر یک از عوامل مؤثر بر عناصر محیط‌زیست ضوابط و پیشنهادهای کاهش اثرات ارائه می‌گردد که ضرورت دارد این ضوابط به‌عنوان یک سند تعهدآور برای اجرای ملاحظات محیط‌زیستی و الزام‌آور برای کاهش اثرات سو رعایت گردد و مسئولین ذی‌ربط برای اجرای آن توسط متولی امر، پایش و کنترل برنامه‌ریزی شده را انجام دهند به‌طوری‌که راه‌های مقابله با ریسک‌ها و فرصت‌های مناسب را قبل از آنکه به وقوع بپیوندند، انجام دهند. چنین اقداماتی عبارت از حذف، کاهش یا کنترل اثرات نامطلوب زیست‌محیطی پروژه بوده و شامل جبران خسارات ناشی از پیامدهای زیست‌محیطی است که می‌تواند از طریق جابجایی، تجدید، احیاء مجدد و جبران خسارت از طریق روش‌های پایش، امکان‌پذیر باشد. این اقدامات می‌تواند از طریق عملیات مهندسی یا امور مدیریتی انجام پذیرد. هرچند خوشبختانه سطوح ریسک در حد بحرانی برآورد نمی‌شود. باین وجود می‌بایست نسبت به کاهش ریسک اقدام نمود.

برنامه مدیریت ریسک‌های محیط‌زیستی سد مراش:

شناسایی ریسک‌های تهدیدکننده سد مورد مطالعه، در مجموع در ۴ محیط فیزیکی و شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی-اجتماعی و فنی نشان می‌دهد مهم‌ترین خسارت مخزن سد شامل ۱۹ شاخص بوده که سکونت‌گاه‌ها، تغییر کاربری زمین، تغییر مسیر جاده‌ها و تخریب ابنیه از جمله روستای مراش بیشترین تأثیر را خواهند دید. طرح مذکور، غیرقابل استفاده می‌شود. جاده روستاهای بالادست سد شامل روستاهای مزرعه، کوسج پایین و کوسج بالا داخل مخزن سد قرار می‌گیرد که جاده جایگزین به این روستاها در حال احداث است و این امر اثرات سو سد را افزایش می‌دهد. با توجه به نتایج به‌دست آمده از ارزیابی ریسک

۴. جوزی، ع. کلاهی، م. ۱۳۹۲. ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد گاوی ایلام با استفاده از روش TOPSIS. یازدهمین همایش ملی ارزیابی اثرات محیط‌زیستی، تهران، انجمن ارزیابی محیط‌زیست ایران، سازمان حفاظت محیط‌زیست.

۵. جوزی، س، ع. سیف السادات، س، ح. ۱۳۹۳. ارزیابی ریسک محیط‌زیستی سد گتوند علیا در استان خوزستان در مرحله بهره‌برداری با استفاده از روش تلفیقی آنالیز مقدماتی خطر (AHP) و فن EFMEA. مجله محیط‌شناسی: بهار ۱۳۹۳، دوره ۴۰، شماره ۱ (پیاپی ۶۹): از صفحه ۱۰۷ تا صفحه ۱۲۰.

۶. درویشی، س، ملامسی، س، نظری دوست، ع. ۱۳۹۲. ارزیابی ریسک محیط‌زیستی فاز ساخت سد خوزستان صیدون با استفاده از تصمیم چند معیاره، برنامه‌ریزی کنفرانس و مدیریت محیط‌زیستی.

۷. شفیعی، ح، پور کاظم، س، لشت نشانی، پ، م. ۱۳۹۵. ارزیابی ریسک پروژه‌های ساخت سد با استفاده از TOPSIS فازی (مطالعه موردی: سد علویان). مجله مهندسی عمران. جلد ۲، شماره ۴.

۸. قدسی پور، س. ح. ۱۳۳۰. فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP). چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر.

۹. قاضی‌زاده، ع. مسعودی، س. ۱۳۹۳. یک مدل جدید برای شناسایی رتبه‌بندی و ارزیابی عوامل مؤثر در پروژه‌های بزرگ با استفاده از FOTPSIS و FANP. DEMATEL. اولین کنفرانس ملی تحقیقات مهندسی صنایع.

۱۰. محمدفام، ایرج. ۱۳۸۵. مهندسی ایمنی، انتشارات فن‌آوران.

۱۱. مؤمنی، م. ۱۳۳۷. تحلیل‌های آماری با استفاده از SPSS. چاپ دوم، انتشارات کتاب نو.

۱۲. نجمایی، م. ۱۳۳۹. سد و محیط‌زیست، وزارت نیرو و کمیته ملی سدهای بار.

۱۳. نیکبخت، م، شاه‌مقصودی حیدری، ز. ۱۳۸۹. ارزیابی اثرات محیط‌زیستی سد سردرد در استان خوزستان. مجله علوم محیطی.

14-Heller, S. 2006. [Managing industrial risk- Having a tested and proven system to prevent and assess risk], Journal of Hazardous Materials, Volume 130, Issues 1-2, 17, Pages 58-63.

15-Chen, T.Y.& Tsao, C.Y. 2008. The interval-valued fuzzy TOPSIS method and experimental analysis. Fuzzy Sets and Systems, 159, (11): 1410-1428.

16-Ertuğrul, I.& Karakaşoğlu, N. 2008. Comparison of fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methods for facility location selection, The International Journal of Advanced Manufacturing Technology 39 (7-8): 783-795.

17-Matalucci Rudolph, V. 2002. [Risk Assessment Methodology for Dams (RAM-D)], Proseeding of thanagement, 23-28, San Juan, Puetto Rico, USA.

یافت به طوری که ایجاد زیرساخت گردشگری در منطقه، کشاورزی، خریدوفروش، مایحتاج کشاورزی و زندگی مردم، صید ماهی، تعمیرات و تشکیلات موردنیاز موجب افزایش درآمد و همچنین حقوق‌های ماهیانه کارکنان شبکه و یا خدمات خواهد شد.

- در محدوده معدن سرب و روی انگوران به‌طور مستمر سد باطله پایش انجام گیرد و خروجی آن با استانداردهای آب ورودی به رودخانه‌های آزاد همخوانی داشته باشد.

- تابلو راهنما در محل برگشت ماهی برای تخم‌ریزی (کالورت احداثی مخصوص برگشت ماهی از پایین‌دست سد به مخزن) و علائم و هشداردهنده با توجه به اهداف احداث سد (تأمین آب شرب شهر دندی)، باید متناسب بااهمیت و درجه ریسک نصب شود.

- باید حتی‌الامکان از راه‌های موجود استفاده شود و در صورت نیاز به احداث راه دسترسی، جاده‌ها و راه‌ها باید به‌گونه‌ای طراحی، مکان‌یابی و احداث شوند که اثرات زیست‌محیطی به حداقل برسد.

- تعیین حق‌آبه رودخانه حلب چای تا مصب رودخانه قزل‌اوزن.

- شناسایی قابلیت آبخیزداری سه رودخانه کاکه، الله لو چای و حلب چای برای کاهش اثرات سیل و رسوبات بر عمر سد.

- برنامه‌ریزی فعالیت‌ها باید به‌گونه‌ای انجام شود که تا حد امکان از مناطق و زیستگاه‌های آسیب‌پذیر دوری شود.

- برداشت مصالح نباید در بالادست سد به‌ویژه در زمان تخم‌ریزی ماهی‌ها انجام نگیرد.

- احداث روستای جدید مراش بایستی با مکان‌یابی و با در نظر گرفتن ملاحظات محیط‌زیستی و فرهنگی انجام گرفته و جاده دسترسی و سایر ارتباطات لازم باید موردتوجه قرار گیرد.

مراجع:

۱. آذر، ع، فرجی، ح. ۱۳۸۶. علم مدیریت فازی، چاپ اول، انتشارات مهربان. تهران.

۲. اصغر پور، م. ح. ۱۳۸۷. تصمیم‌گیری چندمعیاره. چاپ پنجم. انتشارات دانشگاه تهران. ایران.

۳. اله یاری، ت. ۲۰۰۵. تجزیه و تحلیل ریسک و ارزیابی خطر در فرایندهای صنعتی، انتشارات فن‌آوران. تهران.

20-Uky Yudatama, Riyanarto Sarno, Evaluation maturity index and risk management for it governance using Fuzzy AHP and Fuzzy TOPSIS (case Study Bank XYZ) IEEE, International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA), 20-21 May 2015.

18-Olsen S.I. 2001. Life cycle impact assessment and risk assessment of chemical-A Methodological Impact Assessment. Environmental Impact Assessment Review, 21 (4): 385-404.

19-Shih, H.S. Shyur, H.J. & Stanley Lee, E. 2006. An extension of TOPSIS for group decision making. An International Journal Mathematical and Computer Modeling, 45: 801-813.