

Journal of Water and Wastewater, Vol. 33, No. 2, pp: 132-152

Risk Identification and Prioritization in Public-Private Partnership Water Transfer Projects (Case Study: Water Transfer Project to Safadasht Lands)

Y. Goldust¹, S. Sadeghi Darvazeh², M. Salehdoost³, A. Zavareh Hesari³

1. Assist. Prof., Dept. of Architecture, Faculty of Art and Architecture, University of Mazandaran, Babolsar, Iran
(Corresponding Author) y.goldust@umz.ac.ir
2. MSc. in Industrial Management, Faculty of Management, University of Tehran, Tehran, Iran
3. MSc. in Project Management, Nooretouba Higher Education Institute, Tehran, Iran

(Received Sep. 14, 2021 Accepted March 7, 2022)

To cite this article:

Goldust, Y., Sadeghi Darvazeh, S., Salehdoost, M., Zavareh Hesari, A. 2022. "Risk identification and prioritization in public-private partnership water transfer projects (case study: water transfer project to Safadasht lands)" Journal of Water and Wastewater, 33(2), 132-152. Doi: 10.22093/wwj.2021.304584.3178. (In Persian)

Abstract

In the face of growing water demand and insufficient public budgets in developing countries, public-private partnerships play an important role in infrastructure development, such as water supply and transmission. However, carrying out such projects always carries with it many and varied risks that threaten the success of such projects. Due to the research gap on risk identification and assessment in the context of public-private partnership water transfer projects, the purpose of the present research is to identify and prioritize the risks in Safadasht public-private partnership water transfer project. The first phase of the present research identifies the risks of public-private partnership projects. At this stage of the research, through the brainstorming method, an attempt was made to identify the risks related to the project under study. In the second stage, three research criteria including "probability of occurrence", "cost effect" and "time effect" were weighed using the best-worst method. The third stage, which was the final stage of the research, was dedicated to prioritizing the risks identified in the first stage using the simple additive weighting technique. Based on the analyzes performed, respectively, changes in legal conditions and standards by the government, sudden changes in bank interest rates, severe climate change, damage to the investor's manpower and improper performance of the investor project factors were identified as the most important risks. Finally, while pointing out the limitations of the research, some suggestions for future studies were presented.

Keywords: Risk, Public-Private Partnership, Best-Worst Method, Simple Additive Weighting, Water Transfer Project.



مجله آب و فاضلاب، دوره ۳۳، شماره ۲، صفحه: ۱۵۲-۱۳۲

شناسایی و اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب (مطالعه موردی: پروژه انتقال آب به اراضی صفادشت)

یاسر گلدوست^۱، سعید صادقی دروازه^۲، مجتبی صالح‌دوست^۳، علی زواره حصری^۳

۱- استادیار، گروه معماری، دانشکده هنر و معماری،

دانشگاه مازندران، بابل‌سر، ایران

(نویسنده مسئول) y.goldust@umz.ac.ir

۲- کارشناس ارشد مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت،

دانشگاه تهران، تهران، ایران

۳- کارشناس ارشد مدیریت پروژه، موسسه آموزش عالی نور طویی، تهران، ایران

پذیرش ۱۴۰۰/۱۲/۱۶

(دریافت ۱۴۰۰/۶/۲۳)

برای ارجاع به این مقاله به صورت زیر اقدام فرمایید:

گلدوست، ی.، صادقی دروازه، س.، صالح‌دوست، م.، زواره حصری، ع.، ۱۴۰۱، "شناسایی و اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب (مطالعه موردی: پروژه انتقال آب به اراضی صفادشت)" مجله آب و فاضلاب، ۳۳(۲)، ۱۵۲-۱۳۲. Doi: 10.22093/wwj.2021.304584.3178

چکیده

در شرایط تقاضای فزاینده آب و بودجه عمومی ناکافی دولت‌ها در کشورهای در حال توسعه، مشارکت‌های عمومی - خصوصی، نقش مهمی در توسعه زیرساخت‌ها مانند تأمین و انتقال آب دارند. با این حال، انجام چنین پروژه‌هایی همواره با ریسک‌های متعدد و متنوعی همراه است که موفقیت پروژه‌های بیان شده را تهدید می‌کنند. با توجه به شکاف پژوهشی پیرامون شناسایی و ارزیابی ریسک در بستر پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب، هدف از این پژوهش، شناسایی و رتبه‌بندی ریسک در یک پروژه مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب به اراضی صفادشت بود. مرحله اول پژوهش به شناسایی ریسک‌های پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی پرداخت. در این مرحله از پژوهش با برگزاری جلسات طوفان فکری، سعی شد ریسک‌های مرتبط با پروژه بررسی شده شناسایی شوند. در مرحله دوم، اقدام به وزن‌دهی به سه معیار پژوهش اعم از "احتمال وقوع"، "اثر هزینه‌ای" و "اثر زمانی" با استفاده از تکنیک بهترین - بدترین شد. مرحله سوم نیز که مرحله نهایی پژوهش بود به اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده در مرحله اول و با استفاده از تکنیک مجموع ساده وزنی اختصاص یافت. بر پایه تحلیل‌های انجام شده به ترتیب، تغییر شرایط قانونی و استانداردها از سوی دولت، تغییر ناگهانی نرخ بهره بانکی، تغییرات شدید جوی، آسیب‌دیدگی نیروی انسانی سرمایه‌گذار و عملکرد نامناسب عوامل پروژه سرمایه‌گذار، به عنوان مهم‌ترین ریسک‌ها شناخته شدند. در پایان، ضمن اشاره به محدودیت‌های پژوهش، پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آینده ارائه شد.

واژه‌های کلیدی: ریسک، مشارکت عمومی - خصوصی، تکنیک بهترین - بدترین، تکنیک مجموع ساده وزنی، پروژه انتقال آب



۱- مقدمه

تأمین مالی و سرمایه‌گذاری از جمله مشارکت با بخش خصوصی استفاده کنند (Nozari Poor et al., 2017).

از دهه ۱۹۹۰ تاکنون، با توجه به نیاز به سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های آب و محدودیت‌های منابع مالی عمومی، بهره‌گیری از مکانیسم‌های مختلف تأمین مالی بخش خصوصی، از جمله استفاده از مشارکت‌های عمومی-خصوصی^۱ در صنعت آب، رشد چشمگیری یافته است (Cunha Marques and Berg, 2011).

این موضوع نه تنها یک راه‌حل، بلکه تبدیل به ضرورتی انکارناپذیر شده است تا بتوان از ظرفیت‌های اقتصادی، مدیریتی و اجرایی بخش خصوصی کشور استفاده کرد. این نوع از مشارکت‌ها معمولاً با بازدهی قابل توجهی همراه بوده و به همین دلیل مورد توجه بخش خصوصی قرار گرفته است (Eskandari et al., 2021).

علی‌رغم توجه روزافزون به پروژه‌های سرمایه‌گذاری در صنعت آب با رویکرد مشارکت عمومی-خصوصی، اما این پروژه‌ها همواره در معرض ریسک‌های متعدد و متنوعی قرار دارند که موفقیت سرمایه‌گذاری‌های بیان شده را به چالش می‌کشاند. در این راستا شناخت و اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های یاد شده گام اول برای اتخاذ پاسخ مؤثر و مدیریت مناسب آنها است (Sohrabinejad and Rahimi, 2015).

با توجه به پژوهش‌های محدود پیرامون شناسایی و اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی-خصوصی انتقال آب ایران، این پژوهش تلاش دارد تا با رویکرد مطالعه موردی و بهره‌گیری از روش طوفان فکری به فهرستی از ریسک‌های پروژه‌های بیان شده دست یابد و سپس با بهره‌گیری از تکنیک‌های تلفیقی تصمیم‌گیری چندمعیاره، ریسک‌های استخراج شده از مرحله شناسایی ریسک را رتبه‌بندی کند.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در دهه‌های اخیر به سبب رشد روزافزون جمعیت و توسعه اقتصادی کشورهای مختلف، نیاز فراوانی به توسعه پروژه‌های زیرساختی احساس شده است (Hodge et al., 2010) و این در حالی است که بودجه‌های عمومی برای توسعه چنین پروژه‌هایی، بسیار محدود است (Rezaeenour et al., 2018). به این دلیل، همواره دولت‌ها تلاش می‌کنند تا با بهره‌گیری از شیوه‌های مختلف تأمین مالی از

ایجاد زیرساخت‌های باکیفیت، پیش‌شرط توسعه اقتصادی است (Sadeghi et al., 2016). پروژه‌های زیرساخت از جمله تأمین، توزیع آب و جمع‌آوری و تصفیه بهداشتی فاضلاب در زمره پروژه‌های مهم و اساسی هر کشوری به‌شمار می‌روند. تأمین آب شرب و بهداشتی مناطق جمعیتی شهری و روستایی کشور، آب موردنیاز بخش‌های صنعت و کشاورزی، جمع‌آوری و تصفیه بهداشتی فاضلاب، حفظ محیط‌زیست، ارتقای بهداشت، استفاده مجدد از آب و بازچرخانی آب تبدیل به فاضلاب شده در کنار سایر آثار غیرمستقیم، از عمده پیامدهای مستقیم ایجاد و توسعه طرح‌های بخش آب و فاضلاب به‌شمار می‌روند (Rezaeenour et al., 2018) که در این میان، به دلیل رشد زیاد جمعیت، افزایش تقاضای آب، تغییرات اقلیمی و کاهش ذخایر زیرزمینی، پروژه‌های انتقال آب بین حوزه‌ای علی‌رغم برخی تبعات منفی (Sadeghi et al., 2016) به‌عنوان یک راه‌حل اضطراری با هدف جبران کسری آب، مورد توجه قرار گرفته است (Kahinda et al., 2007, Roozbahani et al., 2020, Amiri et al., 2021).

پروژه‌های انتقال آب مانند غالب پروژه‌های زیرساختی، بسیار پرهزینه هستند (Mishra, 2018). همواره شکاف قابل توجهی میان نیازهای بخش زیرساخت و میزان سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها وجود دارد (Nozari Poor et al., 2017)، به‌طوری که ارزیابی می‌شود، نیاز کشورهای در حال توسعه به سرمایه‌گذاری در این زمینه‌ها در آینده به مراتب بیشتر از آن میزانی که توسط دولت‌ها انجام می‌شوند، خواهد بود. در نتیجه شکاف بین میزان نیاز و مقدار سرمایه‌گذاری در بخش زیرساخت، به‌طور قابل توجهی در حال افزایش است. بنابراین کشورهای در حال توسعه با شکاف بزرگ تأمین مالی طرح‌های خود در این بخش مواجه خواهند بود (Marin, 2009).

بر اساس برآوردهای بانک جهانی، به‌طور متوسط، این کشورها ۳ تا ۴ درصد از تولید ناخالص داخلی خود را صرف زیرساخت‌ها می‌کنند؛ در حالی که نیاز به سرمایه‌گذاری در این بخش‌ها برای رسیدن به اهداف رشد اقتصادی و کاهش فقر حدود ۷ تا ۹ درصد از تولید ناخالص ملی آنها را می‌طلبد. حال به‌منظور رفع کمبودها، دولت‌های کشورهای در حال توسعه باید از تمامی ظرفیت‌های

¹ Public Private Partnership (PPP)



در کشورهای در حال توسعه، سرمایه‌گذاری در این پروژه‌ها در غالب مشارکت‌های عمومی - خصوصی، ضروری اما با ریسک همراه است (Abdul-Aziz, 2001, Nozari Poor et al., 2017, 2018).

(Rassouli et al., 2018, Mishra and Bhandari, 2018)

با توجه به اهمیت نقش ریسک در حصول موفقیت پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی به‌طور عام و پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی در صنعت آب، به‌طور خاص، پژوهش‌های مختلفی پیرامون این موضوع در گذشته انجام شده است. در این راستا، ساچز و همکاران ضمن انجام پژوهشی، به بررسی تأثیرات ریسک‌های سیاسی روی پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی حوزه زیرساخت‌ها در چین و ۱۴ کشور آسیایی پرداختند. بسیاری از این پروژه‌ها در حوزه آب و فاضلاب و به‌ویژه ساخت تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب با مشارکت عمومی - خصوصی انجام شده بودند. طی این پژوهش، تأثیر ۶ ریسک سیاسی عدم سهولت تسعیر ارز و محدودیت‌های تبادل آن، سلب مالکیت‌ها و انحصارهای دولتی، عدم ایفای تعهدات، تهدیدها و مشکلات سیاسی، ریسک‌های حقوقی و قانونی ناشی از بروکراسی و ریسک‌های غیرمتأثر از دولت، روی پروژه‌های جامعه هدف پژوهش بررسی شدند و ضمن بررسی وضعیت هر یک از کشورها در ۶ حوزه اشاره شده، راهکارهای مناسب مطرح شدند (Sachs et al., 2007).

ژو و همکاران، ۳۴ عامل ریسک را به‌واسطه بررسی ادبیات مرتبط و ۳ عامل ریسک جدید را بر اساس شواهد میدانی در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی کشور چین شناسایی و این عوامل را طی دو مرحله دلفی تحلیل کردند. همچنین عوامل ریسکی چون دخالت‌های دولتی، بلوغ دولت، شرایط اقتصادی، بازار و عملیات ساخت را به‌عنوان مهمترین عوامل ریسک معرفی کردند (Xu et al., 2010).

ویسو و محمد به بررسی ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی تأمین آب مالزی پرداختند. بر اساس یافته‌های آنها، ۳۹ ریسک شناسایی شدند که برخی از مهم‌ترین آنها عبارت‌اند از: عدم قطعیت قیمت‌گذاری (تعرفه)، نقض قرارداد توسط دولت، کمبود آب خام و هزینه زیاد ساخت (Wibowo and Mohamed, 2010).

عزالدین و بدران، ۵۹ ریسک پروژه‌های زیرساختی با رویکرد

جمله مشارکت عمومی - خصوصی، بخش خصوصی را همراه خود سازند (Eskandari et al., 2021). به‌کارگیری سرمایه بخش خصوصی همراه با مدیریت آن در بستر مشارکت عمومی - خصوصی، امکان افزایش کیفیت و بهره‌وری در ساخت و بهره‌برداری پروژه‌های زیرساخت و ارائه خدمات عمومی را فراهم می‌آورد. این نوع از مشارکت‌ها در کشورهای در حال توسعه، در سطح وسیعی با هدف انجام پروژه‌های متعدد در بخش‌های انرژی، آب و فاضلاب، مخابرات، فرودگاه، راه‌آهن و بنادر استفاده شده است (Hodge et al., 2010).

در ایران نیز سیاست‌های اصل ۴۴ قانون اساسی جمهوری اسلامی، تغییر پارادایم در نظام اجرایی طرح‌های تملک‌داری‌های سرمایه‌ای کشور را از تأمین مالی بودجه محور، اوراق مشارکت و فاینانس دولتی به سمت سرمایه‌گذاری‌های مشارکتی غیردولتی به دنبال داشت. کاهش توانایی دولت در اجرای صحیح، به‌موقع و باکیفیت پروژه‌ها سبب شده است که این نهاد از مشارکت بخش خصوصی برای فعالیت‌های توسعه اقتصادی استفاده کند (Rassouli et al., 2018).

مشارکت عمومی - خصوصی رویکردی است که برای افزایش ارزش اقتصادی خروجی پروژه‌های زیرساختی استفاده می‌شود (Cui et al., 2018). این مشارکت یک قرارداد بلندمدت بین دولت و شریک خصوصی است که به موجب آن، منابع، منافع و ریسک‌های پروژه، بین طرفین قرارداد تقسیم می‌شود و عمده هدف این نوع از قراردادها، توسعه یا نوسازی تسهیلات عمومی است (McQuaid and Scherrer, 2010).

مدیریت ضعیف منابع آب و وجود شرایط آب و هوایی مختلف و متفاوت در نقاط مختلف ایران، باعث بروز بحران کم‌آبی در برخی نواحی جغرافیایی کشور شده است و توجه بسیاری از مسئولین، مدیران و پژوهشگران به مسئله آب و انتقال آن جلب شده است (Amiri et al., 2021). از این رو، علی‌رغم آثار سوء انتقال آب، اجرای پروژه‌های انتقال آب برای رفع بحران‌های موجود در مناطق کم‌آب، امری اجتناب‌ناپذیر و راه‌حلی اضطراری است (Roobahani et al., 2020).

پژوهشگران مختلفی اشاره کردند که پروژه‌های انتقال آب، به‌مانند غالب پروژه‌های زیرساخت، پروژه‌هایی هزینه‌بر و با ریسک زیاد هستند و با توجه به محدودیت منابع مالی دولت‌ها به‌خصوص



و مجوزها، فرصت‌طلبی، مدت و هزینه ساخت، کمیت و کیفیت، ناتوانی کنسرسیوم، برآوردهای نامناسب، افزایش قیمت، مسئولیت‌پذیری (Rassouli et al., 2018).

همچنین رضایی نور و همکاران طی پژوهشی، عوامل ریسک در مشارکت‌های عمومی - خصوصی پروژه‌های تأمین آب استان قم را ارزیابی و رتبه‌بندی کردند. ایشان پس از مرور ادبیات موضوع، از میان ۳۹ ریسک اولیه، ۲۲ ریسک را در دسته ریسک‌های بحرانی معرفی و آنها را در چهار زیرگروه مدیریتی، حقوقی/سیاسی، مالی و تکنیکی - فنی، طبقه‌بندی کردند. بر پایه تحلیل‌های انجام شده در این پژوهش، دسته ریسک‌های مدیریتی به‌عنوان بحرانی‌ترین زیرگروه معرفی شدند. همچنین طی برآورد سطح کلی ریسک در پروژه‌های عمومی - خصوصی تأمین آب استان قم را در دسته پروژه‌های با ریسک بالا معرفی کردند (Rezaeenour et al., 2018).

امیری و همکاران با انجام پژوهشی، ریسک‌های پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی بخش آب و فاضلاب ایران را ضمن مصاحبه با خبرگان، شناسایی و ارزیابی کردند. بر پایه تحلیل‌های انجام شده، ۵ ریسک مهم ارزیابی شده عبارت‌اند از: دشواری‌های تزریق منابع مالی به پروژه، نوسانات نرخ تورم، فرایند تصمیم‌گیری ضعیف در بخش دولتی، دشواری‌های واردات تجهیزات موردنیاز پروژه از کشورهای دیگر، تأثیر شرایط ریسکی سایر پروژه‌ها بر بهره‌برداری از پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی (Amiri et al., 2021).

علی‌رغم برخی پژوهش‌های انجام شده پیرامون شناسایی و ارزیابی ریسک در بستر پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی؛ اما با توجه به بستر هدف‌گذاری شده این پژوهش، تاکنون پژوهشی در این راستا در بستر پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی، انتقال آب ایران، انجام نشده است که با توجه به ماهیت منحصر به فرد این نوع از پروژه‌ها و نیز وابسته به زمینه بودن پدیده ریسک، ضرورت دارد تا فهرستی از ریسک‌های تهدیدکننده پروژه‌های بیان شده شناسایی شود؛ چون اولین گام مدیریت ریسک بر پایه استانداردهای مطرح در حوزه مدیریت پروژه، شناسایی صحیح ریسک‌ها است. همچنین مرور پژوهش‌های پیشین، نشان‌دهنده از بیان و سطح‌بندی نامناسب توصیف ریسک‌ها است، به‌طوری که برخی از آنها مانند رسولی و همکاران، محدوده ریسک را

مشارکت عمومی - خصوصی مصر را از طریق مرور ادبیات و مصاحبه با متخصصان، مشخص و آنها را طبقه‌بندی کردند. بر پایه تحلیل‌های انجام شده، دسته ریسک‌های مالی و اقتصاد کلان، ریسک‌های تجاری، ریسک‌های حقوقی، ریسک‌های سیاسی، ریسک‌های نظارت دولتی، ریسک‌های بلوغ دولتی، ریسک‌های فنی و ریسک‌های پیش‌بینی نشده، به‌عنوان بحرانی‌ترین دسته‌های ریسک در این پژوهش معرفی شدند (Ezeldin and Badran, 2013).

آمیوا و چان، طی پژوهشی در کشور غنا، ۴۰ عامل ریسک را در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی صنعت آب، شناسایی و سپس طی تحلیل‌هایی، ۲۲ عامل را در قالب سه گروه مالی/تجاری، اجتماعی/سیاسی و تکنیکی/فنی، به‌عنوان ریسک‌های بحرانی معرفی کردند که پس از ارزیابی‌های انجام شده، به‌ترتیب دسته ریسک‌های مالی/تجاری، اجتماعی/سیاسی و تکنیکی/فنی در جایگاه‌های اول تا سوم قرار گرفتند (Ameyaw and Chan, 2013).

یین و همکاران ۸ گروه ریسک را در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی چین مشخص کردند که عبارت‌اند از: ریسک‌های ساخت، ریسک‌های ارتباطی، ریسک‌های عملیاتی، ریسک‌های سیاسی، ریسک‌های محیطی، ریسک‌های اقتصاد کلان، ریسک‌های طراحی و ریسک‌های مالی. بر پایه ارزیابی‌های انجام شده در این پژوهش، ریسک‌های گروه مالی به‌عنوان مهم‌ترین دسته ریسک‌ها معرفی شدند (Yin et al., 2015).

در ایران نیز طی معدود پژوهش‌های انجام شده پیرامون ریسک در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی حوزه آب، رسولی و همکاران به شناسایی، رتبه‌بندی و تخصیص ریسک‌های حیاتی بر پایه مراحل مشارکت عمومی - خصوصی در صنعت آب و فاضلاب استان گیلان پرداختند. در این پژوهش برای استخراج ریسک‌های حیاتی از مصاحبه با عوامل اجرایی با مسئولیت مستقیم در قراردادهای منعقد شده به روش ساخت، بهره‌برداری و انتقال^۱ مشارکت‌های عمومی - خصوصی، استفاده و ۱۷ ریسک با درجه اهمیت بالا شناسایی شدند که عبارت‌اند از: سیاسی، قانونی، تأمین مالی، اجتماعی، تکنیکی، محیطی، اطلاعات، قرارداد، طراحی، زمین

^۱ Build Operate Transfer (BOT)



محدوده مسکن مهر صفادشت حفر شده است. از تعداد چاه‌های حفر شده ۳ حلقه، تجهیز و وارد مدار بهره‌برداری شد که با اتصال به شبکه آب‌رسانی، ۶۵ لیتر در ثانیه به میزان تولید آب شرب در شهر صفادشت افزوده شد و ۲ حلقه دیگر نیز آماده تجهیز است. در راستای افزایش سطح کیفی و کمی آب شرب در شهر صفادشت، حدود ۵ کیلومتر خطوط انتقال آب در اقطار ۴۰۰، ۲۵۰ و ۲۰۰ میلی‌متری نیز اجرا شد، اما اقدامات فوق با توجه به افزایش جمعیت کافی نبوده و مقرر شد بخشی از آب شرب صفادشت از ملارد انتقال یابد. پروژه انتقال آب به صفادشت از سال ۹۸ آغاز شده است و تاکنون حدود ۳۰ درصد پیشرفت داشته است.

جامعه هدف این پژوهش، شامل خبرگان دست‌اندرکار در پروژه مورد مطالعه بود. خبرگان، همگی مرد و واجد حداقل ۱۰ سال سابقه حرفه‌ای بوده و در حداقل ۳ پروژه مشابه اجرا شده به شیوه مشارکت عمومی - خصوصی سابقه فعالیت داشته‌اند. داده‌ها طی دو مرحله ابتدا با هدف شناسایی ریسک، به کمک جلسه طوفان فکری و سپس با هدف رتبه‌بندی ریسک‌های برآمده از مرحله نخست، با استفاده از پرسش‌نامه گردآوری شد. روش تجزیه و تحلیل انتخاب شده در مرحله شناسایی ریسک‌ها، تحلیل تم و در مرحله رتبه‌بندی ریسک‌ها، تلفیقی از تکنیک BWM و تکنیک SAW بود. به منظور بررسی پایایی مقایسات نیز از نرخ سازگاری استفاده و پس از تجدیدنظر و تکمیل مجدد برخی از ماتریس‌های ناسازگار، در نهایت سازگاری کلیه مقایسات تأیید شد. شکل ۱ مراحل کلی اجرای پژوهش را در قالب نموداری شماتیک به تصویر می‌کشد. نظر به استفاده از رویکرد تلفیقی جدید استفاده شده در این پژوهش برای ارزیابی ریسک‌های پروژه مورد مطالعه، در ادامه، ابتدا نحوه وزن‌دهی معیارهای ارزیابی ریسک با استفاده از تکنیک BWM و سپس چگونگی رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از تکنیک SAW تشریح می‌شوند.

۳-۱- تکنیک BWM

در تکنیک BWM، بهترین و بدترین شاخص‌ها و معیارها توسط تصمیم‌گیرنده مشخص می‌شود و سپس مقایسه زوجی بین هر کدام از این دو شاخص، با دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. آنگاه، مسئله

در قالب ریسک بیان کردند و در بعضی از موارد، تمایز صحیحی میان ریسک و منشأ/اثر آن قائل نشدند (Rassouli et al., 2018).

علاوه بر این، معیارها و دقت تکنیک‌های استفاده شده در ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌ها در پژوهش‌های گذشته با توجه به معیارهای ارزیابی کیفی ریسک استاندارد PMBOK^۱ و نیز ظهور تکنیک‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره، محل تردید است. بر این اساس، این پژوهش تلاش کرد تا ضمن بهره‌گیری از روش طوفان فکری به‌عنوان یکی از روش‌های پذیرفته شده در شناسایی ریسک‌ها بر پایه استانداردهای مرجع در زمینه مدیریت ریسک، طی یک مطالعه موردی، به فهرستی از ریسک‌های پروژه‌های انتقال آب در بستر مشارکت عمومی - خصوصی دست یابد و سپس با بهره‌گیری از معیارهای سه‌گانه ارزیابی کیفی ریسک شامل «احتمال وقوع»، «اثر زمانی»، «اثر هزینه‌ای» و نیز استفاده از تکنیک تلفیقی روش بهترین - بدترین^۲ و روش مجموع ساده وزنی^۳، آنها را رتبه‌بندی کند تا بر این اساس، شکاف‌های دانشی برشمرده، از بین برود.

۳- روش شناسایی پژوهش

این پژوهش بر مبنای هدف، کاربردی و از نظر روش توصیفی و استراتژی گردآوری داده‌های این پژوهش، مطالعه موردی، پروژه انتقال آب به اراضی صفادشت بود که به شیوه مشارکت عمومی - خصوصی در حال اجرا بود. صفادشت، منطقه‌ای با اقلیم گرم و خشک است که با توجه به پراکندگی روستاهای آن، حفر بی‌رویه چاه‌های آب، کاهش ذخایر آبی، شوری آب و پیاده‌سازی پروژه مسکن مهر، با مشکل جدی تأمین آب شرب مواجه شده است. افزایش روزافزون جمعیت در شهر صفادشت طی سال‌های اخیر تقاضا برای آب شرب را به‌طور چشمگیری افزایش داده است. بر این اساس، تأمین آب شرب کیفی و کمی مورد تقاضای مردم مستلزم برنامه‌ریزی به‌منظور توسعه شبکه آب‌رسانی و منابع آب جدید است. طی سالیان اخیر اقدام به حفر ۵ حلقه چاه آب شرب شد که از این تعداد ۲ حلقه در محدوده قدیم صفادشت و ۳ حلقه در

^۱ Project Management Body of Knowledge (PMBOK)

^۲ Best-Worst Method (BWM)

^۳ Simple Additive Weighting (SAW)



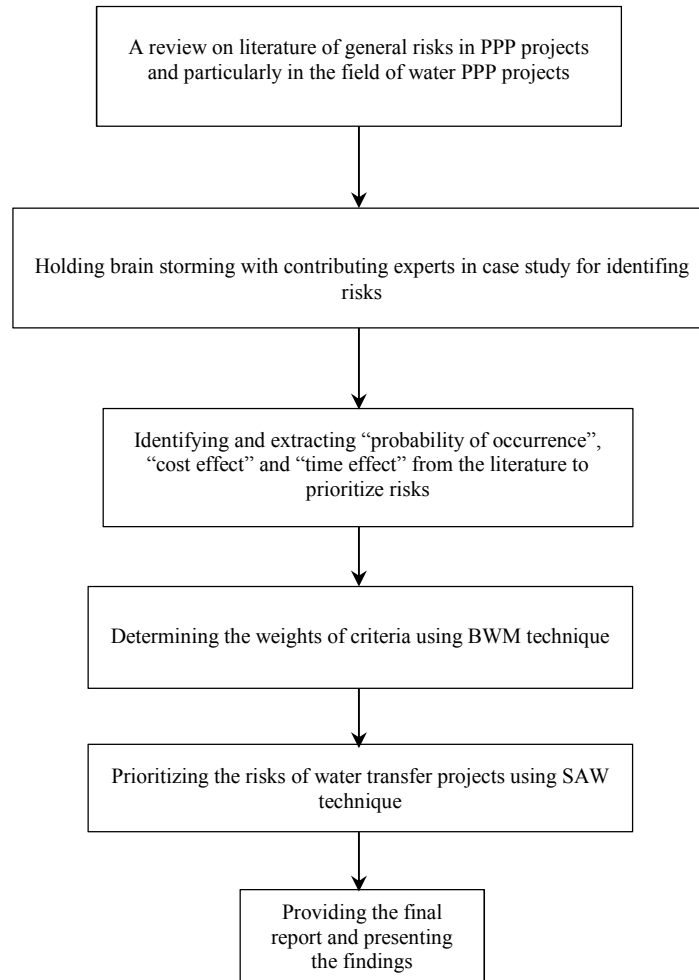


Fig. 1. General steps of conducting research

شکل ۱- مراحل کلی اجرای پژوهش

گام، تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به‌طور کلی تعریف می‌کند و هیچ مقایسه‌ای انجام نمی‌شود.

گام ۳: ارجحیت بهترین شاخص نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار ارجحیت بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها به صورت $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ نمایش داده می‌شود. در بردار بیان شده، a_{Bj} نشان‌دهنده ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (j) می‌باشد، واضح است که $a_{BB} = 1$ است.

گام ۴: ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص با اعداد ۱ تا ۹ مشخص می‌شود. بردار ارجحیت سایر شاخص‌ها نسبت به بدترین شاخص به صورت $A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ نمایش داده می‌شود. در بردار بیان شده، a_{jW} ارجحیت شاخص (j) نسبت

تبدیل به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی می‌شود؛ به این‌گونه که وزن شاخص‌ها باید به‌صورتی به‌دست آید که قدرمطلق تفاوت‌های اوزان، حداقل شود. سپس یک مسئله حداکثر-حداقل برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف، فرموله و حل می‌شود. همچنین در این روش، یک معادله برای محاسبه نرخ ناسازگاری برای بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته می‌شود. در ادامه، مراحل این روش تشریح می‌شوند:

گام ۱: مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری تعیین می‌شود. در این گام، مجموعه شاخص‌ها به صورت $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ تعریف می‌شود که برای گرفتن یک تصمیم موردنیاز است.

گام ۲: بهترین (بااهمیت‌ترین و مطلوب‌ترین) و بدترین (کم‌اهمیت‌ترین و نامطلوب‌ترین) شاخص مشخص می‌شود. در این



آنجایی که $a_{BW} = a_{Bj} \times a_{BW}$ و $a_{BW} \in \{1, 2, \dots, 9\}$ است، می توان حداکثر مقدار ξ^* را به دست آورد. با استفاده از شاخص های سازگاری موجود در جدول ۱ و معادله ۴ ارائه شده می توان نرخ سازگاری را محاسبه کرد

$$\text{نرخ سازگاری} = \frac{\xi^*}{\text{شاخص سازگاری}} \quad (۴)$$

هرچه مقدار نرخ سازگاری به صفر نزدیک تر باشد، نتایج، سازگاری بیشتری خواهند داشت.

۳-۲- تکنیک SAW

تکنیک SAW یکی از ساده ترین و معمول ترین روش های مربوط به MADM^۱ است (Hwang and Yoon, 1981). در تکنیک SAW، تصمیم گیرنده به هر یک از معیارها، یک وزن تخصیص می دهد که نشان دهنده اهمیت آن معیار است. برای نشان دادن ارزیابی نهایی مطابق معیارها، تصمیم گیرنده یک مقیاس عددی (کمی) از ارزش داخلی معیارها را ایجاد می کند. تصمیم گیرنده سپس می تواند به سادگی با ضریب نرخ مقیاس برای هر ارزش معیار با اهمیت وزن نشان دهنده معیار و جمع آنها، یک مقیاس نهایی برای هر آلترناتیو را ایجاد کند. تکنیک SAW تفاوت کمی با تکنیک میانگین موزون دارد و یکی از نخستین و بهترین گام ها در معرفی تکنیک های تصمیم گیری های چندمعیاره است. در زیر مراحل این تکنیک شرح داده می شود:

گام ۱: تشکیل ماتریس تصمیم امتیاز ریسک های نسبت به هر یک از معیارها (x_{ij})
 گام ۲: نرمال سازی ماتریس تصمیم به روش خطی با استفاده از معادله ۵ (r_{ij})

$$r_{ij} = \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}}, \text{ if: } j \in C \quad (۵)$$

گام ۳: تشکیل ماتریس نرمال موزون با استفاده از معادله ۶ (v_{ij})

$$v_{ij} = w_j * r_{ij} \quad (۶)$$

به بدترین شاخص (w) می باشد، واضح است که $a_{ww} = 1$ است. گام ۵: مقدار بهینه وزن ها مشخص می شود ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$). برای تعیین وزن بهینه هر یک از شاخص ها، زوج های $a_{Bj} = \frac{w_B}{w_j}$ و $a_{jw} = \frac{w_j}{w_w}$ تشکیل شده، سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه زها، باید راه حلی پیدا شود تا عبارات $a_{Bj} = \frac{w_B}{w_j}$ و $a_{jw} = \frac{w_j}{w_w}$ را برای همه زهایی که حداقل شده است، حداکثر کند. با توجه به غیرمنفی بودن وزن ها و مجموع اوزان، می توان مدل را به معادله ۱ فرموله کرد

$$\min \max_j \left\{ \left| a_{Bj} = \frac{w_B}{w_j} \right|, \left| a_{jw} = \frac{w_j}{w_w} \right| \right\} \quad (۱)$$

$$\sum_j^n w_j = 1$$

همچنین می توان معادله ۱ را به ۲ تبدیل کرد

$$\begin{aligned} \min \xi \\ \text{st.} \\ \left| a_{Bj} - \frac{w_B}{w_j} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\ \left| a_{jw} - \frac{w_j}{w_w} \right| \leq \xi, \text{ for all } j \\ \sum_j w_j = 1 \\ w_j \geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (۲)$$

که در آن

مدل خطی تابع به صورت زیر ارائه شده است و در این پژوهش اوزان شاخص ها با استفاده از مدل خطی ارائه شده در معادله ۳ به دست می آیند (Rezaei, 2016)

$$\begin{aligned} \min \xi \\ \text{st.} \\ |w_B - a_{Bj} w_j| \leq \xi, \text{ for all } j \\ |w_j - a_{jw} w_w| \leq \xi, \text{ for all } j \\ \sum_j w_j = 1 \\ w_j \geq 0, \text{ for all } j \end{aligned} \quad (۳)$$

که در آن

w_B وزن بهترین شاخص، w_w وزن بدترین شاخص، w_j وزن شاخص z_j ، a_{Bj} ارجحیت بهترین شاخص نسبت به شاخص z_j و a_{jw} ارجحیت شاخص z_j نسبت به بدترین شاخص است.

با حل مدل فوق، مقدار بهینه ($w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*$) و ξ^* به دست می آید. با استفاده از ξ^* ، نرخ سازگاری محاسبه می شود. واضح است که مقدار ξ بزرگتر، نشان دهنده نرخ سازگاری بیشتری است. از

¹ Multiple Attribute Decision Making (MADM)



جدول ۱- شاخص سازگاری

Table 1. Consistency index

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Consistency index	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

پس از بحث و تبادل نظر میان خبرگان، از مجموع ۶۰ ریسک اولیه، ۳۰ ریسک برای مرحله ارزیابی شناسایی و پالایش شد. جدول ۲ فهرست نهایی ریسک‌های پروژه تحت بررسی را نشان می‌دهد.

گام ۴: محاسبه مجموع هر سطر با استفاده از معادله ۷ و اولویت‌بندی ریسک‌ها (S_i)

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad (7)$$

۴- نتایج و بحث

در این بخش، مطابق با مراحل اشاره شده در بخش قبلی، یافته‌های پژوهش تشریح خواهند شد.

۴-۲- اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه

به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه، همان طور که پیش از این بیان شد، تلفیقی از دو تکنیک BWM و SAW استفاده شده، واقع شد. در این راستا ابتدا لازم بود تا وزن سه شاخص ارزیابی ریسک‌ها بر پایه نظر خبرگان مشخص شود. جدول ۳ خلاصه‌ای از تحلیل داده‌های برآمده از پرسش‌نامه‌ها در این خصوص را نشان می‌دهد. در ادامه به کمک بهره‌گیری از نظرات خبرگان، اهمیت

۴-۱- شناسایی ریسک‌های پروژه

اولین محور از یافته‌های پژوهش به شناسایی ریسک‌های پروژه اختصاص داشت. در این راستا، با استفاده از جلسات طوفان فکری نسبت به شناسایی ریسک‌های پروژه اقدام شد. به این ترتیب که

جدول ۲- فهرست ریسک‌های پروژه بر اساس نتایج جلسات طوفان فکری

Table 2. List of project risks based on the results of brainstorming sessions

Row	Symbol	Risk title
1	R1	Delay in issuing approvals and permits by the government
2	R2	Lack of timely access of the investor to the required information and documents
3	R3	Occurrence of technical problems in investor equipment
4	R4	The inability of the investor to provide the required specialist workforce
5	R5	Improper performance of investor project members
6	R6	Investor manpower injury
7	R7	Lack of timely financing of the investor
8	R8	Sabotage by residents of the project area
9	R9	Unforeseen economic sanctions and special prohibitions
10	R10	Changing the rules and regulations related to the clearance of goods
11	R11	Changing tax laws and regulations
12	R12	Sudden change in the exchange rate and the fall in the value of the national currency
13	R13	Sudden change in bank interest rates
14	R14	Sudden change in inflation
15	R15	Force majeure
16	R16	Severe atmospheric changes
17	R17	Facing the opposition
18	R18	Change of legal conditions and standards by the government
19	R19	Change in terms of payments by the government
20	R20	Revenue lower than expected at the time of operation
21	R21	Nationalization and confiscation of investment by the government
22	R22	Changing macroeconomic policies
23	R23	Change of senior management of the public sector
24	R24	Change in operating regulations
25	R25	Legal disputes between the public and private sectors
26	R26	Suspension of work by the government
27	R27	Failure to deliver the land on time by the government
28	R28	Poor contract design
29	R29	Violation of the contract by the government
30	R30	Abuse of power by government officials



جدول ۳- وزن دهی به شاخص‌ها به تکنیک BWM

Table 3. BWM weighting of indicators

	Questionnaire 1	Questionnaire 2	Questionnaire 3	Questionnaire 4	Questionnaire 5	Geometric mean
w1	0.100	0.100	0.142	0.562	0.562	0.213969659
w2	0.640	0.600	0.628	0.312	0.125	0.39325214
w3	0.260	0.220	0.228	0.125	0.312	0.219421458

Yin et al., 2015, Rassouli et al., 2018, Rezaeenour and Mousavi Saleh, 2017, Amiri et al., 2021)

مرور پژوهش‌های بیان شده بیانگر آن است که علی‌رغم برخی پژوهش‌های انجام شده پیرامون شناسایی و ارزیابی ریسک در بستر پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی؛ اما با توجه به بستر هدف‌گذاری شده این پژوهش، تاکنون پژوهشی در این راستا در بستر پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب ایران، انجام نشده است که با توجه به ماهیت منحصر به فرد این نوع از پروژه‌ها و نیز وابسته به زمینه بودن پدیده ریسک، ضرورت داشت تا فهرستی از ریسک‌های تهدیدکننده پروژه‌های بیان شده شناسایی شود. همچنین مرور پژوهش‌های قبلی، نشان‌دهنده بیان و سطح‌بندی نامناسب توصیف ریسک‌ها بود. به‌طوری که برخی از آنها مانند رسولی و همکاران، محدوده ریسک را در قالب خود ریسک بیان کردند و در پاره‌ای از موارد، تمایز صحیحی میان ریسک و منشأ/اثر آن قائل نشدند (Rassouli et al., 2018).

علاوه بر این، معیارها و دقت تکنیک‌های استفاده شده در ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌ها در پژوهش‌های گذشته با توجه به معیارهای ارزیابی کیفی ریسک استاندارد PMBOK¹ و نیز ظهور تکنیک‌های جدید تصمیم‌گیری چندمعیاره، محل تردید بود.

از چهار منظر می‌توان نتایج حاصل از این پژوهش را با پژوهش‌های مشابه انجام شده در این زمینه مقایسه کرد:

نخست، از منظر شناسایی ریسک‌ها، در این پژوهش با برگزاری جلسات طوفان فکری سعی شد، فهرستی نسبتاً جامع از ریسک‌های موجود در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب تهیه شود. نتایج حاصل از جلسات منجر به شناسایی ۶۰ ریسک اولیه شد که پس از اعمال فیلترها و پالایش نظرات، در نهایت ۳۰ ریسک به‌عنوان فهرست نهایی تعیین و مبنای تحلیل‌های بعدی پژوهش قرار گرفت. این پژوهش نسبت به

ریسک‌های شناسایی شده ذیل هر معیار ارزیابی، محاسبه شد. جداول ۴، ۵ و ۶، بیانگر میانگین هندسی امتیازات ریسک‌ها برحسب معیارهای سه‌گانه ارزیابی در این پژوهش را نشان می‌دهد. در ادامه با استفاده از تکنیک SAW به رتبه‌بندی ریسک پرداخته شد. گام‌های طی شده ذیل این تکنیک به شرح زیر است:

گام اول: در اولین گام، ماتریس تصمیم به شرح جدول ۷ تشکیل شد. در این جدول و نیز در ادامه، POR و ETR و ECR به ترتیب بیانگر معیارهای ارزیابی احتمال وقوع ریسک، اثر زمانی ریسک بر پروژه و اثر هزینه‌ای ریسک بر پروژه هستند و اعداد درون ماتریس، گویای میانگین هندسی امتیاز ریسک‌های حاصل شده از جداول ۴، ۵ و ۶ هستند.

گام دوم: در این گام، به نرمال‌سازی ماتریس تصمیم به روش خطی پرداخته می‌شود (جدول ۸).

گام سوم و چهارم: تشکیل ماتریس نرمال موزون و محاسبه مجموع هر سطر به‌منظور تعیین اولویت نهایی ریسک‌ها (جدول ۹). شکل ۲ نیز میزان اهمیت و اولویت ریسک‌ها را به تفکیک سه معیار احتمال وقوع، اثر هزینه‌ای و اثر زمانی به تصویر می‌کشد.

در نهایت با توجه به تحلیل‌های انجام شده، رتبه‌بندی ریسک‌ها به شرح جدول ۱۰ حاصل شد. شکل ۳ نیز اولویت نهایی ریسک‌ها را در قالب نمودار میله‌ای به تصویر می‌کشد. همان‌طور که از شکل ۳ و جدول ۱۰ مشخص است، ریسک‌های ناشی از تغییر شرایط قانونی و استانداردها از سوی دولت، تغییر ناگهانی نرخ بهره بانکی و تغییرات شدید جوی به ترتیب جایگاه‌های اول تا سوم اهمیت را به خود اختصاص داده‌اند.

با توجه به اهمیت نقش ریسک در حصول موفقیت پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی به‌طور عام و پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی در صنعت آب، به‌طور خاص، پژوهش‌های مختلفی پیرامون این موضوع انجام شده است (Sachs et al., 2007, Xu et al., 2010, Wibowo and Mohamed, 2010, Ezeldin and Badran, 2013, Ameyaw and Chan, 2013,

¹ Project Management Body of Knowledge (PMBOK)



جدول ۴- میانگین هندسی امتیازات ریسک‌ها برحسب شاخص احتمال وقوع ریسک

Table 4. Geometric average of risk scores in terms of risk probability index

Symbol	Risk title	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Geometric mean
R1	Delay in issuing approvals and permits by the government	4	5	2	4	4	3.641128406
R2	Lack of timely access of the investor to the required information and documents	4	2	3	3	3	2.930156052
R3	Occurrence of technical problems in investor equipment	3	2	2	4	4	2.861938162
R4	The inability of the investor to provide the required specialist workforce	2	3	4	4	4	3.287503659
R5	Improper performance of investor project agents	2	2	4	4	4	3.031433133
R6	Investor manpower injury	2	1	2	2	2	1.741101127
R7	Lack of timely financing of the investor	4	3	3	3	3	3.177671523
R8	Sabotage of residents of the project area	4	1	2	2	2	2
R9	Unforeseen economic sanctions and special prohibitions	3	4	4	4	4	3.776350045
R10	Changing the rules and regulations related to the clearance of goods	3	3	2	2	2	2.352158045
R11	Changing tax laws and regulations	2	2	4	4	4	3.031433133
R12	Sudden change in the exchange rate and the fall in the value of the national currency	3	3	3	3	3	3
R13	Sudden change in bank interest rates	2	1	4	5	5	2.885399812
R14	Sudden change in inflation	3	2	4	5	5	3.594431819
R15	Force majeure	3	1	3	3	3	2.626527804
R16	Severe atmospheric changes	1	1	5	5	5	2.626527804
R17	Facing the opposition	4	2	3	3	3	2.930156052
R18	Change of legal conditions and standards by the government	3	4	2	2	2	2.491461879
R19	Change in terms of payments by the government	4	5	5	5	5	4.781762499
R20	Revenue lower than expected at the time of operation	3	4	5	5	5	4.317359884
R21	Nationalization and confiscation of investment by the government	2	1	3	3	3	2.220643035
R22	Changing macroeconomic policies	3	3	5	5	5	4.075965548
R23	Change of senior management of the public sector	4	4	4	4	4	4
R24	Change in operating regulations	3	3	3	5	5	3.680109614
R25	Legal disputes between the public and private sectors	3	3	2	4	4	3.103691148
R26	Suspension of work by the government	3	3	5	5	5	4.075965548
R27	Failure to deliver the land on time by the government	4	4	4	4	4	4
R28	Poor contract design	3	4	5	5	5	4.317359884
R29	Violation of the contract by the government	3	1	3	3	3	2.408224685
R30	Abuse of power by government officials	4	4	5	5	5	4.573050519



جدول ۵- میانگین هندسی امتیازات ریسک‌ها برحسب شاخص اثر زمانی ریسک بر پروژه

Table 5. Geometric average of risk scores in terms of time effect of risk on the project

Symbol	Risk title	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Geometric mean
R1	Delay in issuing approvals and permits by the government	5	5	4	3	2	3.594431819
R2	Lack of timely access of the investor to the required information and documents	4	2	5	4	3	3.437543855
R3	Occurrence of technical problems in investor equipment	3	4	3	2	2	2.701920077
R4	The inability of the investor to provide the required specialist workforce	3	5	4	3	3	3.519482029
R5	Improper performance of investor project agents	2	4	4	3	1	2.491461879
R6	Investor manpower injury	2	4	2	1	3	2.168943542
R7	Lack of timely financing of the investor	4	5	4	3	2	3.437543855
R8	Sabotage of residents of the project area	4	4	4	3	4	3.776350045
R9	Unforeseen economic sanctions and special prohibitions	3	5	5	4	3	3.898059841
R10	Changing the rules and regulations related to the clearance of goods	3	3	4	3	2	2.930156052
R11	Changing tax laws and regulations	2	2	3	3	3	2.550849001
R12	Sudden change in the exchange rate and the fall in the value of the national currency	2	2	5	5	5	3.465724216
R13	Sudden change in bank interest rates	1	1	2	2	2	1.515716567
R14	Sudden change in inflation	1	2	4	4	4	2.639015822
R15	Force majeure	4	4	3	3	3	3.365865436
R16	Severe atmospheric changes	1	1	5	3	3	2.141127368
R17	Facing the opposition	5	1	4	2	2	2.402248868
R18	Change of legal conditions and standards by the government	3	1	3	1	1	1.551845574
R19	Change in terms of payments by the government	3	1	4	2	2	2.168943542
R20	Revenue lower than expected at the time of operation	2	1	4	3	3	2.352158045
R21	Nationalization and confiscation of investment by the government	2	4	4	4	4	3.482202253
R22	Changing macroeconomic policies	2	4	3	3	3	2.930156052
R23	Change of senior management of the public sector	3	3	4	4	4	3.565204916
R24	Change in operating regulations	3	3	4	3	3	3.177671523
R25	Legal disputes between the public and private sectors	2	4	5	2	2	2.759459323
R26	Suspension of work by the government	3	1	4	3	3	2.550849001
R27	Failure to deliver the land on time by the government	5	1	3	3	3	2.667268608
R28	Poor contract design	3	4	3	3	3	3.177671523
R29	Violation of the contract by the government	2	1	4	4	4	2.639015822
R30	Abuse of power by government officials	4	4	3	3	3	3.365865436



جدول ۶- میانگین هندسی امتیازات ریسک‌ها برحسب شاخص اثر هزینه‌ای ریسک بر پروژه

Table 6. Geometric average of risk scores in terms of risk cost effect index on the project

Symbol	Risk title	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Geometric mean
R1	Delay in issuing approvals and permits by the government	3	4	3	3	3	3.177671523
R2	Lack of timely access of the investor to the required information and documents	4	2	5	5	5	3.981071706
R3	Occurrence of technical problems in investor equipment	3	3	4	4	4	3.565204916
R4	The inability of the investor to provide the required specialist workforce	2	5	2	2	2	2.402248868
R5	Improper performance of investor project agents	1	4	2	2	2	2
R6	Investor manpower injury	2	4	4	3	3	3.103691148
R7	Lack of timely financing of the investor	4	5	2	1	1	2.091279105
R8	Sabotage of residents of the project area	2	4	3	2	2	2.491461879
R9	Unforeseen economic sanctions and special prohibitions	2	4	5	5	5	3.981071706
R10	Changing the rules and regulations related to the clearance of goods	3	3	3	3	3	3
R11	Changing tax laws and regulations	2	2	2	2	4	2.29739671
R12	Sudden change in the exchange rate and the fall in the value of the national currency	2	4	5	2	2	2.759459323
R13	Sudden change in bank interest rates	2	2	4	4	3	2.861938162
R14	Sudden change in inflation	3	2	5	2	2	2.605171085
R15	Force majeure	4	3	3	3	1	2.550849001
R16	Severe atmospheric changes	1	1	3	3	3	1.933182045
R17	Facing the opposition	4	1	2	2	3	2.168943542
R18	Change of legal conditions and standards by the government	3	1	4	4	4	2.861938162
R19	Change in terms of payments by the government	4	1	3	3	3	2.550849001
R20	Revenue lower than expected at the time of operation	3	1	3	3	3	2.408224685
R21	Nationalization and confiscation of investment by the government	2	4	4	3	3	3.103691148
R22	Changing macroeconomic policies	2	4	2	1	1	1.741101127
R23	Change of senior management of the public sector	4	3	3	3	3	3.177671523
R24	Change in operating regulations	2	3	3	3	3	2.766323734
R25	Legal disputes between the public and private sectors	2	3	4	4	4	3.287503659
R26	Suspension of work by the government	3	1	3	3	3	2.408224685
R27	Failure to deliver the land on time by the government	3	1	3	3	3	2.408224685
R28	Poor contract design	3	4	3	3	3	3.177671523
R29	Violation of the contract by the government	3	1	4	4	4	2.861938162
R30	Abuse of power by government officials	5	4	2	2	2	2.759459323



جدول ۷- ماتریس تصمیم

Table 7. Decision matrix

	POR	ETR	ECR
Wj	0.258	0.476	0.265
R1	3.614	3.594	3.177
R2	2.930	3.437	3.981
R3	2.861	2.701	3.565
R4	3.287	3.519	2.420
R5	3.031	2.491	2.000
R6	1.741	2.168	3.103
R7	3.177	3.437	2.091
R8	2.000	3.776	2.491
R9	3.776	3.898	3.981
R10	2.352	2.930	3.000
R11	3.031	2.550	2.297
R12	3.000	3.465	2.759
R13	2.885	1.515	2.861
R14	3.594	2.639	2.605
R15	2.408	3.365	2.550
R16	2.626	2.141	1.933
R17	2.930	2.402	2.168
R18	2.491	1.551	2.861
R19	4.781	2.168	2.550
R20	4.317	2.352	2.408
R21	2.220	3.482	3.103
R22	4.075	2.930	1.741
R23	4.000	3.565	3.177
R24	3.680	3.177	2.766
R25	3.103	2.759	3.287
R26	4.075	2.550	2.408
R27	4.000	2.667	2.408
R28	4.317	3.177	3.177
R29	2.408	2.639	2.861
R30	4.573	3.365	2.759
	1.741	1.515	1.741
	Min POR	Min ETR	Min ECR

جدول ۸- نرمال سازی ماتریس تصمیم

Table 8. Decision matrix normalization

	POR	ETR	ECR
wj	0.258	0.476	0.265
R1	0.481737687	0.421535893	0.548001259
R2	0.594197952	0.440791388	0.437327305
R3	0.608528487	0.560903369	0.488359046
R4	0.529662306	0.430520034	0.719421488
R5	0.574397888	0.608189482	0.8705
R6	1	0.698800738	0.561069932
R7	0.548001259	0.440791388	0.832615973
R8	0.8705	0.40121822	0.698916098
R9	0.461069915	0.388660852	0.437327305
R10	0.740221088	0.517064846	0.580333333
R11	0.574397888	0.594117647	0.757945146
R12	0.580333333	0.437229437	0.631025734
R13	0.603466205	1	0.608528487
R14	0.484418475	0.574081091	0.668330134
R15	0.723006645	0.450222883	0.682745098
R16	0.662985529	0.707613265	0.90067253
R17	0.594197952	0.630724396	0.80304428
R18	0.698916098	0.976789168	0.608528487
R19	0.364149759	0.698800738	0.682745098
R20	0.403289321	0.644132653	0.723006645
R21	0.784234234	0.435094773	0.561069932
R22	0.427239264	0.517064846	1
R23	0.43525	0.424964937	0.548001259
R24	0.473097826	0.476864967	0.629428778
R25	0.561069932	0.549111997	0.529662306
R26	0.427239264	0.594117647	0.723006645
R27	0.43525	0.568053993	0.723006645
R28	0.403289321	0.476864967	0.548001259
R29	0.723006645	0.574081091	0.608528487
R30	0.38071288	0.450222883	0.631025734



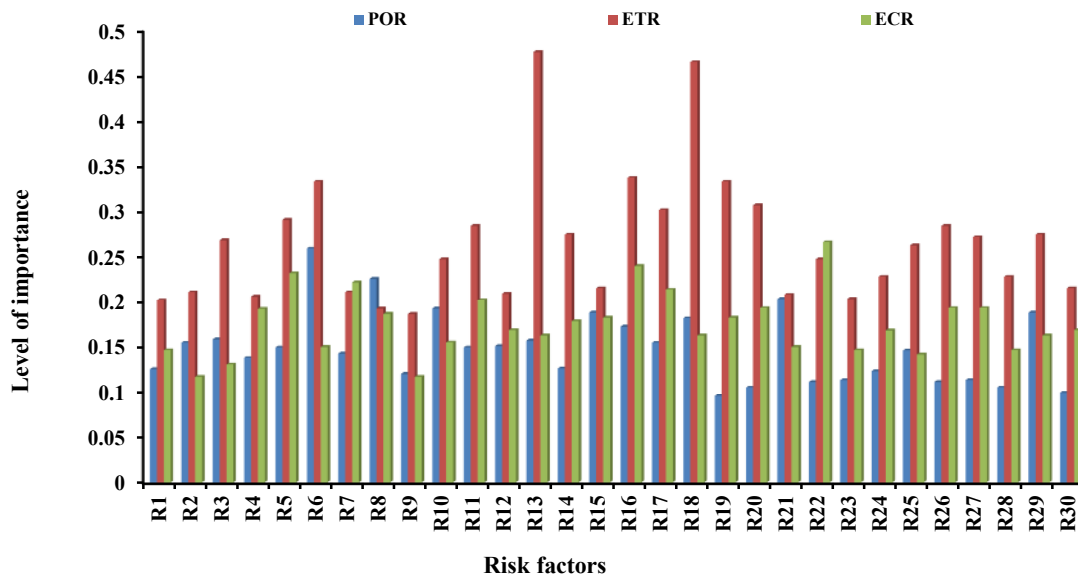


Fig. 2. Importance and priority of the risks based on three research criteria

شکل ۲- اهمیت و اولویت ریسک‌ها به تفکیک سه معیار پژوهش

جدول ۹- رتبه‌بندی آلترناتیوها

Table 9. Ranking of alternatives

	POR	ETR	ECR	Sum of lines
R1	0.124288323	0.2006511	0.145220334	0.470159742
R2	0.153303072	0.2098167	0.115891736	0.479011508
R3	0.15700035	0.26699	0.129415147	0.5534055
R4	0.136652875	0.2049275	0.190646694	0.532227105
R5	0.148194655	0.2894982	0.2306825	0.668375349
R6	0.258	0.3326292	0.148683532	0.739312683
R7	0.141384325	0.2098167	0.220643233	0.571844258
R8	0.224589	0.1909799	0.185212766	0.600781639
R9	0.118956038	0.1850026	0.115891736	0.419850339
R10	0.190977041	0.2461229	0.153788333	0.590888241
R11	0.148194655	0.2828	0.200855464	0.631850119
R12	0.149726	0.2081212	0.167221819	0.525069032
R13	0.155694281	0.476	0.161260049	0.79295433
R14	0.124979967	0.2732626	0.177107486	0.575350052
R15	0.186535714	0.2143061	0.180927451	0.581769257
R16	0.171050267	0.3368239	0.23867822	0.746552401
R17	0.153303072	0.3002248	0.212806734	0.666334619
R18	0.180320353	0.4649516	0.161260049	0.806532046
R19	0.093950638	0.3326292	0.180927451	0.60750724
R20	0.104048645	0.3066071	0.191596761	0.602252549
R21	0.202332432	0.2071051	0.148683532	0.558121077
R22	0.11022773	0.2461229	0.265	0.621350597
R23	0.1122945	0.2022833	0.145220334	0.459798144
R24	0.122059239	0.2269877	0.166798626	0.51584559
R25	0.144756043	0.2613773	0.140360511	0.546493864
R26	0.11022773	0.2828	0.191596761	0.584624491
R27	0.1122945	0.2703937	0.191596761	0.574284962
R28	0.104048645	0.2269877	0.145220334	0.476256703
R29	0.186535714	0.2732626	0.161260049	0.621058363
R30	0.098223923	0.2143061	0.167221819	0.479751835



جدول ۱۰- رتبه‌بندی ریسک‌ها

Table 10. Risk prioritizing

Risk rating	Risk	Risk symbol	Score
1	Change of legal conditions and standards by the government	R18	0.8065
2	Sudden change in bank interest rates	R13	0.7930
3	Severe atmospheric changes	R16	0.7466
4	Investor manpower injury	R6	0.7393
5	Improper performance of investor project agents	R5	0.6684
6	Facing the opposition	R17	0.6663
7	Changing tax laws and regulations	R11	0.6319
8	Changing macroeconomic policies	R22	0.6235
9	Violation of the contract by the government	R29	0.6211
10	Change in terms of payments by the government	R19	0.6075
11	Revenue lower than expected at the time of operation	R20	0.6023
12	Sabotage of residents of the project area	R8	0.6008
13	Changing the rules and regulations related to the clearance of goods	R10	0.5909
14	Suspension of work by the government	R26	0.5846
15	Force majeure	R15	0.5818
16	Sudden change in inflation	R14	0.5754
17	Failure to deliver the land on time by the government	R27	0.5743
18	Lack of timely financing of the investor	R7	0.5718
19	Nationalization and confiscation of investment by the government	R21	0.5581
20	Occurrence of technical problems in investor equipment	R3	0.5534
21	Legal disputes between the public and private sectors	R25	0.5465
22	Inability of the investor to provide the required skilled labor	R4	0.5322
23	Sudden change in the exchange rate and the fall in the value of the national currency	R12	0.5251
24	Change in operating regulations	R24	0.5158
25	Abuse of power by government officials	R30	0.4798
26	Lack of timely access of the investor to the required information and documents	R2	0.4790
27	Poor contract design	R28	0.4763
28	Delay in issuing approvals and permits by the government	R1	0.4702
29	Change of senior management of the public sector	R23	0.4598
30	Unforeseen economic sanctions and special prohibitions	R9	0.4199



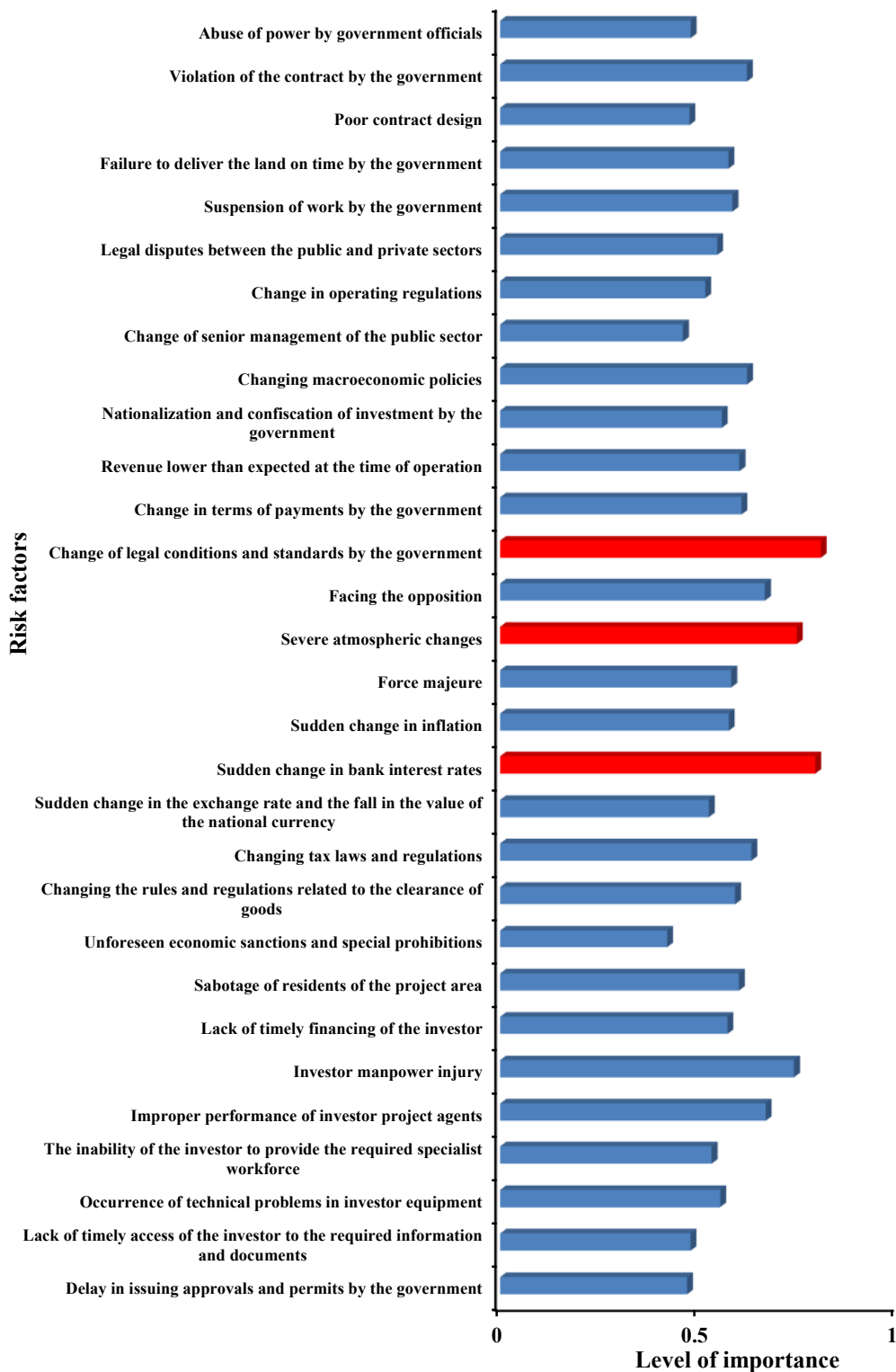


Fig. 3. Final priority of risks

شکل ۳- اولویت نهایی ریسک‌ها



چهارم، از زاویه خروجی حاصل از مرحله ارزیابی، نتایج حاصل از اولویت‌بندی ریسک‌ها در این پژوهش حاکی از آن بود که تغییر شرایط قانونی و استانداردها از سوی دولت، تغییر ناهمگانی نرخ بهره بانکی و تغییرات شدید جوی، مهم‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه مورد بررسی است؛ حال آنکه در پژوهش ویسو و محمد عدم قطعیت قیمت‌گذاری (تعرفه)، نقض قرارداد توسط دولت و کمبود آب خام به‌عنوان مهم‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه‌های تأمین آب معرفی شدند (Wibowo and Mohamed, 2010).

همچنین نتایج حاصل از پژوهش امیری و همکاران نیز نشان داد، دشواری‌های تزریق منابع مالی به پروژه، نوسانات نرخ تورم، فرایند تصمیم‌گیری ضعیف در بخش دولتی و دشواری‌های واردات تجهیزات موردنیاز پروژه از کشورهای دیگر، از مهم‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی تأمین آب هستند (Amiri et al., 2021).

چنان‌که مشاهده می‌شود علی‌رغم برخی تمایزات به‌دلیل ماهیت وابسته به زمینه ریسک، اما نقش دولت به‌عنوان سرمایه‌پذیر در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی به‌عنوان منشأ مهمترین ریسک‌ها قابل توجه است، بنابراین با هدف جذب سرمایه از بخش خصوصی و افزایش آستانه پذیرش ریسک این بخش، دولت میزبان باید ضمن افزایش کارآمدی و عمل به تعهدات خود، زمینه برقراری ثبات اقتصادی را در کشور فراهم آورد.

۵- نتیجه‌گیری

این پژوهش تلاش داشت تا ضمن بهره‌گیری از روش طوفان فکری به‌عنوان یکی از روش‌های پذیرفته شده در شناسایی ریسک‌ها بر پایه استانداردهای مرجع در زمینه مدیریت ریسک، طی یک مطالعه موردی، به فهرستی از ریسک‌های پروژه‌های انتقال آب در بستر مشارکت عمومی - خصوصی دست یابد و سپس با بهره‌گیری از معیارهای سه‌گانه ارزیابی کیفی ریسک شامل «احتمال وقوع»، «اثر زمانی»، و «اثر هزینه‌ای» و نیز استفاده از تکنیک تلفیقی تکنیک BWM و تکنیک SAW، آنها را رتبه‌بندی کند تا بر این اساس، شکاف‌های دانشی برشمرده را مرتفع کند.

در این راستا پروژه انتقال و توزیع آب به اراضی صفادشت به‌دلیل ویژگی‌های متمایز آن و نیز بهره‌گیری از شیوه تأمین مالی مشارکت عمومی - خصوصی به‌عنوان مورد پژوهشی انتخاب شد.

پژوهش رسولی و همکاران که فقط ۱۷ ریسک شناسایی کرده بودند، جامعیت بیشتری دارد. همچنین در تنظیم فهرست ریسک‌ها تلاش شد تا با بهره‌گیری از رویکرد مدیریت ریسک استاندارد PMBOK، توصیف دقیق‌تری از ریسک‌ها ارائه شود؛ به نحوی که اختلاطی میان ریسک و منشأ/اثر آن حاصل نشود و با خرد کردن ریسک‌ها به سطوح پایین‌تر در ساختار شکست ریسک، اطلاعات دقیق‌تری برای مدیریت آنها فراهم آید، بنابراین از این زاویه نسبت به برخی پژوهش‌های مشابه مانند رسولی و همکاران جزئیات و دقت بیشتری در توصیف ریسک‌ها حاصل شده است (Rassouli et al., 2018).

دوم، از زاویه معیارهای ارزیابی ریسک‌ها، این پژوهش از سه معیار احتمال وقوع، اثر هزینه‌ای و اثر زمانی ریسک به‌منظور اولویت‌بندی ریسک‌ها استفاده کرد. به‌طور مشابه امیری و همکاران نیز معیارهای احتمال وقوع ریسک و میزان اثرگذاری ریسک را به‌عنوان مبنایی برای اولویت‌بندی ریسک‌ها مدنظر قرار دادند؛ با این تفاوت که در این پژوهش برخلاف پژوهش امیری و همکاران اثرگذاری ریسک، به تفکیک و در قالب دو دسته اثر هزینه‌ای و اثر زمانی بررسی شد و در نتیجه، نتایج دقیق‌تر و با جزئیات بیشتری ارائه شد. تفکیک اندازه اثر ریسک به دو دسته اثر هزینه‌ای و اثر زمانی، به مدیران پروژه‌ها این امکان را می‌دهد تا با دید دقیق‌تری به تحلیل ریسک‌ها بپردازند و با توجه به شرایط و محدودیت‌های مالی و زمانی، استراتژی‌های متناسبی را برای مدیریت ریسک‌ها اتخاذ کنند (Amiri et al., 2021).

سوم، از منظر روش و رویکرد مورد استفاده در ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها، در این پژوهش، از رویکرد کمی مبتنی بر تصمیم‌گیری چند شاخصه استفاده شد و در تعیین وزن و اهمیت معیارهای پژوهش از یکی از تکنیک‌های نوین و کارای تصمیم‌گیری چند شاخصه به نام BWM استفاده شد که به‌زعم رضایی این تکنیک نسبت به سایر تکنیک‌های مشابه همچون AHP نیاز به تعداد مقایسات زوجی کمتری دارد و به نتایج با قابلیت اعتماد و اطمینان بیشتر منجر می‌شود (Rezaei, 2015).

این پژوهش نسبت به پژوهش‌های پیشین، مانند روزبهانی و همکاران که از تکنیک COPRAS برای وزن‌دهی به معیارها استفاده کردند، ارزیابی دقیق‌تری ارائه کرده است (Rozebani et al., 2020).



ریسک‌ها، مانند عدم تحویل زمین و کارشکنی ساکنین مدنظر قرار نگرفت. این محدودیت خود از محدودیت روشی نشأت می‌گیرد؛ چون یکی از پیش فرض‌های اصلی در اغلب تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه مانند تکنیک AHP، BWM و SAW فرض استقلال میان عوامل است. بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از تکنیک‌هایی همچون ANP که فرض استقلال میان عوامل را ندارند، به‌منظور ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌های پژوهش استفاده شود. علاوه بر این، می‌توان از تکنیک‌هایی همچون ISM یا DEMATEL به‌منظور تعیین روابط میان ریسک‌های پژوهش استفاده کرد. در این پژوهش تنها معیار سنجش هم‌گرایی و سازگاری نظرات خبرگان همانا نرخ ناسازگاری بود که نویسندگان را مجبور به مراجعات مکرر برای اصلاح مقایسات ناسازگار کرد. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده از روش‌هایی مانند روش‌شناسی سیستم‌های نرم که مکانیسم‌هایی به‌منظور برقراری اجماع میان نظر خبرگان و ذی‌نفعان مسئله مورد بررسی دارد، استفاده شود و از این طریق با دستیابی به نتایجی که مورد توافق کلیه ذی‌نفعان است، ضمانت اجرایی طرح‌ها و استراتژی‌های منتج از نتایج پژوهش را تضمین کرد. از دیگر محدودیت‌های این پژوهش می‌توان به اندازه‌گیری ذهنی شاخص‌هایی همچون نرخ تورم، نرخ بهره بانکی و اطلاعات مالی پروژه که ماهیت عینی دارند، اشاره کرد. در این پژوهش به‌دلیل حساسیت ذی‌نفعان، دسترسی به اطلاعات مالی پروژه امکان‌پذیر نبود؛ پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده در صورت دسترسی به مستندات و اطلاعات مالی پروژه‌ها از اعداد و ارقام دقیق به جای قضاوت‌های ذهنی خبرگان استفاده شود تا به نتایج با قابلیت اعتماد و اطمینان بیشتری دست یافته شود.

۶- قدردانی

نویسندگان، مراتب قدردانی خود را از داوران محترم مجله که با نظرات ارزشمند خود سهم مهمی در غنی‌سازی این اثر داشتند، به جای می‌آورند.

References

- Abdul-Aziz, A. R. 2001. Unraveling of BOT scheme: Malaysia's Indah water konsortium. *Journal of Construction Engineering and Management*, 127, 457-460.

سپس به‌دلیل فقدان پژوهش‌های مشابه و ضعف‌های ادبیات پیشین، با بهره‌گیری از جلسات طوفان فکری، فهرست اولیه‌ای از ۶۰ ریسک تأثیرگذار بر پروژه تهیه شد که در ادامه با پالایش انجام شده از سوی خبرگان در نهایت ۳۰ ریسک برای مرحله ارزیابی و رتبه‌بندی انتخاب شد.

در گام بعد بر پایه مرور پژوهش‌های مشابه در حوزه عام مدیریت ریسک پروژه، سه معیار احتمال وقوع ریسک، اثر زمانی ریسک و اثر هزینه‌ای ریسک بر پروژه به‌عنوان معیارهای ارزیابی انتخاب شدند. با توجه به چندمعیاره بودن تصمیم در خصوص رتبه‌بندی ریسک‌ها و نیز برای افزایش دقت رتبه‌بندی، از تلفیق تکنیک بهترین و بدترین و تکنیک مجموع ساده وزنی استفاده شد. به این ترتیب که ابتدا با بهره‌گیری از تکنیک بهترین و بدترین، معیارهای ارزیابی ریسک، وزن‌دهی و سپس با بهره‌گیری از تکنیک مجموع ساده وزنی، مجموعه ریسک‌ها رتبه‌بندی شدند. نتایج حاصل از وزن‌دهی و اولویت‌بندی شاخص‌ها نشان داد که شاخص اثر زمانی ریسک بر پروژه مورد بررسی، مهم‌ترین شاخص پژوهش بود و بعد از آن شاخص احتمال وقوع ریسک و اثر هزینه‌ای ریسک بر پروژه قرار داشتند. همچنین نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌ها نشان داد که تغییر شرایط قانونی و استانداردها از سوی دولت، تغییر ناگهانی نرخ بهره بانکی، تغییرات شدید جوی، آسیب‌دیدگی نیروی انسانی سرمایه‌گذار و عملکرد نامناسب عوامل پروژه سرمایه‌گذار، پنج ریسک مهم تأثیرگذار بر پروژه تحت بررسی بودند.

هر چند این پژوهش می‌تواند به غنی‌سازی ادبیات پژوهش در این حوزه کمک کند و مدیران را در شناسایی و مدیریت مهم‌ترین ریسک‌های موجود در پروژه‌های مشارکت عمومی - خصوصی انتقال آب رهنمون شود، اما محدودیت‌هایی نیز وجود دارد. به‌عنوان مثال، یکی از ضعف‌های پژوهش‌های مطالعه موردی، قدرت تعمیم‌پذیری محدود آنها است، بنابراین پیشنهاد می‌شود، پژوهش‌های آینده برای افزایش قدرت تعمیم‌پذیری نتایج انجام شود. همچنین این در پژوهش ارتباط، هم‌بستگی و هم‌پوشانی برخی



- Ameyaw, E. E. & Chan, A. P. 2013. Identifying public-private partnership (PPP) risks in managing water supply projects in Ghana. *Journal of Facilities Management*, 11(2), 152-182.
- Amiri, O., Ayazi, A., Rahimi, M. & Khazaeni, G. 2021. Risks of water and wastewater PPP projects: an investors' perspective. *Construction Innovation*, 22(3), 87.
- Cui, C., Liu, Y., Hope, A. & Wang, J. 2018. Review of studies on the public-private partnerships (PPP) for infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 36, 773-794.
- Cunha Marques, R. & Berg, S. 2011. Public-private partnership contracts: a tale of two cities with different contractual arrangements. *Public Administration*, 89(4), 1585-1603.
- Eskandari, M., Taghavifard, M., Vanani, I. R. & Noori, S. G. 2021. An intelligent hybrid model for determining public-private partnership in Iranian water and wastewater industry based on collective tree algorithms. *Journal of Water and Wastewater*, 32(1), 69-90. (In Persian)
- Ezeldin, A. & Badran, Y. 2013. Risk decision support system for public private partnership projects in Egypt. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*, 3, 479-486.
- Hodge, G. A., Greve, C. & Boardman, A. E. 2010. *Conclusions: Public-Private Partnerships-International Experiences and Future Challenges*. Edward Elgar Publishing. Cheltenham, UK.
- Hwang, C. L. & Yoon, K. 1981. *Methods for Multiple Attribute Decision Making. Multiple Attribute Decision Making*. Springer. Helderberg, Berlin, Germany.
- Kahinda, J. M. M., Taigbenu, A. E. & Boroto, J. R. 2007. Domestic rainwater harvesting to improve water supply in rural South Africa. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 32(15-18), 1050-1057.
- Marin, P. 2009. *Public Private Partnerships for Urban Water Utilities: A Review of Experiences in Developing Countries*. The International Bank for Reconstruction and Development/The World Bank Publishing. Washington. USA.
- McQuaid, R. W. & Scherrer, W. 2010. Changing reasons for public-private partnerships (PPPs). *Public Money and Management*, 30(1), 27-34.
- Mishra, A. K. 2018. Sustainability and risk assessment of Salyankot water supply project in post-earthquake scenario. *International Journal of Operations Management and Information Technology*, 8(1), 1-30.
- Mishra, A. K. & Bhandari, S. 2018. Performance assessment of ongoing construction projects under town development fund, Nepal. *International Journal of Advanced Research in Civil and Structural Engineering*, 1, 27-39.
- Nozari Poor, A. R., Ghasem Sharabiani, M. & Olad Ghaffari, P. 2017. Public-private partnership in the water and wastewater industry. *Journal of Water and Sustainable Development*, 4(1), 9-20. (In Persian)
- Rassouli, B., Kheradyar, S. & Banimahd, B. 2018. Identify, rank and allocate critical risk the stages of public-private partnership by delphi technique in the context of resistance economy (case study: water and sewage industry Guilan Province). *Journal of Investment Knowledge*, 7(27), 125-140. (In Persian)
- Rezaeenour, J., Mousavi Saleh, M. & Kolahkaj, A. R. 2018. Analyzing the risk factors of private-public partnerships for water supply projects using fuzzy synthetic evaluation: a case study of Iranian water supply projects. *Water Science and Technology: Water Supply*, 18(3), 1005-1019.



- Rezaeenour, J. & Mousavi Saleh, M. 2017. Evaluation and ranking of public-private partnership risk factors in water supply projects, using FMEA and Fuzzy synthetic evaluation methods: a case study of Qom. *Iran-Water Resources Research*, 13(4), 100-117. (In Persian)
- Rezaei, J. 2015. Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Rezaei, J. 2016. Best-worst multi-criteria decision-making method: some properties and a linear model. *Omega*, 64, 126-130.
- Roozbahani, A., Ghased, H. & Shahedany, M. H. 2020. Inter-basin water transfer planning with grey COPRAS and fuzzy COPRAS techniques: a case study in Iranian central plateau. *Science of the Total Environment*, 726, 138499.
- Sachs, T., Tiong, R. & Wang, S. Q. 2007. Analysis of political risks and opportunities in public private partnerships (PPP) in China and selected Asian countries: Survey results. *Chinese Management Studies*, 1(2), 126-148.
- Sadeghi, S., Kazemi Kia, S., Kheirfam, H. & Hazbavi, Z. 2016. Experiences and consequences of inter-basin water transfer worldwide. *Iran-Water Resources Research*, 12(2), 120-140. (In Persian)
- Sohrabinejad, A. & Rahimi, M. 2015. Risk determination, prioritization, and classifying in construction project case study: gharb Tehran commercial-administrative complex. *Journal of Construction Engineering*, 2015, 1-10.
- Wibowo, A. & Mohamed, S. 2010. Risk criticality and allocation in privatised water supply projects in Indonesia. *International Journal of Project Management*, 28, 504-513.
- Xu, Y., Yeung, J. F., Chan, A. P., Chan, D. W., Wang, S. Q. & Ke, Y. 2010. Developing a risk assessment model for PPP projects in China A fuzzy synthetic evaluation approach. *Automation in Construction*, 19, 929-943.
- Yin, H., Li, Y. F. & Zhao, D. M. 2015. Risk factor empirical research of PPP projects based on factor analysis method. *American Journal of Industrial and Business Management*, 5, 383.



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

