

## اولویت بندی ریسکها و ارائه مدل مدیریت ریسک در توسعه نیروگاههای بادی براساس استانداردهای مدیریت پروژه

مصباح سایه‌بانی<sup>۱</sup>، فرزاد حاتمی\*<sup>۲</sup>، حمید هروی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup> دانشکده مهندسی دریا، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران  
<sup>۲</sup> مرکز تحقیقات سازه و زلزله، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، تهران، ایران

### تاریخچه داوری:

دریافت: ۱۳ آذر ۱۳۹۵  
بازنگری: ۱۶ خرداد ۱۳۹۶  
پذیرش: ۲۵ تیر ۱۳۹۶  
ارائه آنلاین: ۱۱ مهر ۱۳۹۶

### کلمات کلیدی:

پروژه‌های نیروگاهی  
مدل مدیریت ریسک  
استاندارد مدیریت پروژه  
فاز ساختمان و نصب

**چکیده:** نیروگاه‌های بادی به عنوان بخشی از پروژه‌های زیربنایی، نقش مهمی در توسعه اقتصادی-اجتماعی کشور دارند. با توجه به ضریب نفوذ بالای نیروگاه‌های بادی در شبکه‌های قدرت، لازم است تحلیل ریسک و در کنار آن مطالعات اقتصادی نیز انجام شود. در مقاله حاضر مدیریت ریسک پروژه مبنی بر فازهای مختلف پروژه‌های نیروگاهی با تأکید بر فاز ساختمان و نصب و با در نظرگیری مدیریت ریسک در پروژه‌های نیروگاهی ارائه شده است. بر این اساس با انجام مطالعه موردی در نیروگاه بادی منجیل ابتدا مهمترین ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در این پروژه با در نظرگیری ریسک‌های مختلف قراردادی شناسایی شده و سپس با ارائه مدل مدیریت ریسک به ارزیابی شدت اثر، احتمال کشف و احتمال وقوع ریسک‌ها و اثر آن بر روی اهداف اصلی پروژه مورد مطالعه یعنی زمان، کیفیت، هزینه و ایمنی پرداخته شده است. علاوه بر این مدلی جهت اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده در این پروژه براساس نظرات گروهی و روش AHP ارائه گردیده و نتایج حاصله به دست آمده است. پس از تعیین اولویت ریسک‌های شناسایی شده برنامه‌های واکنش با پاسخ به ریسک‌های بحرانی و مهم ارائه شده و نتایج اقدامات واکنشی و بازنگری در برنامه مدیریت ریسک با ارائه پیشنهاداتی ثبت گردیده است.

### ۱- مقدمه

امروزه مدیریت ریسک بحرانیترین قسمت در پروژه‌ها بوده و مدیریت نامناسب و پیش بینی ناکافی در این خصوص، عامل شکست اکثر پروژه‌هاست [۱]. پروژه‌های نیروگاهی شاید بیش از سایر انواع پروژه‌ها تحت تأثیر ریسک‌ها باشند، بگونه‌ای که گزارشات زیادی در خصوص ضعف عملکرد این نوع پروژه‌ها به علت تأخیرات زمانی و افزایش هزینه‌ها که عمدتاً به دلیل عدم مدیریت صحیح ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب است، در دست می‌باشد [۲]؛ باید خاطر نشان کرد که این مورد عمدتاً به دلیل ماهیت پروژه‌های نیروگاهی است [۳]. یکی از مشکلاتی که غالباً مدیران پروژه در پروژه‌های نیروگاهی با آن درگیر می‌باشند، شناسایی و اولویت بندی ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب پروژه جهت اختصاص صحیح منابع و زمان برای آنها است. پروژه‌های نیروگاهی مانند سایر انواع پروژه‌ها با عوامل منحصر به فردی مانند زمان طولانی، فرایندهای پیچیده، محیط نامناسب، کمبود منابع مالی و ساختارهای دینامیکی سازمانها مواجه هستند [۲ و ۴]. به علاوه منافع متفاوت سهامداران پروژه‌ها باعث تشدید تغییرات و پیچیدگی ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب در این پروژه‌ها شده است [۵]. از آنجایی که غیرقطعی بودن ریسک یکی از مشخصه‌های اصلی آن است، بسیاری از

آنها قابل حذف در پروژه‌های مختلف علی‌الخصوص در فاز ساختمان و نصب پروژه‌های نیروگاهی نمی‌باشند، در نتیجه یکی از راهکارهای مناسب جهت جلوگیری از وارد آمدن خسارت به پروژه در هنگام مواجه با ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب، مدیریت ریسک‌ها به نحوی صحیح است. اینجاست که شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب پروژه‌ها کاملاً ضروری به نظر می‌رسد و یافتن رویکردها و راهکارهای اجرایی برای بهبود و به حداقل رساندن ریسک‌ها از اهمیت بسزایی برخوردار می‌گردد [۵]. شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب معمولاً در گام‌های اولیه پروژه به انجام می‌رسد و این مسئله را بغرنج و پیچیده می‌کند، زیرا ریسک‌ها در پروژه‌ها تحت تأثیر عوامل زیادی هستند که از جمله آنها می‌توان به خطاهای انسانی و نبود اطلاعات کافی، ضعف‌های مدیریت در قراردادهای ... اشاره نمود [۶]. بنابراین توسعه روشی جهت تشخیص و ارزیابی ریسک‌ها در فاز ساختمان و نصب یک پروژه، ضروری به نظر رسیده و به مدیر پروژه در اختصاص منابع و زمان به ریسک‌های با اهمیت بیشتر، کمک شایانی خواهد نمود. بزرگی یک ریسک به عوامل زیادی همچون عوامل انسانی، عوامل محیطی، عوامل مربوط به مواد اولیه، عوامل مربوط به تجهیزات و ... بستگی دارد [۷]؛ اما از آنجایی که در نظر گرفتن تمام این عوامل جهت ارزیابی ریسک‌ها کار بسیار زمانبر و پیچیده‌ای است، لذا در بسیاری از تحقیقات از شدت و احتمال وقوع ریسک برای تعیین بزرگی آن استفاده

\*نویسنده عهده‌دار مکاتبات: hatami@aut.ac.ir

پیمانکار واحد یا کنسرسیوم پیمانکار سپرده شده است.

## ۲- توسعه صنعت ساخت نیروگاه‌های بادی

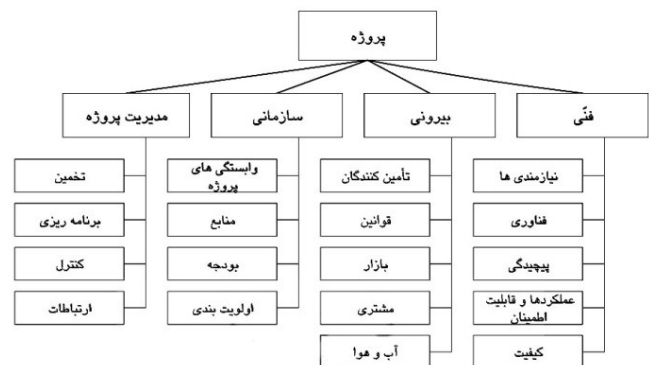
- در سال‌های اخیر نیروگاه‌های بادی به طور حیرت‌انگیزی با سایر نیروگاه‌ها قابل رقابت شده‌اند که دلایل آن عمدتاً به شرح ذیل می‌باشد:
- به دلیل پیشرفت فرایند تکنولوژی ساخت توربین‌های بادی، هزینه‌های فرایند ساخت آن‌ها کاهش یافته است.
  - به خاطر استاندارد شدن آن‌ها، هزینه‌های طراحی توربین‌های بادی کاهش یافته است.
  - به جهت عدم نیاز به سوخت‌های فسیلی، هزینه‌های بهره‌برداری توربین‌های بادی کاهش یافته است.
  - دشواری دسترسی به توربین‌های بادی و از آنجا سعی بر مرغوب ساختن آن‌ها، باعث کاهش هزینه‌های تعمیرات و نگهداری شده است.
  - به دلیل عدم آلودگی محیط زیست
  - فراوانی و دائمی بودن انرژی

## ۳- روش تحقیق

با توجه به ساختارهای مرسوم در پروژه‌ها و ارتباط تنگاتنگ بین بخش‌های مدیریتی و فنی پروژه، واحد برنامه‌ریزی و کنترلی بعنوان متولی فاز برنامه‌ریزی ریسک تعیین شده است که با هماهنگی مدیریت ارشد سازمان، رویکرد سازمان را جهت استقرار مدیریت ریسک ترسیم نموده است. همچنین یک هسته خبره متشکل از مدیران پروژه، مدیر برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، مدیر قراردادهای، مدیر تدارکات و خرید و مدیر مالی و کارشناسان فنی و باتجربه تشکیل گردیده است که با برگزاری جلسات دوره‌ای، نسبت به شناسایی ریسک، آنالیز و تحلیل اثر ریسک بر اهداف پروژه اقدام شده است. تیم مذکور پس از جمع‌آوری اطلاعات، براساس برنامه مدیریت پروژه و استراتژی‌های کلان سازمان پروژه، نسبت به ارائه برنامه‌های واکنش به ریسک و یا بازنگری برنامه مدیریت پروژه، اقدام نموده است. همچنین اعضای تیم، سطح دسترسی به ساختار بانک اطلاعاتی ریسک‌های پروژه که ضمن این تحقیق ارائه شده است را تعیین نموده و آیتم‌های بالقوه ریسک جهت تصمیم‌گیری و تحلیل اثر آن بر پروژه و هرگونه پیشنهاد بازنگری یا خلاقانه را بررسی و استخراج نموده است.

جامعه آماری این تحقیق را کلیه مدیران و سرپرستان پروژه و نیز کارشناسان خبره درگیر با پروژه نیروگاه بادی منجیل در فازهای مهندسی، خرید و تدارکات و ساخت و راه‌اندازی که در بخشهای پیمانکاری، مشاور، تامین‌کننده، کارفرما و سایر ذینفعان پروژه مشغول فعالیت باشند، تشکیل داده‌اند. در این خصوص ۵۰ نفر از مدیران پروژه، سرپرستان کارگاه و مسئولین برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و سایر بخش‌های پروژه‌ای، جهت جمع‌آوری اطلاعات انتخاب شده است که نهایتاً ۳۴ نفر از لیست مذکور حاضر به پاسخگویی شده‌اند و پاسخ‌های قابل قبولی ارائه داده‌اند. اطلاعات

شده است [۸]. ساختار شکست ریسک براساس چهارمین ویرایش راهنمای گسترده دانش مدیریت پروژه در شکل ۱ نشان داده شده است. همانگونه که مشاهده می‌شود، مجموعه‌های اصلی ریسک عبارتند از فنی، بیرونی، سازمانی و مدیریت پروژه، ریسک‌های فنی ریسک‌هایی هستند که در نتیجه فناوری بکار گرفته شده در پروژه و یا محیط کاری پروژه به وجود می‌آیند و خود شامل نیازمندی، فناوری، پیچیدگی، عملکردها و قابلیت اطمینان و در نهایت کیفیت می‌شوند. ریسک‌های بیرونی پروژه در محدوده اختیارهای مدیران پروژه نمیباشند. تأمین کنندگان قوانین، بازار، مشتریان و آب و هوا جزء ریسک‌های بیرونی هستند. ریسک‌هایی که معمولاً در اثر کمبود منابع سازمانی به وجود می‌آیند ریسک‌های سازمانی نام دارند و از جمله آن‌ها می‌توان وابستگی‌های پروژه، منابع، بودجه و اولویت بندی سازمانی را نام برد.



شکل ۱: ساختار شکست ریسک

Fig. 1. Risk failure structure

## ۱-۱- پیشینه تحقیق شناسایی ریسک

تحقیقات مختلفی برای رتبه‌بندی ریسک پروژه‌ها انجام شده است که در جدول ذیل به تعدادی از آنها اشاره گردیده است.

این سؤال اساسی وجود دارد که مدل مناسب جهت شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در فازهای مختلف اجرای پروژه‌های نیروگاهی یا تمرکز بر فاز ساختمان و نصب پروژه چیست و چگونه می‌توان با توسعه یک مدل اولویت‌بندی ریسک مناسب به رتبه‌بندی این ریسک‌ها پرداخت. جهت رفع این کمبودها، در این تحقیق ساختار ریسک جدید مبتنی بر فازهای مختلف اجرای پروژه با تأکید بر فاز ساختمان و نصب و با در نظرگیری ریسک‌های مختلف قراردادی در پروژه نیروگاه بادی منجیل در ایران به عنوان مطالعه موردی مورد بررسی و مطالعه قرار گرفته است. بر این اساس تلاش خواهد شد تا شدت اثر، احتمال کشف و احتمال وقوع به عنوان معیار جهت ارزیابی ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در این پروژه معرفی شود. در این تحقیق به صورت عام پروژه‌های ساخت نیروگاهی و به صورت خاص مطالعه موردی بر روی پروژه نیروگاه بادی منجیل را دربر می‌گیرد. اجرای پروژه نیروگاه بادی منجیل همانند سایر پروژه‌های نیروگاهی به صورت «مهندسی و طراحی- خرید و تدارکات- ساختمان و نصب و پیش راه‌اندازی- راه‌اندازی» به یک

با توجه به دامنه این تحقیق، ریسک‌هایی که در فاز ساختمان و نصب رخ می‌دهند مورد بررسی قرار گرفته است. لیست ریسک‌های موثر بر فاز ساختمان و نصب پروژه نیروگاه بادی منجیل، بر اساس اطلاعات مندرج در مقالات و تحقیقات مربوط به حوزه پروژه‌های ساخت علیالخصوص پروژه‌های نیروگاهی در ایران و سایر نقاط جهان صورت گرفته و همزمان با کسب نظرات خبرگان و مدیران پروژه‌های نیروگاهی در داخل کشور، یک لیست کلی اولیه تهیه شده است. کمی نمودن احتمال وقوع هر ریسک مستقل از تأثیر آن بر هر یک از اهداف از پرسش شوندگان در پنج سطح ۱ تا ۵ و بر اساس مقیاس مربوطه در استاندارد مدیریت پروژه آمریکا (بخش مدیریت ریسک)، مطابق جدول ۲ صورت گرفته است.

قریب به ۵۰ درصد از پرسش شوندگان از طریق مصاحبه حضوری اخذ گردیده است. اخذ اطلاعات قریب به ۳۰ درصد بعدی پرسش شوندگان نیز با تکمیل پرسشنامه صورت گرفته است. در سایر موارد با توجه به آگاهی کافی پرسش شوندگان نسبت به مقوله مدیریت ریسک، پرسشنامه‌ها به صورت الکترونیکی ارسال شد و نهایتاً اطلاعات آن مورد تحلیل و بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق از آزمون Cronbach در نرم افزار SPSS جهت تعیین پایایی ابزار استفاده شده است. بازه قابل قبول در محاسبه این فاکتور  $>0.7$  می‌باشد. پس از ارائه اطلاعات اخذ شده از پرسشنامه‌ها با بکارگیری نرم‌افزار SPSS محاسبات مربوطه انجام شده که در ادامه در فصل بعدی نتایج بدست آمده ارائه شده است.

### جدول ۱: خلاصه‌ای از تحقیقات برای شناسایی و رتبه بندی ریسک پروژه‌ها

Table 1. A summary of research to identify and rank the project risk

ردیف	روش مورد استفاده	مشخصات
۱	فرایند درجه بندی ریسک پروژه	تجزیه و تحلیلی شبه کمی می‌باشد.
۲	احتمال وقوع و نتیجه ریسک	بر اساس مصاحبه با خبرگان شامل اطلاعات جامعه شناختی، رتبه بندی ریسک و راه حل آن انجام شد.
۳	تحلیل عاملی	فقط شناسایی و دسته بندی ریسک انجام گردید.
۴	تاپسیس و لینمپ فازی	دو روش به کار رفته از چهار جهت: تفاوت و جدایی میان گزینه‌ها، خطای فازی در وزنهای معیارها، برنامه‌ریزی پاسخ ریسک و تعداد گزینه‌ها به نسبت معیارها بررسی شدند. استفاده از لینمت برای بررسی آثار متقابل ریسک‌ها امکان پذیر نیست.
۵	تجزیه و تحلیل خوشه ای	فقط شناسایی و دسته بندی ریسک انجام شد و مطالعه ای گسترده شامل جمع آوری اطلاعات از ۵۰۷ مدیر پروژه بود.
۶	فرایندی سه مرحله‌ای مبتنی بر ساختار شکست کار سازمانی	فقط شناسایی و دسته بندی ریسک انجام شد. به سطوح مختلف ریسک در فاز شناسایی ریسک توجه ویژه شد.
۷	برای شناسایی از PMBOK و برای رتبه بندی از AHP و تاپسیس فازی	در مطالعه‌ای موردی شناسایی و اولویت بندی ریسک‌ها انجام شد.
۸	متدولوژی ارزیابی ریسک فازی	میزان ریسک زمانی پروژه مشخص شد.
۹	رویکرد فازی	شناسایی و رتبه بندی ریسک‌ها انجام شد.
۱۰	تاپسیس	به مقایسه روش‌های مختلف تصمیم‌گیری چند شاخصه برای رتبه بندی ریسک‌ها پرداخته است.
۱۱	تخصیص خطی	با کمک دو دسته شاخص اولیه و ثانویه، ریسک‌های شناسایی شده رتبه‌بندی گشتند.

**جدول ۲: کمی سازی احتمال وقوع ریسک ۱۶**

Table 2. Quantifying the probability of occurrence of risk [23]

کمی سازی احتمال وقوع / تکرار					
خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	احتمال رخداد ریسک
۰/۱	۰/۳	۰/۵	۰/۷	۰/۹	مقدار عددی تخصیص یافته

همچنین کمی سازی میزان تأثیر هر یک از ریسک‌ها بر اهداف پروژه در ۵ سطح (۱ کمترین و ۵ بیشترین) و بر اساس مقیاس مندرج در استاندارد مدیریت پروژه آمریکا (مدیریت ریسک پروژه)، مطابق جدول ۳ انجام شده است.

در آنالیز کمی ریسک تأثیر همزمان شدت اثر و احتمال وقوع هر ریسک بر هر یک از اهداف پروژه محاسبه گردیده است برای این منظور امید ریاضی تأثیر ریسک بر هر هدف براساس نظرات پاسخ دهندگان جامعه آماری تعیین شده است. شاخص تأثیرگذاری براساس رابطه ۱ تعریف شده است که میانگین مقدار عددی حاصل ضرب تأثیر بر هدف و احتمال وقوع ریسک  $X$  بر هدف  $k$  ام براساس نظرات  $n$  نفر پاسخ دهنده می‌باشد و ملاک اولویت‌بندی و اهمیت تأثیرات ریسک مربوط به هر هدف پروژه قرار گرفته است.

۱ فاکتور تأثیر ریسک  $X$  بر هدف  $k$  پروژه

$$R_x^k = (\sum_{y=1}^n \alpha_{xy} \beta_{xy}^k) / n$$

که در این رابطه،  $x(1, m)$  که در آن  $m$  تعداد کل ریسک‌ها،  $k =$  اهداف پروژه (زمان، هزینه، کیفیت و ...)،  $y =$  پاسخ معتبر به ریسک  $X$ ،  $n =$  تعداد

کل پاسخهای معتبر به ریسک  $X$ ،  $\alpha_{xy} =$  احتمال وقوع ریسک  $X$  که توسط ارزیاب  $Y$  تعیین شده است و  $\beta_{xy}^k =$  سطح تأثیر ریسک  $X$  روی هدف  $k$  پروژه که توسط ارزیاب  $Y$  تعیین شده است، می‌باشد.

در ادامه با توجه به اینکه تأثیر توأم شدت اثر بر اهداف پروژه و احتمال وقوع / تکرار ریسک می‌بایست مد نظر قرار گیرد، لذا پس از کمی سازی مقادیر ریسک، ریسک‌های موثر بر هر یک از اهداف به صورت مجزا اولویت بندی شده و در سه دسته بحرانی (تأثیر بیشتر از ۲۰٪)، مهم (تأثیر از ۵ الی ۲۰٪) و ناحیه قابل قبول (کمتر از ۵٪) طبقه‌بندی شده است.

در مرحله بعد، تعیین اهمیت نسبی اهداف پروژه، از مقایسه زوجی اهداف چهارگانه پروژه که با جمع‌آوری نظرات یک تیم ۷ نفره از مدیران پروژه‌ها استفاده شده است، با روش AHP گروهی انجام می‌گردد. سپس نظرات اخذ شده هر یک از پرسش شوندهگان نرمال سازی شده و نهایتاً با میانگین هندسی از ضرایب حاصله، ارزش نسبی اهداف پروژه محاسبه شده است. لازم به ذکر است که در این تحقیق از ذکر جزئیات روش AHP صرفنظر شده است.

**۴- نتایج و تفسیر**

**۴-۱- احتمال وقوع ریسک‌های شناسایی شده**

در این بخش، به جمع‌بندی و تجزیه و تحلیل داده‌ها پرداخته شده است. بر این اساس با شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها، به اولویت‌بندی آنها با روش احتمال، کشف و شدت اثر پرداخته شده است و سپس نتایج مربوط به اولویت‌بندی ریسک‌های شناسایی شده در فاز ساختمان و نصب پروژه‌های نیروگاهی با مطالعه موردی در پروژه نیروگاه بادی منجیل ارائه شده است. جزئیات مربوط به نظرات پرسش‌شوندهگان در خصوص احتمال وقوع ریسک به صورت میانگین احتمال در جدول زیر درج شده است.

**جدول ۳: کمی سازی شدت اثر بر اهداف چهارگانه پروژه ۱۶**

Table 3. Quantifying the severity of the impact on the quadratic objectives of project [23]

جدول کمی سازی شدت تأثیر بر هدف					
هدف مورد نظر	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد
۱ زمان (نسبت به زمان اولیه)	افزایش ناچیز	کمتر از ۵٪ افزایش	۱۰~۵٪ افزایش	۲۰~۱۰٪ افزایش	بیشتر از ۲۰٪ افزایش
۲ کیفیت (نسبت به استاندارد و مشخصات فنی)	کاهش تا حدودی	تنها روی بعضی کارکردهای پروژه تأثیر دارد	قبول کاهش کیفیت با اخذ مجوز سهام دار قابل پذیرش است	کاهش کیفیت برای سهام دار قابل قبول نیست	اهداف پروژه نقض می‌شود
۳ هزینه (نسبت به هزینه برآوردی)	افزایش ناچیز	کمتر از ۱۰٪ افزایش	۲۰~۱۰٪ افزایش	۴۰~۲۰٪ افزایش	بیشتر از ۴۰٪ افزایش
۴ ایمنی	خطر ناچیز	تا حدی خطرناک	خطرناک	خیلی خطرناک	فاجعه آمیز
مقدار عددی تخصیص یافته	۵٪	۱۰٪	۲۰٪	۴۰٪	۸۰٪

جدول ۴: میانگین احتمال وقوع ریسک‌های ۵۰ گانه تحقیق ۱۹

Table 4. The average probability of fifty-five research risks [24]

ردیف	آیتم ریسک	احتمال	ردیف	آیتم ریسک	احتمال
۱	عدم وجود نگرش سیستمی بین بخشهای مرتبط با پروژه	۵۱/۸٪	۲۶	عدم بکارگیری فرآیندهای مدیریت پروژه	۵۸/۸٪
۲	سیستم‌های تشویقی/نگهداری یا تنبیهی نامناسب نیروی انسانی	۴۶/۵٪	۲۷	عدم دسترسی یا کیفیت پایین متریال و مصالح	۵۳/۵٪
۳	عدم آشنایی و بکارگیری روش‌های اجرایی مدرن	۹۴/۴٪	۲۸	ناآگاهی در رعایت اصول ایمنی و آموزش نامناسب کارگران	۵۸/۸٪
۴	عدم حمایت مدیریت ارشد از الزامات برنامه‌ریزی	۵۰/۶٪	۲۹	تخطی از روش‌های اجرایی مصوب	۴۵/۳٪
۵	عدم هماهنگی و حمایت لازم بخش‌های ستادی پروژه	۴۲/۹٪	۳۰	تخطی از محدوده و شروط قرارداد	۴۲/۹٪
۶	مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادی ناقص یا غلط	۹۴/۴٪	۳۱	تجهیز کارگاه ضعیف (ماشین آلات و تجهیزات)	۵۷/۶٪
۷	ناکارآمدی سیستم‌های اطلاعاتی مدیریتی در پروژه‌ها	۴۵/۳٪	۳۲	نظارت ناکافی بر کیفیت فعالیت‌های اجرایی	۴۸/۸٪
۸	عدم دسترسی به سوابق پروژه‌های مشابه	۵۳/۵٪	۳۳	آسیب دیدگی متریال و تجهیزات پروژه	۴۵/۳٪
۹	تغییر نرخ ارز	۶۱/۲٪	۳۴	تأخیر یا کسری در تحویل نقشه‌های اجرایی	۵۸/۸٪
۱۰	تورم در قیمت‌های متریال پروژه	۶۷/۶٪	۳۵	نگرش کاهش زمان طراحی و تسریع در اجرا	۵۳/۵٪
۱۱	آتش‌سوزی و حوادث غیرمترقبه	۳۲/۹٪	۳۶	اشکالات طراحی و تغییرات در نقشه‌های اجرایی در فاز اجرا	۴۸/۸٪
۱۲	تأخیر در کسب مجوزها و ایجاد هماهنگی (بروکراسی)	۵۲/۹٪	۳۷	بکارگیری روش‌ها و استانداردهای طراحی نامناسب	۴۶/۵٪
۱۳	تحریم/جنگ	۴۹/۴٪	۳۸	عدم بکارگیری مهندسی ارزش در فاز طراحی	۵۳/۵٪
۱۴	تغییر در قوانین و آئین‌نامه‌ها	۴۲/۴٪	۳۹	تأخیر در حل موارد قراردادی	۵۸/۲٪
۱۵	تعارضات فرهنگی و کارشکنی ساکنین منطقه	۴۰/۰٪	۴۰	تحمیل برنامه زمان بندی فشرده به پیمانکار	۶۰/۶٪
۱۶	دزدی و سرقت تجهیزات نصب شده	۴۵/۹٪	۴۱	تغییرات اجرایی در حین کار به سفارش کارفرما	۴۶/۵٪
۱۷	فرهنگ صنعتی نامناسب نیروی کار	۴۴/۱٪	۴۲	دخالت‌ها و قانون شکنی‌ها از سوی کارفرما	۴۰/۰٪
۱۸	اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌های پروژه	۶۹/۴٪	۴۳	سوءاستفاده‌های مدیران از منابع پروژه	۴۵/۳٪

۱۹	برآورد/ متره اشتباه جهت ارائه قیمت در مناقصه	۵۶/۵٪	۴۴	عدم نقدینگی و تأخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار	۶۳/۵٪
۲۰	تخصیص نامناسب نیرو و تجهیزات	۶۰/۶٪	۴۵	ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه	۵۵/۹٪
۲۱	بهره‌وری ضعیف نیروی کار	۵۸/۲٪	۴۶	ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران	۵۸/۲٪
۲۲	جابجایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی	۵۶/۵٪	۴۷	آسیب دیدگی در حین حمل	۴۲/۴٪
۲۳	توان مالی ناکافی پیمانکار	۶۵/۹٪	۴۸	تأخیر در ساخت تجهیزات	۵۹/۴٪
۲۴	توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار	۵۸/۲٪	۴۹	تأخیر در حمل تجهیزات	۵۸/۸٪
۲۵	سازماندهی نامناسب پرسنل	۶۱/۲٪	۵۰	نظارت کیفی نامناسب در ساخت تجهیزات	۵۵/۹٪

### ۵- تحلیل نتایج

#### ۱-۱- نتایج مربوط به روش AHP گروهی

ماتریس حاصل از میانگین هندسی مربوط به نظیر به نظیر ماتریس‌های ارجحیت در پاسخ‌های داده شده مطابق جدول ۶ ارائه شده است. سپس با نرمال‌سازی ماتریس نهایی مطابق جدول ۷ ایجاد شده و ارزش وزن نسبی هر یک از اهداف مطابق زیر تعیین می‌گردد.

#### جدول ۶: ماتریس حاصل از میانگین هندسی ارجحیت اهداف در روش AHP گروهی

Table 6. The matrix derived from the geometric mean of target priority in an AHP group method

ایمنی	زمان	کیفیت	هزینه
۱/۰۰	۰/۴۵	۰/۸۳	۰/۶۲
۲/۲۱	۱/۰۰	۱/۵۰	۱/۲۵
۱/۲۱	۰/۶۷	۱/۰۰	۰/۷۰
۱/۶۰	۰/۷۰	۱/۴۴	۱/۰۰
۶/۰۲	۲/۸۲	۴/۷۶	۳/۵۷

ریسک‌های ناحیه بحرانی و مهم جهت ارائه برنامه‌های واکنشی در جدول ۸ ارائه شده است.

#### ۴-۲- تأثیر متولیان ریسک در هر یک از اهداف پروژه

براساس نظرات اخذ شده از پرسش-شوندگان، میزان اثرگذاری و سهم هر یک از متولیان ریسک مرتبط با پروژه مندرج در سطح دوم ساختار شکست ریسک این تحقیق، تعیین شده که در جدول ۵ درج گردیده است. بیشترین تأثیرات از جانب پیمانکار، کارفرما و در مراحل بعدی شرایط نامساعد اقتصادی، طراحی و تأمین‌کننده تشخیص داده شد.

#### جدول ۵: میزان اثرگذاری متولیان ریسک بر پروژه ۱۵

Table 5. Effect of risk managers on the project [22]

میزان اثرگذاری نسبی	متولی ریسک
۱۶/۸۸٪	پیمانکار
۱۴/۷۷٪	کارفرما
۱۲/۹۰٪	اقتصادی
۱۲/۳۱٪	طراح
۱۱/۴۹٪	تأمین‌کننده
۹/۸۵٪	سیاسی/ نهادهای دولتی
۹/۵۰٪	زیرساخت‌ها
۶/۵۷٪	فرهنگی/ اجتماعی
۵/۷۴٪	فورس ماژور

جدول ۷: ماتریس حاصل از نرمال سازی و تعیین اوزان اهمیت اهداف

Table 7. Matrix resulting from normalization and determining the importance of goals

ارزش نسبی	اندیس	هدف پروژه	هزینه	کیفیت	زمان	ایمنی
۰/۱۶/۸۸	$W_s$	ایمنی	۰/۱۷	۰/۱۷	۰/۱۶	۰/۱۷
۰/۳۴/۶۷	$W_T$	زمان	۰/۳۵	۰/۳۱	۰/۳۵	۰/۳۷
۰/۲۱/۰۵	$W_Q$	کیفیت	۰/۱۹	۰/۲۱	۰/۲۴	۰/۲۰
۰/۲۷/۴۱	$W_C$	هزینه	۰/۲۸	۰/۳۰	۰/۲۵	۰/۲۷

جدول ۸: ریسک‌های بحرانی و مهم مؤثر بر کل پروژه

Table 8. Critical and critical risks affecting the whole project

ردیف	آیتم ریسک	مرتبط با	مقدار تأثیر
۱	عدم نقدینگی و تأخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار	کارفرما	۰/۳۱
۲	توان مالی ناکافی پیمانکار	پیمانکار	۰/۲۹
۳	تحویل برنامه زمانبندی فشرده به پیمانکار	کارفرما	۰/۲۵
۴	تحریم/ جنگ	سیاسی	۰/۲۵
۵	تورم در قیمت‌های متریال پروژه	اقتصادی	۰/۲۵
۶	اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌های پروژه	پیمانکار	۰/۲۵
۷	برآورد/ متره اشتباه جهت ارائه قیمت در مناقصه	پیمانکار	۰/۲۳
۸	توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار	پیمانکار	۰/۲۵
۹	تخصیص نامناسب نیرو و تجهیزات	پیمانکار	۰/۲۱
۱۰	ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران	کارفرما	۰/۲
۱۱	ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه (پیمانکار، کارفرما، طراح)	کارفرما	۰/۲
۱۲	عدم بکارگیری فرآیندهای مدیریت پروژه (ضعف دانش یا ابزار)	پیمانکار	۰/۱۹
۱۳	جابجایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی	پیمانکار	۰/۱۹
۱۴	تجهیز کارگاه ضعیف (ماشین‌آلات و تجهیزات)	پیمانکار	۰/۱۹
۱۵	عدم وجود نگرش سیستمی بین بخش‌های مرتبط با پروژه	زیرساخت-ها	۰/۱۷
۱۶	عدم حمایت مدیریت ارشد از الزامات برنامه‌ریزی	زیرساخت-ها	۰/۱۶
۱۷	بکارگیری روش‌ها و استانداردهای طراحی نامناسب	طراحی	۰/۱۶
۱۸	عدم دسترسی یا کیفیت پایین متریان و مصالح	پیمانکار	۰/۱۶
۱۹	آسیب دیدگی متریال و تجهیزات پروژه	پیمانکار	۰/۱۵
۲۰	مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادی ناقص یا غلط	زیرساخت-ها	۰/۱۵
۲۱	عدم بکارگیری مهندسی ارزش در فاز طراحی	طراحی	۰/۱۵
۲۲	نظارت کیفی نامناسب در ساخت تجهیزات	تأمین کننده	۰/۱۵
۲۳	تأخیر یا کسری در تحویل نقشه‌های اجرایی	طراحی	۰/۱۵

## ۶- برنامه‌های واکنش یا پاسخ به ریسک بحرانی و مهم

در این بخش ۱۱ ردیف اول در برگیرنده ریسک‌های ناحیه بحرانی بوده و ۱۲ ریسک بعدی در ناحیه ریسک‌های مهم قرار دارند. برنامه‌های واکنشی و مواجهه با ریسک‌ها پس از آیتیم ریسک مربوطه ارائه شده است:

### ۶-۱- برنامه‌های واکنشی محدوده ریسک‌های بحرانی

۱. عدم نقدینگی و تأخیر در پرداخت صورت وضعیت‌ها به پیمانکار  
- برنامه‌ریزی تأمین منابع مالی از قبیل فاینانس خارجی، وام‌های بلندمدت، فروش اوراق مشارکت و غیره  
- تهیه جریان نقدی پروژه در ابتدای فاز ساختمان و نصب و اخذ تعهد سهامداران و هیئت مدیره در التزام به پرداخت‌ها  
۲. توان مالی ناکافی پیمانکار

- بررسی و تخصیص پیمانکار بر اساس سوابق مالی شرکت کنندگان در مناقصه با توجه به سیاست‌های مالی کارفرما در تأمین مالی پروژه (اجتناب)  
- ایجاد حساب مالی مشترک بین کارفرما و پیمانکار جهت تسهیل در پرداخت هزینه‌های جاری پروژه و بالانس آن در صورت وضعیت قطعی (تسکین)

- تغییر محدوده قراردادی پیمانکار و تفویض کار از سوی کارفرما به پیمانکار دیگر یا انعقاد قرارداد با پیمانکاران جزء که توانایی مالی کافی در اجرای کار دارند (انتقال)

### ۳. تحمیل برنامه زمانبندی فشرده به پیمانکار

- در مواقعی که کاهش زمان پروژه بر اساس ضروری باشد، موارد زیر الزامی می‌باشد:

- تهیه و ارائه مدارک پشتیبان برنامه زمانبندی از قبیلی مقادیر نفرات (نفر/روز)، متریکال، لیست ماشین‌آلات مورد نیاز و درصد پیشرفت و مقادیر احجام برنامه‌های در بازه‌های زمانی هفتگی یا ماهانه از ابتدا تا پایان پروژه.  
- تعیین هزینه‌های تخصیص منابع اضافی جهت تسریع انجام کار و تعیین متولی پرداخت هزینه‌های آن.

- محاسبه ارزش کسب شده قابل حصول در مقابل هزینه‌های پیش‌بینی شده و آنالیز حساسیت هزینه فعالیت‌ها در حالت کاهش زمان انجام فعالیت‌ها.  
- تصمیم‌گیری در خصوص لزوم فشرده سازی زمان.

### ۴. تحریم/ جنگ

- تقبل هزینه‌ها و نتایج تحریم و جنگ بر هزینه‌های مواد اولیه، تجهیزات و هزینه‌های گمرکی (پذیرش)

- انتخاب واسطه‌ها و عامل سوم جهت تأمین نیازمندی‌های مورد نیاز (کاهش)

- تأمین از منبع دیگر یا تغییر در بخشی از پروژه بدلیل عدم دسترسی به متریکال یا تکنولوژی خاص مورد نیاز

### ۵. تورم در قیمت‌های متریکال پروژه

- پیش‌بینی و بررسی وضعیت قیمت اقلام مورد نیاز پروژه جهت تأمین متریکال از قبل (اجتناب)

- پذیرش افزایش قیمت‌ها و تأثیر آن بر فعالیت‌های اجرایی (پذیرش)  
- تغییر در مبالغ قرارداد و تأیید و تقبل آن توسط سهامداران و سایر ذینفعان (انتقال)

### ۶. اشتباه در زمانبندی و توالی فعالیت‌های پروژه

- الزام در استقرار سیستم مدیریت دانش، مستندات و وقایع پروژه‌ها توسط مدیریت طرح‌های نیروگاهی جهت بکارگیری برنامه‌ریزی و راهبری پروژه‌های آتی

- استفاده از اطلاعات واقعی پروژه‌ها به تفکیک نوع فعالیت، شرایط مناطقی اجرای پروژه، میزان دسترسی به نیروی انسانی ماهر

- بکارگیری تکنیک‌های آنالیز کمی ریسک و مدنظر داشتن تأثیر ریسک در تخمین زمان

- برگزاری جلسات فنی و کارشناسی جهت تعیین ارتباط بین فعالیت‌ها و پیش نیازهای مورد نیاز شامل سخت‌افزار (نیروی انسانی و ماشین‌آلات) و نرم‌افزار (دستورالعمل اجرایی، استاندارد و غیره) در تهیه برنامه زمانبندی صحیح و واقعی

- بکارگیری کارشناسان مجرب و نرم‌افزارهای تخصصی مدیریت و برنامه‌ریزی پروژه

- تعیین دقیق محدوده کار و تهیه ساختار صحیح شکست کار بر اساس آن

- توجه به موارد غیرقابل پیش‌بینی در زمانبندی و تمرکز ویژه در تخصیص منابع کافی به فعالیت‌های مسیر بحرانی پروژه

- ایجاد هماهنگی بین برنامه‌ریزی اجرای فعالیت‌ها و بودجه‌بندی قابل تحصیل پروژه

### ۷. برآورد/ متره اشتباه جهت ارائه قیمت در مناقصه

- بررسی اطلاعات پروژه‌های دیگر بر اساس حجم و مشخصات فنی محصولات (کاهش)

- امکان تأیید مقادیر کار اضافی و بالتبع آن تغییر در مبلغ و حجم قرارداد (اجتناب)

- بکارگیری مهندسی و آنالیز ارزش جهت حذف موارد غیراساسی و غیرضروری جهت کاهش حجم کار و هزینه‌های آن با حفظ کارکردهای لازم و تعدیل در اشتباه در تخمین و برآورد پس از انجام مناقصه و در فاز طراحی

### ۸. توانایی ضعیف مدیریتی و هماهنگی پیمانکار

- الزام کارفرما به پیمانکار در انتخاب تیم مدیریت کارگاهی مجرب و کارآمد (اجتناب)



- استقرار و پیروی از روش‌های اجرایی و استانداردهای مدون به جای روش‌های سلیقه‌ای و منحصر به فرد

۱۴. تجهیز کارگاه ضعیف (ماشین-آلات و تجهیزات)

- اختصاص پیش پرداخت کافی جهت تجهیز کارگاه پیمانکار

- تعیین نیازمندی‌های موردنظر کارفرما جهت تجهیز کارگاه و درج آن در الزامات قراردادی توسط کارفرما

- تأمین منابع لازم در حین فعالیت‌های اجرایی توسط کارفرما و کسر از صورت وضعیت پیمانکار

۱۵. عدم وجود نگرش سیستمی بین بخش‌های مرتبط با پروژه

- ارائه آموزش‌های مدیریتی، بهره‌وری و الزامات ارتباطی (نرم‌افزار و سخت‌افزار) به مدیران و کارشناسان بخش‌های مختلف

- تغییر ساختار سازمانی وظیفه‌ای به ساختار ماتریسی و ایجاد کارگروه‌هایی متشکل از کارشناسان بخش‌های مختلف

۱۶. عدم حمایت مدیریت ارشد از الزامات برنامه‌ریزی

- ارائه نتایج حاصله ملموس ناشی از برنامه‌ریزی منابع انسانی، مالی و غیره جهت جلب حمایت مدیریت

- ارائه آموزش‌های مرتبط به مدیریت ارشد سازمان و معرفی الگوهای موفق در امر برنامه‌ریزی

- همسو بودن نتایج پروسه برنامه‌ریزی با اهداف پروژه و سازمان مانند مدیریت مالی مناسب، استفاده بهینه از منابع و جلوگیری از هزینه‌های سربار

۱۷. به کارگیری روش‌ها و استانداردهای طراحی نامناسب

- انتخاب استاندارد، مشخصات فنی مطابق با اهداف پروژه توسط تیم خبرگان پروژه

- الگوبرداری از روش‌ها و استانداردهای به کار رفته در طراحی پروژه‌های موفق

۱۸. عدم دسترسی یا کیفیت پائین متریال و مصالح

- بررسی میزان دسترسی به متریال و مصالح مورد نیاز پروژه در فاز امکان‌سنجی و در نظر گرفتن آن در مطالعات اقتصادی پروژه

- استقرار سیستم کنترل و نظارت بر کیفیت متریال مورد نیاز و التزام گروه‌های درگیر در پروژه به اجرایی نمودن آن.

- آنالیز ارزشی جهت انتخاب و تعیین متریال براساس نیازمندی پروژه.

۱۹. آسیب دیدگی متریال و تجهیزات پروژه

- اخذ گارانتی در تحویل سالم متریال و تجهیزات از تأمین کننده.

- انتقال متریال با استفاده از وسایل حمل مطمئن و حفاظت کامل طی حمل آن‌ها.

- تقسیم وظایف و تفویض اختیار بین مسئولین مختلف بخش‌ها جهت تمرکز و پیگیری بر فعالیت‌های پروژه (کاهش)

- مشارکت کارفرما/ مشاور در مدیریت فعالیت‌های اجرایی و هماهنگی بین پیمانکاران

۹. تخصیص نامناسب نیرو و تجهیزات

- برنامه‌ریزی منابع مورد نیاز بر اساس اولویت‌های برنامه زمانبندی پروژه جهت بکارگیری بهینه از ظرفیت‌های موجود

- استفاده از منابع خارجی جایگزین در صورت کمبود منابع داخلی

- بکارگیری روش‌های تشویق و پاداش جهت افزایش بهره‌وری نیروی انسانی

۱۰. ناکارآمدی سیستم ارزیابی و انتخاب پیمانکاران

- انتخاب شاخص‌های استاندارد مناسب و ارزیابی پیمانکاران صنایع مختلف در سطح پروژه‌های نیروگاهی توسط مراجع ذیصلاح و مستقل

- درجه‌بندی پیمانکاران پروژه‌های نیروگاهی و ارائه نتایج ارزیابی به کارفرمایان و مجامع عمومی جهت ارتقاء سطح عملکرد پیمانکاران

- الزام در ایجاد کنسرسیوم با پیمانکاران خارجی که این امر سبب انتقال تکنولوژی و مهارت‌های انسانی و سخت‌افزاری گردد.

۱۱. ناهماهنگی بین گروه‌های درگیر پروژه (پیمانکار، کارفرما، طراح و...)

- تشکیل جلسات هماهنگی بین گروه‌ها و تعیین متولی جهت پیگیری مشکلات

- استقرار سیستم جریان اطلاعات مناسب جهت کاهش سطح بروکراسی نالازم

#### ۶-۲- برنامه‌های واکنشی محدوده ریسک‌های مهم

۱۲. عدم بکارگیری فرآیندهای مدیریت پروژه (نبود دانش یا ابزار و تکنیک‌ها)

- عارضه‌یابی سازمانی و بازمهندسی فرآیندهای سازمانی بر اساس استانداردهای مدیریت پروژه توسط یک گروه خبره متشکل از کارشناسان خارج و داخل سازمان

- فراهم آوردن ابزارها شامل نرم‌افزارها و سخت‌افزارها و هماهنگی لازم جهت استقرار فرآیندهای مدیریت پروژه

- استقرار سیستمی جهت کنترل و پایش فرآیندهای اصلاح شده

۱۳. جابه‌جایی و ترک شغل توسط پرسنل کلیدی

- ایجاد نظام ثبت اطلاعات و به‌روز رسانی بانک اطلاعاتی از وقایع، فعالیت‌ها و مدارک.

- قائم به فرد نبودن وظایف محوله به پرسنل و تربیت جانشین کارآمد

- شناسایی تأمین کننده‌های دیگر جهت موارد بروز مشکل و سفارش مجدد.

۲۰. مطالعات امکان‌سنجی و اقتصادی ناقص یا غلط

- تخصیص تیم کارشناسی خیره و فنی جهت امکان‌سنجی.

- شناخت دقیقی مؤلفه‌های فرهنگی، اجتماعی/اقتصادی و جغرافیایی منطقه، میزان دسترسی به نیروی کار فنی و متخصص و انطباق طرح با استراتژی و اهداف کلان جهت بررسی شرایط منطقه مورد نظر جهت پروژه. - مطالعه دقیق و شناخت کافی از شرایط محصولات در بازارهای داخلی و جهانی و روندهای آتی آن.

- پایبندی به نتایج فاز مطالعاتی امکان‌سنجی/اقتصادی جهت اجرای نمودن آن.

۲۱. عدم به‌کارگیری مهندسی ارزشی در فاز طراحی

- ارائه آموزش و شناخت کافی و نیز ارائه نتایج کیفی و کمی به‌کارگیری مهندسی و آنالیز ارزش به مدیریت جهت جلب حمایت و پشتیبانی ایشان

- اولویت‌بندی نقاط مهم جهت بهبود کارایی یا کاهش هزینه در مهندسی ارزش.

۲۲. نظارت کیفی نامناسب در ساخت تجهیزات

- استقرار تیم نظارت بازرسی متخصصی در محل ساخت تجهیزات از پرسنل شرکت یا یک شرکت ثالث.

- انتخاب سازندگانی که دارنده و مجری استانداردهای معتبر مدیریت کیفیت باشند.

۲۳. تأخیر یا کسری در تحویل نقشه‌های اجرایی

- ارائه برنامه زمانبندی جهت تهیه مدارک و نقشه‌های مورد نیاز فاز ساخت.

- التزام پیمانکار جهت تحویل مدارک و نقشه‌ها براساس برنامه زمانبندی فاز اجرا و اخذ جریمه تأخیرات توسط کارفرما.

- استقرار دفتر مهندسی کارگاهی جهت تهیه نقشه‌های اجرایی در محل سایت و براساس شرایط کارگاه.

## ۷- پیشنهادات

- شناسایی و ارزیابی ریسک‌های تاثیرگذار در فازهای دیگر پروژه‌های نیروگاهی خارج از بحث فاز ساختمان و نصب

- به‌کارگیری یافته‌های کمی ریسک جهت محاسبات زمانبندی و بودجه‌بندی پروژه‌ها

- طراحی ساختار بانک اطلاعاتی فعالیت‌های پروژه‌ها و ایجاد ارتباط WBS و بانک اطلاعاتی ریسک

- طراحی بانک مدیریت دانش پروژه‌ها جهت اجرایی شدن در طرح‌های فعال

- ایجاد سیستم برنامه‌ریزی مدیریت پروژه/مدیریت ریسک پویا براساس روند تأثیرات ریسک در طول حیات پروژه

- طراحی ساختار بانک اطلاعاتی ریسک مربوط به فازهای مهندسی و خرید و تدارکات و ایجاد ارتباط آن باز فاز ساخت

- بهره‌گیری از رویکردهای غیرقطعی در دسته‌بندی و نیز رتبه‌بندی ریسک‌ها

- ارائه مدل مدیریت ریسک با به‌کارگیری ضرایب اهمیت غیر یکسان جهت اهداف متأثر از ریسک‌های پروژه

## ۸- نتیجه‌گیری

در مقاله حاضر، مدل مدیریت ریسک پروژه مبتنی بر فازهای مختلف پروژه‌ها با تأکید بر فاز ساختمان و نصب و با در نظرگیری ریسک‌ها در پروژه‌های نیروگاهی با مطالعه موردی در نیروگاه بادی منجیل (ایران) ارائه شده است. بر این اساس ابتدا مهمترین ریسک‌های فاز ساختمان و نصب در این پروژه شناسایی شده و سپس با ارائه مدل مدیریت ریسک، به ارزیابی شدت اثر، احتمال کشف و احتمال وقوع ریسک‌ها و اثر آنها بر روی اهداف اصلی پروژه مورد مطالعه یعنی زمان، کیفیت، هزینه و ایمنی پرداخته شده است. علاوه بر این مدلی جهت اولویت بندی ریسک‌های شناسایی شده در این پروژه براساس نظرات گروهی و روش AHP ارائه گردیده و نتایج حاصله بدست آمده است. با توجه به نتایج بدست آمده، تأثیر همزمان اثر ریسک بر اهداف مختلف پروژه (زمان، هزینه، کیفیت و ایمنی) و احتمال وقوع آنها بر اساس رابطه اخیر در بخش آنالیز کمی، محاسبه شد. همچنین براساس نظرات اخذ شده از پرسش‌شوندگان، میزان اثرگذاری و سهم هر یک از متولیان ریسک مرتبط با پروژه مندرج در سطح دوم ساختار شکست ریسک این تحقیق، تعیین شد و مشخص گردید که بیشترین تأثیرات از جانب پیمانکار، کارفرما و در مراحل بعدی شرایط نامساعد اقتصادی، طراحی و تأمین‌کننده می‌باشد. همچنین بر اساس نتایج، محدوده‌های سه‌گانه جهت ارائه برنامه‌های واکنشی تعیین گردیده و تأثیر ریسک بر اهداف چهارگانه پروژه مورد نظر ارائه شد. در نهایت با جمع‌آوری و بررسی نتایج بدست آمده از پرسشنامه‌ها و اولویت بندی تأثیر ریسک بر هر یک از اهداف پروژه، مشخص گردید که میزان تأثیر ریسک‌ها بسته به نوع هدف پروژه متفاوت بوده و جهت دستیابی به نتایج مؤثر و حداقل نمودن تأثیرات منفی ریسک، می‌بایست ریسک‌هایی که اولویت و تأثیر بیشتری دارند، در حوزه هر هدف دسته‌بندی، مدیریت و کنترل نمود. لازم به ذکر است در خصوص اهداف کیفیت، زمان، هزینه ریسک‌هایی با مقدار تأثیر بیشتر از ۲۰٪ و برای هدف ایمنی با توجه به ضرورت توجه بیشتر به اصول ایمنی و جلوگیری از بروز خسارات جانی و انسانی از مقدار تأثیر ۱۸٪ به بالا مورد بررسی قرار گرفته است. نهایتاً فاکتور تأثیر ریسک توأمأ بر چهار هدف پروژه بر اساس نتایج بدست آمده، اولویت بندی شده است.

- an Int.Tender For power Plant project. Fifth Int.Project Management conference, Tehran. Ariana Research Group, 2009.
- [14] Salehi heidari, S. Sabzeparvar, Ahadzadh Namim, M. Acomprehensive Model for supply chain security risk managent using fuzzy logic security risk management using fuzzy analytical hierarchy process and fuzzy topsis. First conference on management and accounting, 2013.
- [15] Sheikh, M. J. Sabahi, M. H, Reyhani, Hemedani, H., Applied of risk Managemet, Third Int. Management Conference, Tehran, Research group, 2013.
- [16] Sharaki, A. Alizadeh, M. Moradi, M, Risk Assessment in work Environment using a fuzzy multi –criteria model, 7th national conference on occupational. 2011.
- [17] Fili, H. r, Nikpi, A. A, Keshavarz Shvarani, p., Parasa, P. Improvement of power generation at the wind power plantusing the risk management approach, Second Int. conference on modernapproaches to energy conversation, Tehran, South pars energy economy. 2012.
- [18] Kayghbadi, m and Nouri, S,. Improvement & Development of project risk management Patern In power Plants (case study: Mapna company), Fifth Int. project Management conference, Tehran, Ariana research Group, 2009.
- [19] ReKabIslami, M. Ardeshir, A. Maknon, R. Amodel for risk ranking in fuzzy approach building projects, National conference on computational and optimization in civil engineering, 2013.
- [20] Braglia, M., Frosolini, M., & Montanari, R., Fuzzy TOPSIS approach for failure mode, effects and criticality analysis. Quality and Reliability Engineering International, 19, 2003. 425–443.
- [21] Carr, V., Tah, JH., A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis: construction project risk management system. Advances in Engineering Software 32. 2001. 847-857.
- [22] Ebrahimnejad, S., Mousavi, S.M., Seyrafiانpour, H., Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model. Expert Systems with Applications. 37, 2010.575-586.
- [23] Emblemsvåg, J., Kjølstad, L.E., Strategic risk analysis – a field version. Management Decision Journal. 40(9), 2002. 842–852.
- [24] Gurcanli, G.E., Mungen, U., An occupational safety risk analysis method at construction sites using fuzzy sets. International Journal of Industrial Ergonomics. 39(2), 2009. 371–387.
- [25] Ross, T., Donald, S., A fuzzy multi-objective approach
- [1] Rafiezahdeh, E, Ardeshir, A. Qualitive Risk assessment of development projects with fuzzy logic approach,5th Int. conference on project management, 2009, 1-19.
- [2] Flanagan R, Norman G., Risk management and construction. Victoria, Australia: lack well Sci ence Pty Ltd. 1993.
- [3] Erich Hau Wind turbines: fundamentals, technologies, application, economics Birkhäuser, ISBN. 2006.
- [4] Smith N.J., Managing risk in construction projects. Oxford: Blackwell. 1999.
- [5] Zou PXW, Zhang G, Wang JY., Identifying key risks in construction projects: life cycle and stakeholder perspectives. In: Proc. 12th Pacific rim real estate society conference, Auckland, New Zealand, January 2006, 22-25.
- [6] Zeng J, An M, Chan AHC., A fuzzy reasoning decision making approach based multi-expert judgment for construction project risk analysis. In: Khosrowshahi F, editor. Proceedings of the twenty-first annual conference. Association of Researchers in Construction Management (ARCOM). London, UK; 2005. 841–52.
- [7] Jiahao Zeng, Min An , Nigel John Smith., Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. International Journal of Project Management 25, 2007. 589–600.
- [8] Project Management Institute; A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide); 4th Ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc., 2008.
- [9] Seyeded esfahani, M.m; Arish. A; akbarporshirazi, M., Case –based decision support Model for risk response planning, Int. Journal of Industrial Eng. And production research Urban Planning, 20(3), 1-14.
- [10] Emami, N, Behbaninia, A, Khalajie Assadi, M, Abadi, Z, Risk analysis Metodlogies for financial Evauation of establishing wind power plant with Montcarlo simulation aids. 7thInt.conference on Management, Tehran, Aryanna Research Gropup. 2009.
- [11] Amini, A, Ramazani, M. Flghi, h., Economicload distribution considering the risk of wind power in the power grid using a multi –objective new algorithm based on the bacterial motions, Nineteen conference on electrical eng. 2011.
- [12] Banjad, M., Hajiabadi, M. A. Eevaluating the price behavior of electricity by considering the Ucertaines in the production of wind power plants. 4th conference on clean energy, 2014.
- [13] Khamenh, A. H. Application of risk management In

- [27] Tah, JH, Thorpe, A., Mc Caffer, R., Contractor project risks contingency allocation using linguistic approximation. *Computer system Engineering*. 4(2-3). 1993. 281-293
- [28] Zhiming, Q.U., Application of Comprehensive Fuzzy Evaluation in Engineering Project Risk. *Journal of Information and Communication Technology*, Published in: *Risk Management & Engineering Management*. ICRMEM'08. International Conference, 2009. 466 - 471.
- to risk management. In: mohsen JP.editor *Computing in civil engineering: proceeding of the second congress held in conjunction with A/E/C systems*. New York. ASCE. 1995. 1400-1403
- [26] Ross, T., Donald, S., A fuzzy logic paradigm for fault trees and event trees in risk assessment. ASCE. 1996. 369-375

برای ارجاع به این مقاله از عبارت زیر استفاده کنید:

Please cite this article using:

M. Saybani, F. Hatami, H. Heravi, Prioritizing Risks and Proposing a Risk Management Model in Wind Farms Developments According to Project Management Standards, *Amirkabir J. Civil Eng.*, 50(4) (2018) 801-812.

DOI: 10.22060/ceej.2017.12206.5147

