

ارزیابی ریسک‌های مختلف پروژه‌های اجرایی در حوزه انرژی پدافند غیرعامل بر اساس رویکرد ترکیبی تصمیم‌گیری چندشاخصه

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۲/۱۵

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۲۴

کد مقاله: ۵۵۱۶۰

کیهان جعفریان^۱، امیر عباس شجاعی^{۲*}

چکیده

امروزه لزوم بکارگیری دانش مدیریت پروژه به عنوان عامل اصلی موفقیت در سازمان‌های پروژه محور آشکار است. به همین منظور در پژوهش حاضر، مطالعه موردی در حوزه پروژه‌های توسعه نیروگاه‌های برق پراکنده مقیاس کوچک کشور ایران و همچنین انجام مصاحبه‌های نیمه ساختار یافته با متخصصین و خبرگان در زمینه ریسک‌های توسعه نیروگاه‌های پراکنده پدافند غیر عامل در کشور قرار گرفته است. بدین منظور در گام نخست به شناسایی و غربال ریسک‌ها بر اساس نظر خبرگان انجام، سپس با استفاده از روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن‌دهی تدریجی، وزن معیارها به دست آمد. رتبه‌بندی نهایی ریسک‌های توسعه نیروگاه‌های تولید انرژی، با در نظر گرفتن نتایج گام‌های اولیه و با استفاده از روش ارزیابی تناسب جامع صورت گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که فقدان شرکت‌های پیمانکاری باتجربه و بودجه محدود و عدم وجود اسناد و اطلاعات برای فن‌آوری‌های جدید از اهمیت بالایی برخوردار هستند. چارچوب پیشنهادی می‌تواند به ذینفعان پروژه‌های نیروگاه‌های تولید انرژی در پدافندی غیر عامل در کشورهای در حال توسعه کمک کند تا ریسک‌های مهم و کلیدی شناسایی و تحلیل نمایند.

واژگان کلیدی: اولویت بندی ریسک، توسعه نیروگاه‌های تولید انرژی، پدافند غیرعامل، روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی، روش ارزیابی تناسب جامع

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب
۲- دکترای تخصصی و دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب (نویسنده مسئول) a_shojaie@azad.ac.ir

امروزه در کشور ایران، یکی از مسائل حائز اهمیت، افزایش چشمگیر خطرات مربوط به توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک پدافندی غیر عامل می‌باشد یا به عبارت دیگر درک و شناسایی کامل، مدیریت ریسک و ارائه استراتژی مناسب در برابر خطرات توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک موجود کشور است. با توجه به اینکه مدیریت موفق ریسک از درک کامل خطرات توسعه نیروگاه‌های تولید انرژی جدا نیست؛ ابتدا باید عوامل خطرات موجود یا احتمالی کشور به طور کامل و درست شناسایی سپس به ارائه راهبرد هایی جهت مدیریت پرداخت. در نتیجه برای دستیابی به موفقیت در شیوه‌های مدیریت ریسک، لازم است تا ابعاد اصلی و روابط متقابل آن‌ها را شناسایی شود. بحران انرژی در سال‌های اخیر، کشورهای جهان را بر آن داشته که با مسائل مربوط به انرژی، برخوردی متفاوت نمایند (عابدینی‌پور، ۱۳۹۵) که در این میان جایگزینی نیروگاه‌های تولید انرژی بزرگ با نیروگاه‌های مقیاس کوچک بر اساس دستورالعمل پدافندی غیر عامل، به منظور کاهش و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، کنترل عرضه و تقاضای انرژی و کاهش انتشار گازهای آلاینده مورد توجه قرار گرفته است. از بین انواع مختلف نیروگاه‌های تولید انرژی، توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک پدافندی غیر عامل در سال‌های اخیر با رشد قابل توجهی روبرو شده است. اقبال و گسترش استفاده از این انرژی، لزوم دستیابی به دانش فنی تکنولوژی‌های مرتبط را ایجاب می‌کند (کاوالارو، ۲۰۱۸). از این رو با توجه به توسعه مفاهیم حوزه انرژی‌های مقیاس کوچک، چالش‌های عملیاتی و اجرایی در راهبرد اجرای طرح‌های اجرایی بوجود آورده است. همچنین پرداختن به چالش‌های توسعه نیروگاه‌های پدافندی غیر عامل، یکی از چالش‌های اساسی کشورها در این حیطه می‌باشد که مطابق با بررسی‌های انجام شده در مرور ادبیات پژوهشی دریافتیم، اکثر پژوهش‌ها چالش‌های ارائه مولفه‌های اثر بخش در این حوزه را بعنوان آینده پژوهشی خود ارائه نمودند. مدیریت ریسک مولفه‌های موثر بر انرژی‌های نیروگاه‌های مقیاس کوچک امری استراتژیک در صنعت نیرو خواهد بود چرا که در چشم‌انداز آینده کشور و همچنین سند چشم‌انداز بیست ساله این موضوع به کرات اشاره شده است. از این رو پرداختن به مساله ریسک‌های اجرایی، یکی از راهبردهای بسیار از سازمان‌ها و پژوهشگران است که ضرورت پرداختن به این مفهوم جدید را آشکار می‌سازد. والی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله خود، روشی برای اولویت‌بندی ریسک در پروژه‌های توسعه ای زیر ساختی با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای و با مطالعه موردی در یک پروژه ملی در کشور ایران ارائه نموده‌اند. اطلاعات مربوط به این پژوهش از طریق مطالعه ادبیات، مصاحبه و بررسی پرسشنامه‌های از متخصصان در زمینه پروژه‌های زیر ساختی جمع‌آوری شده است. نتایج به دست آمده از این تحقیق نشان داد که ریسک‌های مالی، حقوقی و سیاسی مهمترین گروه ریسک‌های شناسایی شده در پروژه‌های زیر ساختی هستند، اگرچه طراحی نامناسب، تغییر در ارزش زمین‌های اعطا شده و پایان دادن به امتیازات نیز از درجه اهمیت بالایی در بین ریسک‌های شناسایی شده برخوردار هستند (ولی‌پور، ۲۰۱۳) ماهیت توسعه زیر ساخت‌های پدافندی همواره با مفاهیم انکابی و تامل‌پذیری همچون پذیرش ریسک سر و کار خواهد داشت. و بدون پذیرش ریسک قادر به سودآوری و رشد نیستند. ریسک در پروژه‌های زیر ساختی پدافندی رویدادها یا وضعیت‌های ممکن الوقوع نامعلومی هستند که در صورت وقوع بصورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه موثر می‌باشد هر یک از این رویدادها یا وضعیت‌ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. یکی از مشکلات سازمان‌های پروژه محور، شناسایی و نحوه برخورد با ریسک در پروژه می‌باشد، بنابراین فاز شناسایی و اولویت‌بندی ریسک، مسئله‌ای مهم در مدیریت ریسک است. در این مقاله به دنبال روشی مفید برای تصمیم‌گیری و انتخاب اولویت مناسب ریسک و رتبه‌بندی آن‌ها در پروژه توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک پدافندی هستیم تا نتایج این مطالعه، کمکی به مدیران و کارشناسان حوزه نیرو باشد. الگوریتم این تحقیق بر مبنای شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک طراحی شده است. روش خاص بررسی و رتبه‌بندی این ریسک‌ها، متفاوت از مطالعات گذشته می‌باشد و تاکنون برای ریسک‌های پروژه‌های زیر ساختی استفاده نشده است. در مرحله اول ریسک‌های قراردادهای زیر ساختی را از طریق مرور ادبیات و روش دلفی فازی غیربالگری نموده سپس با استفاده از مصاحبه بسته از کارشناسان نظام مهندسی خواسته می‌شود ریسک‌های مؤثر در توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک بر اساس اهمیت انتخاب شوند در ادامه به شناسایی معیارهای ارزیابی ریسک می‌پردازیم و با استفاده از روش SWARA به ارزیابی وزن هر معیار خواهیم پرداخت، در انتها برای رتبه‌بندی ریسک‌های مؤثر، از روش COPRAS استفاده می‌کنیم. ادامه مطالب این مقاله از مرور مطالعات گذشته در ارتباط با شناسایی و ارزیابی ریسک‌های زیر ساختی آغاز می‌گردد. سپس به معرفی فرمول‌ها و تکنیک‌های ارزیابی ریسک می‌پردازد. پس‌از آن کاربرد روش‌شناسی پیشنهادی نشان داده می‌شود، سپس نتایج و بحث‌های مربوطه بیان می‌شوند. نتیجه‌گیری و چشم‌اندازها در بخش آخر ارائه می‌گردند.

۲- پیشینه تحقیق

که و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود به بررسی مسئله تخصیص ریسک‌های موجود در جهت پیاده‌سازی قراردادهای زیر ساخت‌های پدافندی پروژه‌های ساخت و ساز کشور چین با استفاده از تکنیک دلفی پرداخته‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که بخش دولتی تنها مسئولیت ریسک (سبک مالکیت و بومی‌سازی) را بر عهده خواهد داشت و مسئولیت اکثریت ریسک‌های شناسایی شده بعدی مربوط به مقامات دولتی بوده و مستلزم اقدامات آنها خواهد بود. علاوه بر این، چهارده ریسک که بخش‌های

اجرایی و عملیاتی قادر به مقابله با آنها نیستند، باید به طور مساوی در بین آنها به هماهنگی و یکپارچگی ایجاد شود. بخش اجرایی مسئولیت ۱۰ ریسکی که در سطح پروژه قرار دارد را بر عهده داشته و بر این اساس باید راهکارهای اجرایی در راستای برون رفت از ریسک‌های شناسایی شده پیشنهاد نمایند (که، ۲۰۱۰). آلبرت و همکاران (۲۰۱۰) در پژوهش خود با انجام پیمایشی موانع اصلی اجرای موفق پروژه زیر ساختی در پکن و هنگ کنگ را بررسی کرده و بر این اساس، به اولویت‌بندی ۱۳ مانع بالقوه پروژه پدافندی استخراج شده از ادبیات پژوهشی تحقیق پرداخته‌اند. براساس یافته‌های این تحقیق، سه مانع تأخیرات زیاد در روند مذاکرات، نبود تجربه و مهارت کافی و تأخیرات زیاد به دلیل مناقشات و مباحث سیاسی در انعقاد قراردادهای مشارکت عمومی - خصوصی، به ترتیب به عنوان موانع اصلی توسعه مشارکت در پکن بوده که مورد اول و سوم در هنگ کنگ نیز صادق بوده است؛ ولی عامل رسیدن تعداد کمی از پروژه‌ها به مرحله عقد قرارداد لغو قرارداد پیش از انعقاد آن (در رتبه دوم به لحاظ درجه مانعیت مشارکت، در هنگ کنگ ارزیابی شده است) (آلبرت، ۲۰۱۰). آجیمانگ (۲۰۱۱) در مطالعه خود با عنوان کارایی پروژه‌های زیرساختی با پیمایش‌های مختلف به بررسی عوامل موفقیت این پروژه‌ها پرداخته است. این تحقیق بیان می‌دارد که تخصیص ریسک باید به عنوان یکی از موضوعات مهم در پروژه‌های زیر ساختی مورد توجه قرار بگیرد. بخش دیگر تحقیق که به شناسایی و رتبه‌بندی مشکلات و محدودیت‌های این مشارکت‌ها می‌پردازد، دعاوی عمومی و کاربرد صرف پروژه‌های بزرگ در پروژه‌های زیر ساختی به عنوان دو مشکل عمده این مشارکت‌ها ارزیابی شده‌اند (آجیمانگ، ۲۰۱۱). والی‌پور و همکاران (۲۰۱۳) در تحقیق خود اقدام به ارائه یک رویکرد بهینه‌سازی چند هدفه برای تخصیص ریسک در پروژه‌های زیر ساختی با مطالعه موردی در کشور مالزی پرداخته‌اند. در این تحقیق، ریسک‌های موجود در پروژه‌ها از طریق بررسی جامع ادبیات و بررسی پرسشنامه حاصل از متخصصان درگیر در پروژه‌های زیر ساختی در کشور مالزی، مورد شناسایی قرار گرفته و سپس توابع هدف به منظور به حداقل رساندن کل زمان و هزینه پروژه و به حداکثر رساندن کیفیت با رعایت محدودیت‌های آستانه ریسک، توسعه یافته است. ماهیت ترکیبی مسئله تخصیص ریسک، یک وضعیت چند هدفه را که می‌تواند به عنوان یک مشکل پیچیده شبیه‌سازی شود، توصیف می‌کند (ولی‌پور، ۲۰۱۳). لیو و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیق خود، به ارزیابی مهمترین عوامل مؤثر بر اثربخشی و کارایی تدارکات در پروژه‌های نیروگاهی مبتنی بر روش مشارکت‌های عمومی - خصوصی در کشورهای استرالیا و چین پرداخته‌اند. در این تحقیق، ۱۴ عامل بحرانی در پیاده‌سازی تدارکات در پروژه‌های نیروگاهی مشارکت‌های عمومی - خصوصی تحت اثر ۷ عامل اصلی توسعه کسب و کار، کیفیت روند انجام کار، ظرفیت بخش دولتی، ساختار دولتی، اثربخشی ارتباطات، تعادل بین رقابت ارکان پروژه و شفافیت فرایندهای مناقصه شناسایی شده و نتایج تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای این عوامل در دو کشور مذکور، نشان داد که اختلاف آماری معنی داری در خصوص میزان اهمیت عوامل در بین پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی دو کشور مورد مطالعه وجود داشته و با اتخاذ استراتژی‌های توصیه شده، هر دو بخش دولتی و خصوصی درگیر در پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی در موفقیت بهتری برای ساخت و مدیریت فرایندهای مناقصه قرار خواهند گرفت (لیو، ۲۰۱۶). کی‌پرس و فینما (۲۰۱۸) در تحقیق دیگری به بررسی و ارزیابی ریسک و شیوه‌های مدیریت ریسک در پروژه‌های نیروگاهی مشارکت‌های عمومی - خصوصی پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان داد که سازمان‌ها با چندین «ریسک غیر قابل جبران» مرتبط با مدیریت پروژه و مسئولیت‌های مدیریت پروژه مواجه هستند که از جمله مهمترین آنها می‌توان به عدم وجود تعداد کافی از کارکنان واجد شرایط، عدم وجود یک تیم با سیستم عملکردی مشترک، عدم اختصاص شفاف مسئولیت‌ها و نبود قدرت تصمیم‌گیری در پروژه در حین بروز تغییرات، عدم وجود توافق برای مشارکت در به عهده گرفتن تغییرات مورد نیاز در طول پروژه، نبود زمان‌بندی مشخص برای شروع مشارکت در پروژه اشاره نمود (کی‌پرس، ۲۰۱۸). تجزیه و تحلیل عوامل شناسایی شده در این تحقیق نشان داد که نقش سطوح مختلفی از آگاهی ریسک و دخالت مدیریت ارشد در کاهش و برون رفت از ریسک‌های شناسایی شده بسیار حائز اهمیت می‌باشد. همانطور که از مرور ادبیات پژوهشی مشخص گردید، شکاف تحقیقاتی که در پژوهش‌های پروژه‌های مشارکت‌های عمومی - خصوصی وجود دارد عدم پرداختن به ریسک‌های ارزیابی بر اساس رویکرد های دقیق است از این رو در این پژوهش رویکرد های جدیدی در این حوزه پرداخته می شود.

۳- روش تحقیق

روش تحقیق مسئله در این پژوهش بر مبنای شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های توسعه نیروگاه های مقیاس کوچک پدافند غیر عامل طراحی شده و شامل دو بخش اصلی است. بخش اول، ریسک‌های پروژه‌های توسعه نیروگاه های مقیاس کوچک از طریق مصاحبه بسته و دلفی فازی، از قبیل مقالات علمی، منابع اینترنتی، کتاب‌ها و اسناد موجود در شرکت‌های توسعه نیروگاهی شناسایی شده است، سپس با طراحی پرسشنامه از خبرگان خواسته شده تا ریسک‌ها را ارزش دهی کنند تا اهمیت هر ریسک مشخص گردد سپس غربال سازی ریسک‌ها با در نظر گرفتن میانگین کل ارزش‌ها انجام گرفته است و ریسک‌هایی که اهمیتشان از میانگین کل بیشتر بوده انتخاب شده‌اند. بخش دوم، به شناسایی معیارهای ارزیابی ریسک پرداخته و در ادامه با استفاده از روش SWARA وزن هر شاخص مورد ارزیابی قرار گرفت.

روش تحلیل نسبت ارزیابی وزن دهی تدریجی^۱ (SWARA)

روش (SWARA) یکی از روش‌های نوین تصمیم‌گیری چندمعیاره است که در سال ۲۰۱۰ برای توسعه‌ی روش تحلیل اختلاف معقول بین معیارها به کار گرفته شد (کرسولین، ۲۰۱۰). SWARA بر مبنای نظرات خبرگان استوار است و یک روش کاملاً قضاوتی می‌باشد. در این روش خبرگان می‌توانند با یکدیگر مشورت کنند، این مشورت نتایج حاصله را نسبت به دیگر روش‌های MCDM دقیق‌تر می‌کند (دهنویی، ۲۰۱۵). روش SWARA ساده و قابل فهم است و در مقایسه با روش‌هایی مانند AHP و ANP پیچیدگی کمتری دارد و به راحتی برای تعداد زیادی از مسائل تصمیم‌گیری قابل استفاده است (ذلفانی و همکاران، ۲۰۱۸). فرآیند رتبه‌بندی و وزن دهی معیارها با استفاده از روش SWARA به شرح زیر است:

فاز اول) رتبه‌بندی معیارها

در این فاز ابتدا با استفاده از پرسشنامه از کارشناسان خواسته می‌شود رتبه هر معیار را مشخص کنند، بطوریکه مهم‌ترین معیار، رتبه‌ی یک را گرفته و به کم‌اهمیت‌ترین آن‌ها رتبه‌ی آخر تعلق خواهد گرفت، سپس گام‌های زیر انجام می‌شود: (ذلفانی، ۲۰۱۸)

اعداد فازی مثلثی

بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی، یک عدد فازی، مجموعه فازی خاصی به صورت $\tilde{A} = x \in R / \mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد که در آن، x مقادیر حقیقی عضو مجموعه R را می‌پذیرد و تابع عضویت آن به صورت $\mu_{\tilde{A}}(x)$ می‌باشد. یک عدد فازی مثلثی A عددی با تابع عضویت تکه‌ای خطی μ_A به صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

(۱)

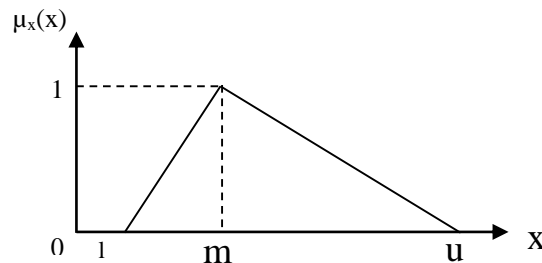
$$\mu_x(x) = \begin{cases} (x-l)/(m-l) & l \leq x < m \\ 1 & x = m \\ (u-x)/(u-m) & m < x \leq u \\ 0 & otherwise \end{cases}$$

l: کران پایین

m: محتمل ترین حالت

u: کران بالا

که می‌تواند به صورت عدد فازی مثلثی (l, m, u) نشان داده شود. شکل ۱، این تابع عضویت را نمایش می‌دهد.



شکل ۱: عدد فازی مثلثی (ساعتی، ۱۹۷۰)

پس از گردآوری داده‌ها، میانگین فازی نظرات n پاسخ‌دهنده با استفاده از رابطه (۲) محاسبه می‌شود. در ادامه کار از روابط (۳)، (۴)، (۵) و (۶) جهت فازی‌زدایی و تعیین میزان اهمیت شاخص‌ها استفاده می‌شود و شاخص‌های دارای ارزش کمتر از مقدار میانگین حذف می‌گردند.

(۲)

$$\text{FuzzyAverage} = \left[\frac{l_1 + l_2 + \dots + l_n}{n}, \frac{m_1 + m_2 + \dots + m_n}{n}, \frac{u_1 + u_2 + \dots + u_n}{n} \right]$$

FuzzyAverage: میانگین فازی n : تعداد شاخص‌های مساله

$$x_{\max}^1 = \frac{l + m + u}{3} \quad (۳)$$

¹ Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis

$$x_{\max}^2 = \frac{l + 4m + u}{6} \quad (4)$$

$$x_{\max}^3 = \frac{l + 2m + u}{4} \quad (5)$$

$$\text{Crisp Number} = \max \{ x_{\max}^1, x_{\max}^2, x_{\max}^3 \} \quad (6)$$

پس از غربالگری ریسک های شناسایی شده در گام بعدی اولویت بندی معیار های ارزیابی ریسک ها انجام می شود که روند انجام به شرح ذیل است:

$\bar{t}_j = \frac{\sum_{k=1}^r t_{jk}}{r}$	<p>مقادیر t_{jk} برای پردازش آماری از طریق مصاحبه با پاسخ دهندگان به دست می آیند، سپس میانگین مقدار ویژگی \bar{t}_j محاسبه می شود.</p> <p>(t_{jk} رتبه بندی معیار j از طریق پاسخ دهنده k است و r تعداد پاسخ دهندگان می باشد)</p>	<p>محاسبه مقادیر t_{jk}</p>	(7)
$q_j = \frac{\bar{t}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{t}_j}$	<p>وزن معیارها با تقسیم مجموع میانگین مقادیر معیارها بر میانگین مقدار هر معیار محاسبه می شوند.</p> <p>(n تعداد معیارهای ارزیابی می باشد و مجموع وزن معیارها باید معادل با یک باشد، که به معنای $\sum_{j=1}^n q_j = 1$ است)</p>	<p>شناسایی وزن ها (q_j)</p>	(8)
$\sigma^2 = \frac{1}{r-1} \sum_{k=1}^r (t_{jk} - \bar{t}_j)^2$	<p>طبق نظر کارشناسان</p>	<p>محاسبه پراکندگی رتبه بندی معیارها σ^2</p>	(9)
$W = \frac{12S}{r^2(n^3 - n) - r \sum_{k=1}^r T_k} \in [0; 1]$	<p>قابلیت اطمینان داده ها می تواند با ضریب همبستگی (سازگاری) نظرات پاسخ دهندگان از طریق توصیف میزان نزدیکی دیدگاه های فردی بیان شود.</p> <p>(S مجموع مربعات انحراف رتبه بندی های هر معیار است. T_k شاخص رتبه های تکرار شده در مرتبه r است)</p>	<p>تعیین مقادیر W</p>	(10)
$S = \sum_{j=1}^n \left[\sum_{k=1}^r t_{jk} - \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^r t_{jk} \right]^2$	<p>درجه آزادی معیارها $v = n - 1$ است.</p>	<p>تعیین انحراف رتبه بندی معیارها</p>	(11)
$\kappa_{\alpha v}^2 = W \cdot r \cdot (n - 1) = \frac{12S}{r \cdot n(n + 1) - \frac{1}{n-1} \sum_{k=1}^r T_k}$	<p>محاسبه مقادیر κ^2</p>	<p>محاسبه مقادیر κ^2</p>	(12)
<p>در گام نهایی چنانچه مقدار محاسبه شده κ^2 بزرگ تر از مقدار بحرانی جدول κ_{tbl}^2 برای سطح از پیش تعیین شده معناداری (برای مثال، $\alpha=0.05$) باشد، پس فرضیه درباره توافق "نظرات" کارشناسان مستقل رد نمی شود. همچنین، اگر $\kappa_{\alpha v}^2 > \kappa_{tbl}^2$، معناداری ضریب همبستگی در سطح α وجود دارد؛ توافق عقاید کارشناسان رضایت بخش است و نظرات گروه تثبیت می شود.</p>		<p>آزمایش $\kappa^2 > \kappa_{tbl}^2$</p>	(13)

۴. یافته های پژوهشی

هرساله پروژه های توسعه نیروگاه های مقیاس کوچک پدافندی به دلیل افزایش جمعیت اجرا می گردد. باگذشت زمان این پروژه ها اثرات مخربی بر محیط زیست می گذارند در نتیجه مدیریت مناسب پروژه های نیروگاهی راهکار مناسبی برای کاهش این اثرات می باشد؛ بنابراین، لازم است ارزیابی ریسک بر روی پروژه های توسعه نیروگاهی پدافندی غیر عامل صورت گیرد تا راهکار مفیدی برای مدیران باشد.

در روش هایی که مبتنی بر نظرات خبرگان است، بیشتر ازینکه به تعداد خبرگان اهمیت داده شود، توان علمی و ارتباط داشتن دانش افراد با موضوع اهمیت دارد، با توجه به استفاده از رویکرد روش دلفی، تعداد خبرگان ۲۷± است (ستی، ۱۹۷۷). کارشناسان تحقیق شامل افرادی است که در پروژه موردنظر درگیر یا از آن اطلاع دارند که شامل ۹ نفر از کارشناسان پروژه های نیروگاهی می باشند

گام اول شناسایی ریسکها: پس از بررسی های گوناگون با استفاده از مطالعات کتابخانه ای، مقالات، اسناد، پایان نامه های در دسترس در خصوص ریسک های پروژه های مشارکت های عمومی - خصوصی، اطلاعاتی جمع آوری شده است. براین اساس، ۵۲ ریسک توسعه نیروگاهی در ۱۲ گروه شناسایی گردید که در جدول ۳ نشان داده شده است.

گام دوم بررسی میزان اهمیت ریسکها: در این گام برای مشخص نمودن اهمیت هر یک از ریسک های پروژه های توسعه نیروگاه های پراکنده مقیاس کوچک پرسشنامه ای طراحی می شود و بین کارشناسان توزیع می گردد که به وسیله ی نظرخواهی از صاحب نظران، کارآمد بودن و یا نبودن ریسکها مشخص شود. اگرچه کارشناسان از شایستگی ها و توانایی های ذهنی خود برای انجام مقایسات استفاده می نمایند، با توجه به جدول ۱ معرفی شده از طیف فازی روش دلفی. از خبرگان درخواست می شود تا نظرات خود را در خصوص غربالگری ریسک های شناسایی شده بیان نمایند.

پس از پاسخ دادن پرسشنامه توسط کارشناسان در خصوص اهمیت هر یک از ریسک های توسعه نیروگاهی، پرسشنامه موردنظر جمع آوری شده است، در ادامه برای غربال و تأیید نهایی ریسکها، هر ریسکی که ارزشش بیشتر مساوی میانگین کل ارزشها (۴,۰۲۷) بود جزء ریسک های کارآمد به حساب می آید، انتخاب می شود و هر ریسکی که ارزشش کمتر از میانگین کل ارزشها بود جزء ریسک های ناکارآمد به حساب می آید و حذف می شود.

گام سوم پالایش و غربال ریسکها: پس از حذف ریسک های ناکارآمد با استفاده از رویکرد روش دلفی فازی، ریسک های مؤثر برای پروژه های نیروگاهی مقیاس کوچک پدافندی غیر عامل نیز در جدول ۳ نشان داده شده است؛ که شامل ۲۶ ریسک می باشد که در ۹ گروه طبقه بندی شده است.

جدول ۳- ریسک های پروژه های توسعه نیروگاهی پدافند غیر عامل

گروه	ریسکها	منابع	ارزش	ریسکها
ساخت	عدم رعایت استاندارد	(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ پولات و همکاران، ۲۰۱۷)	۴,۴۴۴	✓
	تأخیر در تحویل تجهیزات	(ولی پور و همکاران، ۲۰۱۵؛ هوانگ، ۲۰۱۷)	۴,۱۱۱	✓
اقتصادی و مالی	تورم	(شی و همکاران، ۲۰۱۳؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	۴,۴۴۴	✓
	هزینه های اضافی	(شی و همکاران، ۲۰۱۳؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	۳,۷۷۸	
	تأثیر نوسانات نرخ ارز	(ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	۴,۱۱۱	✓
	مقاومت از طرف ذینفعان برای تصویب ایده ها	(ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶؛ فرجی اصل، ۱۳۹۳؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ زو و کوانی، ۲۰۱۲)	۴,۲۲۲	✓
	پیش بینی نادرست تقاضای بازار و عدم برآورد دقیق	(ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۶)	۴,۲۲۲	✓
	کمبود تجربه مدیریتی	(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶)	۳,۸۸۹	
	عدم آگاهی تکنولوژی	(زو و کوانی، ۲۰۱۲؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	۴,۶۶۷	✓
	کیفیت پایین مواد	(اطمینانی مقدم، ۱۳۸۴؛ فرجی اصل، ۱۳۹۳)	۳,۵۵۶	
	بودجه محدود	(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ یانگ و زو، ۲۰۱۴)	۴,۵۵۶	✓
	مدیریت	تخصیص نامشخص نقشها	(یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ شی و همکاران، ۲۰۱۳)	۴,۶۶۷
عدم وجود اسناد و اطلاعات		(شی و همکاران، ۲۰۱۳؛ پولات و همکاران، ۲۰۱۷)	۴	
نداشتن اهداف واقع بینانه		(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	۴,۳۳۳	✓
کیفیت طراحی نامناسب		(شی و همکاران، ۲۰۱۳)	۳,۸۸۹	
عدم اطمینان در عملکرد مواد و تجهیزات		(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ یانگ و زو، ۲۰۱۴؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	۳,۱۱۱	
فقدان اطلاعات / اسناد		(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	۴,۶۶۷	✓
فقدان شرکت های پیمانکاری باتجربه		(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ یانگ و زو، ۲۰۱۴؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	۴,۲۲۲	✓
کنترل کیفیت نامناسب		(فرجی اصل، ۱۳۹۳؛ قبادی و همکاران، ۱۳۹۶)	۴,۱۱۱	✓
دوام مواد (تکنولوژی جدید)		(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ چاترجی، ۲۰۱۸)	۳,۴۴۴	
طراحی		فن آوری های غیرمجاز	(پولات و همکاران، ۲۰۱۷)	۴

ریسک‌ها	ارزش	منابع	ریسک‌ها	گروه
✓	۴,۳۳۳	(زو و کوانی، ۲۰۱۲؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	پیچیدگی فنی	
✓	۴,۳۲۲	(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ تالین، ۲۰۱۱)	تغییر سیاست‌ها یا قوانین و مقررات محلی	
	۳,۷۷۸	(پولات و همکاران، ۲۰۱۷)	عدم تعریف روشن از مواد	
	۳,۷۷۸	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	کمبود متخصصان ماهر	زیستی
	۳,۶۶۷	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ ولی پور، ۲۰۱۷)	نبود تجهیزات ایمنی	
✓	۴,۲۲۲	(شی و همکاران، ۲۰۱۳؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	عدم رعایت استاندارد	کیفیت و مسائل فنی
✓	۴,۲۲۲	(کین و همکاران، ۲۰۱۶)	تاخیر در تحویل تجهیزات	
	۳,۸۸۹	(زو و کوانی، ۲۰۱۲؛ شی و همکاران، ۲۰۱۳)	تورم	
✓	۴,۱۱۱	(زو و کوانی، ۲۰۱۲؛ ولی پور و همکاران، ۲۰۱۳)	هزینه‌های اضافی	
✓	۴,۳۲۲	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	تأثیر نوسانات نرخ ارز	
✓	۴,۲۲۲	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	مقاومت از طرف ذینفعان	
✓	۴,۴۴۴	(کین و همکاران، ۲۰۱۶)	پیش‌بینی نادرست تقاضا	
	۳,۸۸۹	(کین و همکاران، ۲۰۱۶)	کمبود تجربه مدیریتی	
✓	۴,۳۳۳	(کین و همکاران، ۲۰۱۶؛ ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶)	عدم آگاهی تکنولوژی و مواد	
	۳,۸۸۹	(یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ ولی پور، ۲۰۱۵)	کیفیت پایین مواد و تجهیزات	
	۳,۸۸۹	(ولی پور و همکاران، ۲۰۱۵)	بودجه محدود	سیاسی
✓	۴,۳۲۲	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	تخصیص نامشخص نقش‌ها	
	۳,۸۸۹	(ژاعو و همکاران، ۲۰۱۶؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	عدم وجود اسناد و اطلاعات	مواد
✓	۴,۳۲۲	(پولات و همکاران، ۲۰۱۷)	نداشتن اهداف واقع‌بینانه	
	۳,۸۸۹	(یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ هوانگ، ۲۰۱۷)	کیفیت طراحی نامناسب	نیروی کار
✓	۴,۳۳۳	(هوانگ و همکاران، ۲۰۱۷)	عدم اطمینان در عملکرد	
	۳,۸۸۹	(تقی زاده، ۱۳۹۳)	فقدان اطلاعات / اسناد	قانونی
	۳,۷۷۸	(کین و همکاران، ۲۰۱۶)	فقدان شرکت‌های پیمانکاری	
	۳,۷۷۸	(یانگ و همکاران، ۲۰۱۶؛ چاترجی، ۲۰۱۸)	کنترل کیفیت نامناسب	
	۳,۱۱۱	(پانتھی و همکاران، ۲۰۰۹؛ ال سابق، ۲۰۰۸)	دوام مواد (تکنولوژی جدید)	
	۳,۵۵۶	(خاکسر، ۱۳۸۷؛ فرجی اصل، ۱۳۹۳)	استفاده از فن‌آوری غیرمجاز	اجتماعی
	۳,۸۸۹	(خاکسر، ۱۳۸۷؛ فرجی اصل، ۱۳۹۳)	پیچیدگی فنی	
	۳,۷۷۸	(ژی، ۱۹۹۵؛ لو و یان، ۲۰۱۳؛ پانتھی و همکاران، ۲۰۰۹؛ چاترجی و همکاران، ۲۰۱۸)	تغییر سیاست‌ها یا قوانین و مقررات محلی	ایمنی
	۳,۷۷۸	(هلاپینگ و همکاران، ۲۰۰۸؛ چاترجی، ۲۰۱۸)	عدم تعریف روشن از مواد	
	۳,۵۵۶	(اکبری، ۱۳۹۳؛ فرجی اصل، ۱۳۹۳)	کمبود متخصصان ماهر	
✓	۴,۳۲۲	(اکبری، ۱۳۹۳؛ کین و همکاران، ۲۰۱۶)	نبود تجهیزات ایمنی	

گام چهارم) شناسایی معیارهای ارزیابی ریسک در پروژه‌های توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک پدافندی غیر عامل: پس از بررسی‌های گوناگون با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات، اسناد، پایان‌نامه‌های در دسترس در مورد موضوع مرتبط، اطلاعاتی در خصوص معیارهای ارزیابی ریسک جمع‌آوری شده است. براین اساس ۱۲ معیار به‌منظور ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های نیروگاهی شناسایی گردید که در جدول ۴ نمایش داده شده است.

جدول ۴- معیارهای ارزیابی ریسک‌های پروژه‌های توسعه نیروگاهی مقیاس کوچک

معیار	توضیحات	هزینه/ سود	منابع
۱	آسیب‌پذیری و ضعف یک دارایی است که می‌تواند آن را به یک رخداد تبدیل کند.	هزینه	(ذگردی، ۲۰۱۲؛ سروری و همکاران، ۲۰۱۴؛ ولی پور و همکاران، ۲۰۱۵)
۲	تهدید به‌عنوان یک رویداد با تأثیر بالقوه نامطلوب که بر روی اهداف پروژه تعریف می‌شود.	هزینه	(سروری و همکاران، ۲۰۱۴؛ زربخش نیا و همکاران، ۲۰۱۸)
۳	نتیجه یا دست آورد به‌عنوان یک رخداد یا حادثه	هزینه	(ولی پور و همکاران، ۲۰۱۵)
۴	یک ریسک ممکن است در هنگام برخورد با یک موضوع خاص، توجه خاصی را جلب کند.	هزینه	(تایلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ اسلام و همکاران، ۲۰۱۷)
۵	کمبود اطلاعات در خصوص ماهیت تابع توزیع احتمال معیارهای ریسک	هزینه	(سروری و همکاران، ۲۰۱۴؛ زربخش نیا و همکاران، ۲۰۱۸)
۶	مجاورت ریسک فاصله ایست که در طول آن انتظار می‌رود ریسک رخ دهد	هزینه	(هونگ و همکاران، ۲۰۱۳؛ اسلام و همکاران، ۲۰۱۷)
۷	تأثیری که یک ریسک بر ریسک‌های دیگر	هزینه	(زربخش نیا و همکاران، ۲۰۱۸)
۸	قابلیت پاسخ مناسب برای کاهش تأثیر رخداد مربوطه	سود	(تایلان و همکاران، ۲۰۱۴؛ ولی پور و همکاران، ۲۰۱۵)
۹	این معیار تعیین می‌کند که ریسک ممکن است چه زمانی و کجا در پروژه رخ دهد	سود	(اسلام و همکاران، ۲۰۱۷؛ زربخش نیا و همکاران، ۲۰۱۸)
۱۰	میزان کنترل کردن یک ریسک معین	سود	(ذگردی و همکاران، ۲۰۱۲؛ سروری و همکاران، ۲۰۱۴)
۱۱	قابلیت و پتانسیل شناسایی و از بین بردن نقص	سود	(زربخش نیا و همکاران، ۲۰۱۸)
۱۲	میزان احتمالی که هر ریسک رخ خواهد داد	سود	(هونگ و همکاران، ۲۰۱۳)

۴-۱- نتایج محاسباتی

ارزیابی وزن معیارها با روش SWARA ابتدا طی پرسشنامه از جامعه آماری خواسته شد تا معیارهای شناسایی شده در جدول ۴ را اولویت‌بندی نمایند، بطوریکه معیارهای پراهمیت در رده‌های بالاتر و معیارهای کم‌اهمیت‌تر در رده‌های پایین‌تر قرار گیرند. پس از رتبه‌بندی معیارها توسط کارشناسان، فرآیند رتبه‌بندی معیار با استفاده از الگوریتم گفته شده در SWARA پیاده‌سازی خواهد شد. محاسبات در جدول ۵ نشان داده شده است.

پس از انجام محاسبات، نتایج نشان داد $\chi_{\alpha, n}^2 = 90.53 > \chi_{tbl}^2$ ، در نتیجه فرضیه رضایت کارشناسان در رتبه‌بندی پذیرفته شده است و نتایج رتبه‌بندی معیارها در جدول ۵ آمده است. پس از رتبه‌بندی معیارها، اهمیت نسبی هر یک از معیارها بدین صورت محاسبه می‌گردد: برای به دست آوردن اهمیت نسبی معیارها طی پرسشنامه از جامعه آماری خواسته شد تا با در نظر گرفتن بازه ۰،۵، هر یک از معیارهای اولویت‌بندی شده را نسبت به معیار قبلی مورد ارزیابی قرار دهند. از آنجاکه تمامی معیارها از اهمیت برخوردار هستند و نباید در وزن دهی تفاوت زیادی به وجود بیاید از بازه ۰،۵ استفاده می‌شود. معیار اول فاقد اهمیت نسبی می‌باشد از معیار دوم به بعد هر معیار با معیار قبل خود سنجیده می‌شود. در نهایت نتایج حاصله از پرسشنامه نیز ریک فرم جمع‌آوری می‌شود و با توجه به میانگین حاصله از مجموعه پرسشنامه، اهمیت نسبی هر معیار به دست می‌آید. سپس طبق روابط SWARA، ضریب k_j ، وزن اولیه شاخص‌ها (q_j) و وزن نهایی هر معیار (w_j) به دست می‌آید که در جدول ۶ نشان داده شده است.

جدول ۵- فرآیند محاسبات رتبه‌بندی معیارها

معیار											فرآیند محاسبه	
۱۲	۱۱	۱۰	۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲		۱
۶۵	۷۱	۸۴	۸۴	۸۱	۶۵	۶۵	۵۹	۶۱	۵۷	۶۵	۶۸	مجموع رتبه‌ها $\sum_{k=1}^{r=9} t_{jk}$
۱۰۰۰۰	۱۰۰۰	۷۷۰۰	۷۰۰۰	۶۵۰۰	۱۱۰۰	۸۵۰۰	۹۰۰۰	۹۰۰۰	۶۷۰۰	۸۲۰۰	۱۱۰۰	میانگین مقدار رتبه هر معیار \bar{t}_j
۱	۲	۵	۸	۱	۱۱	۱۱	۴	۴	۵	۶	۷	رتبه هر معیار
۱۰۰۰۰	۶۱۰۰	۱۴۰۰	۵۶۰۰	۱۰۰۰	۱۹۰۰	۱۸۱۰	۱۵۰۰	۱۹۰۰	۱۱۱۰	۵۷۰۰	۹۰۰۰	وزن هر معیار q_j
۱۱۱۰۰	۰۰۰۰	۶۵۰۰	۱۱۱۰۰	۱۱۱۰۰	۰۰۰۰	۰۰۰۰	۱۱۱۰۰	۱۱۱۰۰	۶۷۰۰	۶۵۰۰	۱۱۱۰۰	$\sum_{k=1}^{r=9} (t_{jk} - \bar{t}_j)^2$
۷۸۰۰	۵۷۰۰	۱۰۰۰	۷۱۰۰	۷۱۰۰	۵۶۰۰	۰۰۰۰	۷۸۰۰	۷۱۰۰	۱۱۱۰	۹۰۰۰	۱۰۰۰	پراکندگی رتبه بندی σ^2
۵۸,۵											میانگین مجموع V	
۱۰,۵۹۳											رتبه بندی S	
۰,۹۱۴۵۲۹۹۱۵											همبستگی W	
۹۰,۵۳۸۴۶۱۵۴											اهمیت ضریب همبستگی $\chi_{\alpha,v}^2$	
$V = 12 - 1 = 11$ مقدار درجه آزادی											همبستگی $\chi_{\alpha,v}^2$	

جدول ۶- نتایج حاصل از روش SWARA

رتبه	نماد	معیار	S_j	$k_j = S_j + 1$	$q_j = \frac{k_{j-1}}{k_j}$	$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j}$
۱	C ₁	واکنش به ریسک	-	۱,۰۰۰۰۰	۱,۰۰۰۰۰	۰,۲۲۶۵۵
۲	C ₂	قابلیت شناسایی	۰,۲۰۵۵۶	۱,۲۰۵۵۶	۰,۸۲۹۴۹	۰,۱۸۷۹۲
۳	C ₃	منحصربه‌فرد بودن ریسک	۰,۲۶۶۶۷	۱,۲۶۶۶۷	۰,۶۵۴۸۶	۰,۱۴۸۳۶
۴	C ₄	عدم قطعیت ریسک	۰,۴۰۰۰۰	۱,۴۰۰۰۰	۰,۴۶۷۷۶	۰,۱۰۵۹۷
۵	C ₅	مدیریت ریسک	۰,۲۲۲۲۲	۱,۲۲۲۲۲	۰,۳۸۲۷۱	۰,۰۸۶۷۰
۶	C ₆	تهدید	۰,۳۰۰۰۰	۱,۳۰۰۰۰	۰,۲۹۴۳۹	۰,۰۶۶۶۹
۷	C ₇	پیش‌بینی ریسک	۰,۳۰۵۵۶	۱,۳۰۵۵۶	۰,۲۲۵۴۹	۰,۰۵۱۰۹
۸	C ₈	آسیب‌پذیری	۰,۲۴۴۴۴	۱,۲۴۴۴۴	۰,۱۸۱۲۰	۰,۰۴۱۰۵
۹	C ₉	نتیجه	۰,۲۵۵۵۶	۱,۲۵۵۵۶	۰,۱۴۴۳۲	۰,۰۳۲۷۰
۱۰	C ₁₀	احتمال ریسک	۰,۴۳۳۳۳	۱,۴۳۳۳۳	۰,۱۰۰۶۹	۰,۰۲۲۸۱
۱۱	C ₁₁	مجاورت ریسک	۰,۳۱۶۶۷	۱,۳۱۶۶۷	۰,۰۷۶۴۷	۰,۰۱۷۳۲
۱۲	C ₁₂	اتصال ریسک	۰,۳۵۰۰۰	۱,۳۵۰۰۰	۰,۰۵۶۶۵	۰,۰۱۲۸۳
					sum=۴,۴۱۴۰۳۷	sum=۱

۵- بحث و نتیجه‌گیری

- هدف از تحقیق حاضر شناسایی ریسک‌های پروژه‌های نیروگاهی مقیاس کوچک پدافندی، رتبه‌بندی ریسک‌ها و تعیین مؤثرترین آن‌ها بوده است، توجه خاص به شرایط اقلیمی و امکان به‌کارگیری مواد و مصالح موجود بازار از مهم‌ترین ویژگی‌های طرح مذکور است و روش SWARA برای این ارزیابی مطرح شد. در این تحقیق مراحل انجام کار به شرح زیر است:
- طی این تحقیق ابتدا ۵۲ ریسک حوزه نیروگاهی پدافندی در ۱۲ گروه با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای، مقالات، اسناد، پایان‌نامه‌های در دسترس جمع‌آوری شده است که نتایج در جدول ۳ نشان داده شده است.
 - از مهندسين باتجربه نظام‌مهندسی خواسته شده تا بر اساس طیف لیکرت ریسک‌های کارآمد را مشخص کنند که نتایج این پرسشنامه در جدول ۳ آمده است، سپس از بین تمامی آن‌ها ریسک‌هایی که ارزششان از میانگین ارزش‌ها (۴,۰۲) بیشتر و مساوی بوده انتخاب گردید که در نهایت ۲۶ ریسک در ۹ گروه به‌عنوان ریسک‌های مؤثر از نظر کارشناسان انتخاب شده‌اند.
 - با استفاده از مطالعات قبلی ۱۲ معیار به‌منظور ارزیابی ریسک مشخص شده‌اند که از ۵ معیار مثبت و ۷ معیار منفی تشکیل شده است. معیارهای شناسایی شده ابتدا توسط کارشناسان رتبه‌بندی سپس با الگوریتم رتبه‌بندی SWARA اثبات گردیدند، در ادامه با روش SWARA وزن دهی شدند، اوزان به‌دست‌آمده میان این تفاوت افکار و انتظارات تعادل ایجاد می‌نماید. نتایج نشان داده است معیار واکنش به ریسک و اتصال به ریسک به ترتیب با اوزان ۰,۲۲۶ و ۰,۱۲ بیشترین تأثیر و کمترین تأثیر را در انتخاب گزینه دارند. نتایج این پژوهش، پشتوانه محکم‌تری برای ورود سرمایه‌گذاران و پیمانکاران به پروژه توسعه نیروگاه‌های مقیاس کوچک پدافندی غیر عامل ایجاد خواهد نمود و منجر به کاهش هزینه‌های پروژه خواهد شد؛ که این وضعیت هم برای سرمایه‌گذاران بخش خصوصی به‌صرفه خواهد بود و هم ارگان‌های دولتی را با هزینه کمتر و اطمینان بیشتر به خرید تشویق خواهد کرد.

منابع

۱. عابدین پورجعفری، علی؛ فتاح مفتاح، محمد. (۱۳۹۵). انرژی‌های تجدیدپذیر در سید انرژی ایران و مزایای اقتصادی تولید پراکنده، اولین کنفرانس ملی رویکردهای نو در مهندسی برق و کامپیوتر، لرستان - خرم‌آباد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خرم‌آباد.
2. Agyemang, P., (2011), Effectiveness of Public Private Partnership in infrastructure projects", The university of Texas at Arlington, ProQuest LLC, UMI
3. Albert, and et.al. (2010) Potential Obstacles to Successful Implementation of Public-Private Partnerships in Beijing and the Hong Kong Special Administrative Region, Journal of Management In Engineering, Vol. 26, No. 1. Pp:30- 40.
4. Ashuri, B., & Durmus-Pedini, A. (2010). An overview of the benefits and risk factors of going green in existing buildings. *International Journal of Facility Management, 1*(1).
5. Ayrim, Y., Atalay, K. D., & Can, G. F. (2018). A New Stochastic MCDM Approach Based on COPRAS. *International Journal of Information Technology & Decision Making, 17*(03), 857-882.
6. Baum, M., & Council, U. G. B. (2007). Green building research funding: an assessment of current activity in the United States. Washington, DC: US Green Building Council.
7. Carr, V., & Tah, J. H. M. (2001). "A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system". *Advances in engineering software, 32*(10-11), 847-857.
8. Cavallaro, F., Zavadskas, E. K., & Streimikiene, D. (2018). Concentrated solar power (CSP) hybridized systems. Ranking based on an intuitionistic fuzzy multi-criteria algorithm. *Journal of cleaner production, 179*, 407-416.
9. Chatterjee, K., Zavadskas, E. K., Tamošaitienė, J., Adhikary, K., & Kar, S. (2018). A hybrid MCDM technique for risk management in construction projects. *Symmetry, 10*(2), 46.
10. Dehnavi, A., Aghdam, I. N., Pradhan, B., & Varzandeh, M. H. M. (2015). A new hybrid model using step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA) technique and adaptive neuro-fuzzy inference system (ANFIS) for regional landslide hazard assessment in Iran. *Catena, 135*, 122-148.
11. Deng, X., Low, S. P., Li, Q., & Zhao, X. (2014). Developing competitive advantages in political risk management for international construction enterprises. *Journal of Construction Engineering and Management, 140*(9), 04014040.

12. Dewlaney, K. S., Hallowell, M. R., & Fortunato III, B. R. (2011). Safety risk quantification for high performance sustainable building construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(8), 964-971.
13. Ehteram, M., Karami, H., & Farzin, S. (2018). "Reservoir Optimization for Energy Production Using a New Evolutionary Algorithm Based on Multi-Criteria Decision-Making Models". *Water Resources Management*, 32(7), 2539-2560.
14. El-Sayegh, S. M. (2008). Risk assessment and allocation in the UAE construction industry. *International journal of project management*, 26(4), 431-438.
15. Fortunato III, B. R., Hallowell, M. R., Behm, M., & Dewlaney, K. (2011). Identification of safety risks for high-performance sustainable construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 499-508.
16. Glavinich, T. E. (2008). *Contractor's guide to green building construction: management, project delivery, documentation, and risk reduction*. John Wiley
17. Hashemkhani Zolfani, S., & Bahrami, M. (2014). "Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach". *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 534-553.
18. Hlaing, N. N., Singh, D., Tiong, R. L. K., & Ehrlich, M. (2008). Perceptions of Singapore construction contractors on construction risk identification. *Journal of Financial Management of Property and Construction*, 13(2), 85-95.
19. Hong, Q. K., Wang, J. B., Ge, J., & Chen, P. (2013). "Research on the risk of deep foundation excavation engineering management based on RBS and AHP". In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 438, pp. 1010-1014). Trans Tech Publications.
20. Hwang, B. G., Shan, M., & Supa'at, N. N. B. (2017). Green commercial building projects in Singapore: Critical risk factors and mitigation measures. *Sustainable cities and Society*, 30, 237-247.
21. Hwang, B. G., Shan, M., Phua, H., & Chi, S. (2017). An exploratory analysis of risks in green residential building construction projects: The case of Singapore. *Sustainability*, 9(7), 1116.
22. Hwang, B. G., Zhao, X., & Tan, L. L. G. (2015). Green building projects: Schedule performance, influential factors and solutions. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 22(3), 327-346.
23. Hwang, B. G., Zhao, X., See, Y. L., & Zhong, Y. (2015). Addressing risks in green retrofit projects: The case of Singapore. *Project Management Journal*, 46(4),
24. Islam, M. S., Nepal, M. P., Skitmore, M., & Attarzadeh, M. (2017). "Current research trends and application areas of fuzzy and hybrid methods to the risk assessment of construction projects". *Advanced Engineering Informatics*, 33
25. Ke, Y.J., Wang, S.Q., Chan, A.P.C., and Lam, P.T.I., (2010). Preferred risk allocation in China's public-private partnership (PPP) projects, *International Journal of Project Management*, Vol. 28, No. 5, pp. 482-492.
26. Keers, B.M., and Fenema, P.C., (2018), Managing risks in public-private partnership formation projects, *International Journal of Project Management*, Vol. 36, pp. 861-875.
27. Keršuliene, V., Zavadskas, E. K., & Turskis, Z. (2010). Selection of rational dispute resolution method by applying new step-wise weight assessment ratio analysis (SWARA). *Journal of business economics and management*, 11(2), 243-258.
28. Linkov, I., Satterstrom, F. K., Kiker, G., Batchelor, C., Bridges, T., & Ferguson, E. (2006). "From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications". *Environment International*, 32(8), 1072-1093.
29. Liu, T., Wang, Y., Wilkinson, S., (2016), Identifying critical factors affecting the effectiveness and efficiency of tendering processes in Public-Private Partnerships (PPPs): A comparative analysis of Australia and China, *International Journal of Project Management*, Vol. 34, pp. 701-716.
30. Lu, S., & Yan, H. (2013). A comparative study of the measurements of perceived risk among contractors in China. *International Journal of Project Management*, 31(2), 307-312.
31. Ng, S.T., Xie, J., Skitmore, M., and Cheung, Y.K., (2007). A fuzzy simulation model for evaluating the concession items of public-private partnership schemes, *Automation Construction*, Vol. 17, No. 1, pp. 22-29.
32. Odom, J. D., Scott, R., & DuBose, G. H. (2008). Hidden Risks of Green Buildings. *Contracting Business*.

33. Panthi, K., Ahmed, S. M., & Ogunlana, S. O. (2009). "Contingency estimation for construction projects through risk analysis". *International journal of construction education and research*, 5(2), 79-94
34. Polat, G., Turkoglu, H., & Gurgun, A. P. (2017). Identification of Material-related Risks in Green Buildings. *Procedia Engineering*, 196, 956-963.
35. Qin, X., Mo, Y., & Jing, L. (2016). Risk perceptions of the life-cycle of green buildings in China. *Journal of Cleaner Production*, 126, 148-158.
36. Ranaweera, R., & Crawford, R. H. (2010). Using Early-Stage Assessment to Reduce the Financial Risks and Perceived Barriers of Sustainable Buildings. *Journal of green building*, 5(2), 129-146.
37. Robichaud, L. B., & Anantatmula, V. S. (2010). Greening project management practices for sustainable construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48-57.
38. Saaty, T. L. (1977). A scaling method for priorities in hierarchical structures. *Journal of mathematical psychology*, 15(3), 234-281.
39. Sarvari, H., Valipour, A., Nordin, Y., & Norhazilan, M. N. (2014). "Risk ranking of Malaysian Public Private Partnership projects". In *Applied Mechanics and Materials* (Vol. 567, pp. 613-618). Trans Tech Publications.
40. Shan, M., & Hwang, B. G. (2018). Green building rating systems: Global reviews of practices and research efforts. *Sustainable cities and society*, 39, 172-180.
41. Shen, L. Y., Wu, G. W., & Ng, C. S. (2001). "Risk assessment for construction joint ventures in China". *Journal of construction engineering and management*, 127(1)
42. Shi, Q., Zuo, J., & Zillante, G. (2012). Exploring the management of sustainable construction at the programme level: a Chinese case study. *Construction Management and Economics*, 30(6), 425-440.
43. Stern, N. (2007). *The Economics of climate change: The Stern review*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. *The Economics of climate change: The Stern review*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK.
44. Taylan, O., Bafail, A. O., Abdulaal, R. M., & Kabli, M. R. (2014). "Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies". *Applied Soft Computing*, 17, 105-116.
45. Tollin, H. M. (2011). Green building risks: it's not easy being green. *Environmental Claims Journal*, 23(3-4), 199-213.
46. Tulacz, G. J. (2008). Insurers worry about green-building risks. *Engineering News Record*.
47. USGBC. (2007). *A National Green Building Research Agenda*. US Green Building Council, Washington, DC.
48. Valipour, A., Yadollahi, M., Rosli, M.Z., Yahaya, N., and Md Noor, N., (2013), An enhanced multi-objective optimization approach for risk allocation in public-private partnership projects: a case study of Malaysia, *The Canadian Journal of Civil Engineering*, Vol. 41, No. 1, pp. 164-167.
49. Valipour, A., Yahaya, N., Md Noor, N., Antuchevičienė, J., & Tamošaitienė, J. (2017). Hybrid SWARA-COPRAS method for risk assessment in deep foundation excavation project: An Iranian case study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 23(4), 524-532.
50. Valipour, A., Yahaya, N., Md Noor, N., Kildienė, S., Sarvari, H., & Mardani, A. (2015). A fuzzy analytic network process method for risk prioritization in freeway PPP projects: an Iranian case study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 21(7), 933-947.
51. Valipour, A.R., Yahaya, N., Md Noor, N., Kildienė, S., Sarvari, H., and Mardani, A., . A fuzzy analytic network process method for risk prioritization in freeway PPP projects: an Iranian case study, *Journal of Civil Engineering and Management*, Vol. 21, No. v, pp. 933-947.
52. Wedding, G.C., Crawford-Brown, D.. (2008). Improving the Link between the LEED green building label and a building's energy-related environmental metrics. *J. Green Build.* 3 (2), 85e105.
53. Wu, P., & Low, S. P. (2014). Barriers to achieving green precast concrete stock management—a survey of current stock management practices in Singapore. *International Journal of Construction Management*, 14(2), 78-89.
54. Wu, P., Feng, Y., Pienaar, J., & Xia, B. (2015). A review of benchmarking in carbon labelling schemes for building materials. *Journal of Cleaner Production*, 109, 108-117.

55. Wu, P., Xia, B., & Zhao, X. (2014). The importance of use and end-of-life phases to the life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of concrete—a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 37, 360-369.
56. Wu, P., Xia, B., Pienaar, J., & Zhao, X. (2014). The past, present and future of carbon labelling for construction materials—a review. *Building and Environment*, 77, 160-168.
57. Yang, R. J., & Zou, P. X. (2014). Stakeholder-associated risks and their interactions in complex green building projects: A social network model. *Building and Environment*, 73, 208-222.
58. Yang, R. J., Zou, P. X., & Wang, J. (2016). Modelling stakeholder-associated risk networks in green building projects. *International journal of project management*, 34(1), 66-81.
59. Yazdani, M., Chatterjee, P., Zavadskas, E. K., & Streimikiene, D. (2018). “A novel integrated decision-making approach for the evaluation and selection of renewable energy technologies”. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 1-18.
60. Yuan, X., Zuo, J., & Huisingh, D. (2015). Social acceptance of wind power: a case study of Shandong Province, China. *Journal of Cleaner Production*, 92, 168-178.
61. Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., & Ghaderi, H. (2018). “Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria”. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319.
62. Zavadskas, E. K., Kaklauskas, A., & Sarka, V. (1994). The new method of multicriteria complex proportional assessment of projects. *Technological and economic development of economy*, 1(3), 131-139.
63. Zegordi, S. H., Nik, E. R., & Nazari, A. (2012). “Power plant project risk assessment using a fuzzy-ANP and fuzzy-TOPSIS method”. *International Journal of Engineering-Transactions B: Applications*, 25(2), 107-120.
64. Zhao, X., Hwang, B. G., & Gao, Y. (2016). A fuzzy synthetic evaluation approach for risk assessment: a case of Singapore's green projects. *Journal of Cleaner Production*, 115, 203-213.
65. Zhao, X., Zuo, J., Wu, G., & Huang, C. (2019). A bibliometric review of green building research 2000–2016. *Architectural Science Review*, 62(1), 74-88.
66. Zhi, H. (1995). “Risk management for overseas construction projects”. *International journal of project management*, 13(4), 231-237.
67. Zolfani, S. H., & Saparauskas, J. (2013). New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.
68. Zolfani, S. H., Yazdani, M., & Zavadskas, E. K. (2018). An extended stepwise weight assessment ratio analysis (SWARA) method for improving criteria prioritization process. *Soft Computing*, 1-7.
69. Zou, P. X. W., Rischmillier, S., & Xu, A. Y. X. (2010). Risk identification and assessment in green retail building development.
70. Zou, P. X., & Couani, P. (2012). Managing risks in green building supply chain. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 143-158.
71. Zuo, J., Pullen, S., Palmer, J., Bennets, H., Chileshe, N., & Ma, T. (2015). Impacts of heat waves and corresponding measures: a review. *Journal of Cleaner Production*, 92, 1-12.
72. Zuo, J., Read, B., Pullen, S., & Shi, Q. (2012). Carbon-neutral commercial building development. *Journal of Management in Engineering*, 29(1), 95-102.

