

## بررسی و ارزیابی ریسک‌های پروژه بر پایه روش

### بهترین - بدترین

علی محقر<sup>۱</sup>، سید جلال الدین حسینی دهشیری<sup>۲</sup> و علیرضا عرب<sup>۳\*</sup>

۱- استاد، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

۲- دانشجوی دکتری مدیریت تولید و عملیات، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

۳- دانشجوی دکتری تحقیق در عملیات، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

پذیرش: ۱۳۹۶/۴/۱۳

دریافت: ۱۳۹۵/۶/۲۹

### چکیده

عدم قطعیت، جزء جدانشدنی و اجتناب‌ناپذیر پروژه‌ها است. وجود ریسک و عدم قطعیت در پروژه‌ها موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف شده و باعث کاهش کارایی پروژه‌ها می‌شود. در این راستا دستیابی به ابزاری که دست به ارزیابی سطح ریسک پروژه زده و به تبع آن میزان انحراف واقعی را برآورد کند، بسیار ضروری است. بنابراین نیاز به شناخت و مدیریت ریسک در پروژه، کاملاً روشن است. یکی از مشکلات مدیران پروژه‌ها، شناسایی و نحوه برخورد با ریسک‌ها در پروژه می‌باشد. شناسایی و اولویت‌بندی ریسک به دلیل وجود محدودیت در پروژه‌ها، مسئله‌ای مهم در مدیریت ریسک است که برای مدیریت موفق ریسک لازم است صورت پذیرد. هدف از پژوهش حاضر ارائه مدلی مبتنی بر روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین که به عنوان یکی از تکنیک‌های نوین تصمیم‌گیری چند معیاره مطرح است، به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه و همچنین رویکرد ساختار شکست ریسک که فرتیند شناسایی ریسک را ساختارمند نموده و فاز شناسایی را از منظر پوشش‌دهی ویژگی‌ها و مشخصه‌های پروژه افزایش می‌دهد، می‌باشد. به این منظور نخست با استفاده از



رویکرد ساختار شکست ریسک و بهره‌گیری از مدل‌های شناخته‌شده این حوزه، شاخص‌های ارزیابی ریسک‌های مرتبط با پروژه در قالب یک مطالعه موردی در پروژه سیکاس پارک گروه پیشگامان کویر یزد استخراج شد سپس با بهره‌گیری از روش بهترین - بدترین و نظرات خبرگان، ارزیابی و اولویت‌بندی شدند و درنهایت ریسک‌های مرتبط با هر یک از شاخص‌های اولویت دار استخراج شده و راهکارهایی به منظور مدیریت آنها ارائه شد.

**واژه‌های کلیدی:** ریسک، مدیریت پروژه، روش بهترین - بدترین، ساختار شکست ریسک، گروه پیشگامان کویر یزد.

## ۱- مقدمه

ریسک و عدم قطعیت، جزء جدانشدنی و اجتناب‌ناپذیر پروژه‌ها بوده است که موجب کاهش دقت در تخمین مناسب اهداف و کارایی پروژه‌ها می‌شود. بنابراین شناخت و مدیریت ریسک در پروژه کاملاً ضروری است [۱]. مدیریت ریسک، روشی سیستماتیک برای مدیریت عدم قطعیت‌ها ارائه می‌دهد، به نحوی که با استفاده از آن، شانس دستیابی به اهداف پروژه افزایش پیدا می‌کند [۲]. از این رو در فرایند مدیریت پروژه لازم است تا به صورت نظام‌مند به موضوع ریسک و فرایند مدیریت ریسک توجه شود. ریسک در پروژه‌ها به صورت شانس وقوع، رخدادی تعریف می‌شود که دارای اثر منفی احتمالی بر اهداف پروژه می‌باشد و با عباراتی نظیر احتمال وقوع و پیامد اندازه‌گیری می‌شود [۳؛ ۴]. هدف مدیریت ریسک افزایش احتمال موفقیت پروژه از طریق شناسایی و ارزیابی نظام‌مند ریسک، ارائه روش‌هایی برای کاهش آن و افزایش فرصت‌ها می‌باشد [۵]. در نتیجه شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌ها برای رفع این چالش‌ها ضروری است. برای اولویت‌بندی ریسک‌ها، معیارهایی وجود دارد که از اوزان مختلفی برخوردار هستند. این معیارها نیاز به بهره‌گیری از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره<sup>۱</sup> دارند که معیارهای مختلف دخیل را در نظر گیرد. هدف از پژوهش حاصل ارائه مدلی مبتنی بر روش تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین<sup>۲</sup> به منظور اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه می‌باشد.

---

1. Multiple Criteria Decision Making  
2. Best-Worst method



## ۲- پیشینه پژوهش

از سال ۱۹۹۰ میلادی مدل‌های مختلفی با هدف افزایش موفقیت برای مدیریت ریسک پروژه‌ها مطرح شد [۶]. همچنین محققان تلاش‌های زیادی در حوزه شناسایی و طبقه‌بندی ریسک‌ها انجام دادند که در جدول ۱ به آنها اشاره شده است.

جدول ۱ پژوهش‌های انجام‌شده به منظور شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه

منبع	تکنیک مورد استفاده	حوزه مورد مطالعه
[۷]	نظریه مطلوبیت	پروژه‌های ساخت، بهره‌برداری و انتقال
[۸]	تحلیل عاملی	پروژه متروی تایلند
[۹]	تجزیه و تحلیل خوشه‌ای	پروژه‌های نرم‌افزاری
[۱۰]	رویکرد فازی - منطقی	فرایند ساختمان
[۱۱]	تحلیل سلسله مراتبی اصلاح‌شده	پروژه‌های ساخت
[۱۲]	مدل ریاضی	بازار رقابتی برق
[۱۳]	تصمیم‌گیری فازی	پروژه‌های ساخت
[۱۴]	تصمیم‌گیری گروهی فازی	پروژه ساخت پل
[۱۵]	فرایند مدیریت ریسک	شرکت برق در آفریقای جنوبی
[۱۶]	رویکرد فازی	پروژه حفاری چاه نفت
[۱۷]	تاپسیس	پروژه صنعت انرژی ایران
[۱۸]	تحلیل سلسله مراتبی فازی و تاپسیس فازی	پروژه‌های ساخت تقاطع غیر هم‌سطح در استان بوشهر
[۱۹]	تخصیص خطی	پروژه‌های تونل سازی
[۲۰]	تحلیل سلسله مراتبی فازی	پروژه ساخت‌وساز
[۲۱]	فرایند تحلیل سلسله مراتبی و مجموعه‌های فازی	پروژه‌های قراردادی مدیریت انرژی
[۲۲]	تصمیم‌گیری چندهدفه	پروژه احداث سد خاکی



از بررسی پژوهش‌های گذشته استنباط می‌شود که دسته‌بندی ریسک‌ها به صورت عمومی بوده است و برای گروه‌بندی ریسک‌های پروژه از یک منظر توجه شده و به تمامی جنبه‌های آن توجه نشده است و برای پروژه‌هایی با ویژگی‌های خاص قابل‌استفاده نیست که خلأ پژوهشی در زمینه نحوه دسته‌بندی ریسک‌ها و پوشش دادن تمامی ریسک‌های بالقوه با توجه به پروژه‌های خاص به چشم می‌خورد. از این رو برای رفع این خلأ پژوهشی با رجوع به منابع متعدد، مدل‌های مدیریت ریسک شناسایی و مورد مطالعه قرار گرفت که با توجه به نظر خبرگان و آشنا بودن کارشناسان پروژه با استاندارد دانش مدیریت پروژه<sup>۱</sup> و جامع بودن آن، این استاندارد به عنوان مدل مبنا انتخاب شد. در ادامه با بررسی و مقایسه ساختارهای ریسک بررسی شده در پژوهش‌های گذشته، ویژگی‌های خاص پروژه و نظر خبرگان ساختار شکست ریسک پروژه بر مبنای استاندارد دانش مدیریت پروژه سفارش می‌شود. از این رو در گام اول برای شناسایی ریسک‌های پروژه به مقایسه ساختارهای شکست ریسک بررسی شده در پژوهش‌های گذشته که در جدول ۲ آمده است، پرداخته می‌شود.

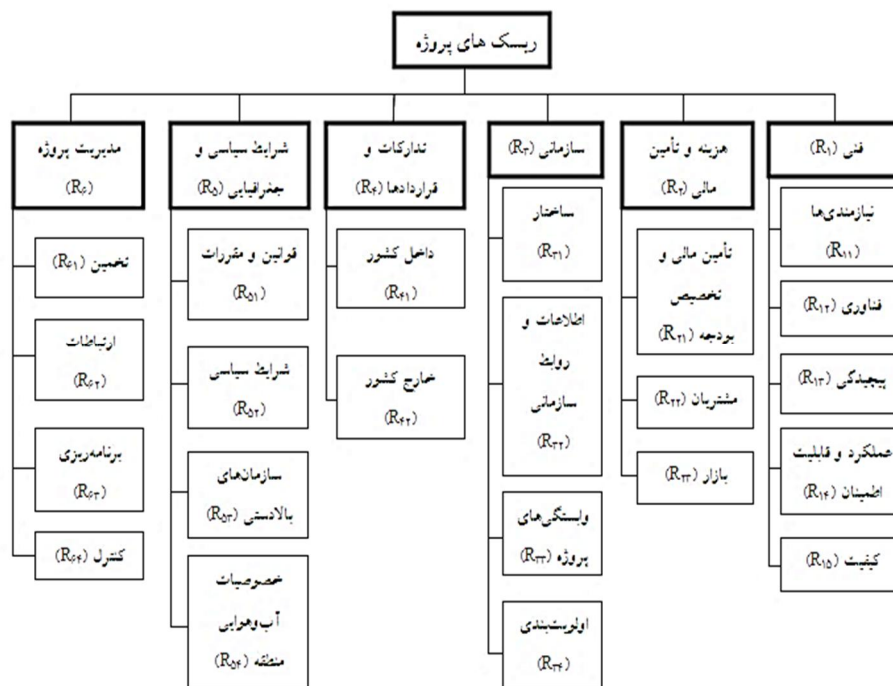
جدول ۲ انواع عدم قطعیت شناسایی شده در ادبیات موضوع

منبع	انواع عدم قطعیت
[۲۷، ۲۶، ۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲]	مسائل فنی و فناوریانه
[۲۷]	هزینه و تأمین مالی
[۲۵، ۲۴، ۲۳، ۲]	مسائل درون سازمانی
[۲۶]	قوانین، تدارکات و قراردادها
[۲۶]	شرایط سیاسی و جغرافیایی
[۲۸]	مدیریت پروژه

در ادامه برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های سازمان مورد مطالعه با انجام مصاحبه با شش نفر از متخصصان تیم پروژه، انواع عدم قطعیت‌ها مشخص شد. سپس با

1. Project Management Body Of Knowledge (PMBOK)

بهره‌گیری از ساختارهای شکست ریسک ارائه شده در منابع علمی [۲۳، ۲۵، ۲۹، ۳۰] ساختار اولیه‌ای طراحی شد. در ادامه با استفاده از منابع علمی [۶، ۲۳، ۲۵، ۲۹، ۳۰، ۳۱] و تحلیل ویژگی‌های خاص پروژه‌های سازمان مورد مطالعه و نظر خبرگان، هر یک از سطوح به لایه‌های جزئی‌تری شکسته شده و ساختار ریسک پیشنهادی برای مورد مطالعه به شرح شکل ۱، رسم شد.



شکل ۱ ساختار شکست ریسک پروژه‌های سازمان

### ۳- روش شناسی پژوهش

پژوهش حاضر از لحاظ هدف کاربری و از نظر جمع‌آوری اطلاعات، توصیفی - پیمایشی می‌باشد. در این پژوهش برای شناسایی ریسک‌های پروژه‌های سازمان از روش کتابخانه‌ای و برای وزندهی هر یک از ریسک‌ها از مطالعه میدانی استفاده شد. همچنین در این مقاله از مطالعه موردی در پروژه



سیکاس پارک گروه پیشگامان کویر یزد استفاده شده است. پروژه برج‌های سه‌قلوی سیکاس پارک، از پروژه‌های پیشرو در زمینه ساخت ساختمان‌های هوشمند و دوستدار محیط‌زیست در استان یزد است. از آن جایی که این پروژه در حال اجرا است، اعضای تیم در صدد یافتن ریسک‌های بالقوه بوده تا با شناسایی و کاهش تبعات ناشی از آن بتوانند این پروژه را با موفقیت به اتمام برسانند. چون پرداختن به تمام ریسک‌های شناسایی شده امکان‌پذیر نیست، بنابراین ریسک‌های شناسایی شده باید اولویت‌بندی شوند. از این‌رو مطالعه‌ای با هدف شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه عمرانی سیکاس واقع در شهر یزد انجام شد. تیم تصمیم‌گیری متشکل از ۶ نفر (از اعضای تیم پروژه) با تخصص‌های مدیریت پروژه و ساخت، مهندسی صنایع، مهندسی مکانیک و مهندسی عمران که ضمن داشتن مدرک حرفه‌ای مدیریت پروژه، دارای تجربه و دانش کافی (بیش از ۷ سال) در زمینه پروژه و ساخت‌وساز می‌باشند، به سرپرستی مجری طرح به منظور آگاهی از ریسک‌های بالقوه و اولویت‌بندی آنها تشکیل شد.

#### ۴- روش بهترین - بدترین<sup>۱</sup> [۳۲]

بر اساس روش بهترین - بدترین (که در سال ۲۰۱۵ توسط رضایی ارائه شده است) بهترین و بدترین شاخص به وسیله تصمیم‌گیرنده مشخص شده و مقایسه زوجی بین هر یک از این دو شاخص (بهترین و بدترین) و دیگر شاخص‌ها انجام می‌شود. سپس یک مسئله حداکثر حداقل<sup>۲</sup> برای مشخص کردن وزن شاخص‌های مختلف فرموله و حل می‌گردد. همچنین در این روش یک فرمول برای محاسبه نرخ ناسازگاری جهت بررسی اعتبار مقایسات در نظر گرفته شد.

#### ۴-۱- گام‌های روش بهترین - بدترین [۳۲]

گام ۱: مجموعه شاخص‌های تصمیم‌گیری تعیین شود. در این گام، مجموعه شاخص‌ها به صورت  $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$  تعریف می‌شود که از برای گرفتن یک تصمیم مورد نیاز است.

---

1. Best- Worst Method (BWM)  
2. MAXIMIN



گام ۲: بهترین (مهم‌تر، مطلوب‌تر) و بدترین (دارای کمترین اهمیت و کمترین مطلوبیت) شاخص را مشخص نمایید. در این مرحله تصمیم‌گیرنده بهترین و بدترین شاخص را به طور کلی تعریف می‌کند و هیچ مقایسه‌ای در این مرحله صورت نمی‌گیرد.

گام ۳: ارجحیت بهترین شاخص را نسبت به سایر شاخص‌ها با اعداد ۱ تا ۹ مشخص نمایید. بردار ارجحیت بهترین شاخص نسبت به دیگر شاخص‌ها به صورت  $A_B = (a_{B_1}, a_{B_2}, \dots, a_{B_n})$  نمایش داده می‌شود. در بردار ذکر شده،  $a_{Bj}$  نشان‌دهنده ارجحیت بهترین شاخص (B) نسبت به شاخص (j) هست، واضح است که  $a_{BB} = 1$  است.

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

گام ۵: مقادیر بهینه وزن‌ها را بیابید  $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ . برای تعیین وزن بهینه هر یک از شاخص‌ها، زوج‌های  $\frac{w_j}{w_w} = a_{jw}$  و  $\frac{w_B}{w_j} = a_{Bj}$  تشکیل شده، سپس برای برآورده کردن این شرایط در همه زها، باید راه‌حلی پیدا شود تا عبارات  $\left| \frac{w_j}{w_w} - a_{jw} \right|$  و  $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$  را برای همه j هایی که حداقل شده است، حداکثر نماید. با توجه به غیر منفی بودن وزن‌ها و مجموع اوزان می‌توان مدل را به صورت زیر فرموله کرد.

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

همچنین می‌توان مدل فوق را به مدل زیر تبدیل کرد:



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

البته مدل خطی تابع فوق نیز به صورت زیر ارائه شده است [۳۳] و در این مقاله اوزان شاخص‌ها با استفاده از مدل خطی به دست می‌آیند.

$$\begin{aligned}
 & \min \xi \\
 & \text{s.t.} \\
 & |w_B - a_{Bj}w_j| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & |w_j - a_{jw}w_w| \leq \xi, \text{ for all } j \\
 & \sum_j w_j = 1 \\
 & w_j \geq 0, \text{ for all } j
 \end{aligned} \tag{۳}$$

با حل مدل فوق، مقادیر بهینه  $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$  و  $\xi^*$  به دست می‌آید.

#### ۴-۲- محاسبه نرخ سازگاری در روش بهترین - بدترین

با استفاده از  $\xi^*$  به دست آمده، نرخ سازگاری محاسبه می‌شود. واضح است که مقدار  $\xi^*$  بزرگ‌تر نشان‌دهنده نرخ سازگاری بالاتری می‌باشد. از آن جایی که  $a_{Bj} \times a_{jw} = a_{BW}$  و  $a_{BW} \in \{1, 2, \dots, 9\}$  می‌باشد، می‌توان حداکثر مقدار  $\xi$  به دست آورد. با استفاده از شاخص‌های سازگاری موجود در جدول ۳ و فرمول ارائه‌شده می‌توان نرخ سازگاری را محاسبه کرد.





جدول ۳ شاخص‌های سازگاری با استفاده از روش بهترین - بدترین

۹	۸	۷	۶	۵	۴	۳	۲	۱	abw
۵/۲۳	۴/۴۷	۳/۷۳	۳/۰۰	۲/۳۰	۱/۶۳	۱/۰۰	۰/۴۴	۰/۰۰	شاخص سازگاری

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

هرچه مقادیر نرخ سازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد نتایج سازگاری بیشتری دارد. پس از شناسایی و انتخاب عوامل و شاخص‌های ریسک پروژه (شکل ۱)، وزن دهی هر یک از عوامل و شاخص‌های انتخاب شده را با استفاده از روش بهترین - بدترین مطابق با گام‌های گفته شده در قسمت قبل و ساختار سلسله مراتبی شکل ۱ به دست می‌آوریم. نخست مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص مشخص می‌شود. در جلسه حضوری با تعدادی از خبرگان دانشگاهی و صنعت، مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین شاخص‌ها مورد بررسی قرار گرفتند و در نهایت در میان عوامل ریسک، عوامل شرایط سیاسی و جغرافیایی (R۵) و سازمانی (R۳) و در میان شاخص‌ها، شاخص فناوری (R۱۲) و پیچیدگی (R۱۳) در عامل فنی (R۱)، شاخص تأمین مالی (R۲۱) و تخصیص بودجه و مشتریان (R۲۲) در عامل هزینه و تأمین مالی (R۲)، شاخص وابستگی‌های پروژه (R۳۳) و اطلاعات (R۳۲) در عامل سازمانی (R۳)، شاخص داخل کشور (R۴۱) و خارج کشور (R۴۲) در عامل تدارکات و قراردادها (R۴)، شاخص قوانین و مقررات (R۵۱) و آب‌وهوا (R۵۴) در عامل شرایط سیاسی و جغرافیایی (R۵) و شاخص تخمین (R۶۱) و ارتباطات (R۶۲) در عامل مدیریت پروژه (R۶)، به ترتیب به عنوان مهم‌ترین و کم‌اهمیت‌ترین عوامل و شاخص‌ها مدنظر قرار گرفتند. در گام بعد به تعیین بردار ارجحیت مهم‌ترین عامل و شاخص نسبت به دیگر عوامل و شاخص‌ها پرداخته می‌شود. برای تعیین این بردار از خبرگان خواسته شده است تا ارجحیت مهم‌ترین عامل و شاخص را نسبت به سایر عوامل و شاخص‌ها از عدد ۱ تا ۹ مشخص کنند و در نهایت از داده‌های جمع‌آوری شده میانگین گرفته شد. سپس بردار ارجحیت دیگر عوامل و شاخص‌ها نسبت به کم‌اهمیت‌ترین عامل و شاخص تعیین می‌شود. برای تعیین این بردار نیز مانند گام قبل عمل می‌شود. سپس مقادیر بهینه وزن‌ها به دست می‌آید



$(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ . بنابراین می‌توان مقادیر وزن‌ها را با توجه به مدل خطی رابطه (۳) به دست آورد. با حل مدل خطی، مقادیر بهینه  $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$  و  $\xi^*$  به دست می‌آید. در نهایت با حل مدل خطی با استفاده از نرم‌افزار لینگو<sup>۱</sup> برای هر یک از عوامل و شاخص‌های پژوهش، جدول ۴ به دست می‌آید که در نهایت می‌توان وزن نهایی هر یک از موانع را با توجه به سلسله مراتب شاخص‌ها از حاصل ضرب وزن هر شاخص در عامل مربوط به آن به دست آورد.

جدول ۴ اوزان نهایی شاخص‌ها در ساختار شکست ریسک پروژه‌های سازمان

وزن نهایی شاخص	$w_j$	شاخص‌ها	وزن عامل	عوامل
۰/۰۲۷	۰/۱۲۴	$R_{11}$	۰/۲۱۷	$R_1$
۰/۱۰۵	۰/۴۸۶	$R_{12}$		
۰/۰۱	۰/۰۴۴	$R_{13}$		
۰/۰۱۹	۰/۰۹	$R_{14}$		
۰/۰۵۶	۰/۲۵۶	$R_{15}$		
۰/۰۹۳	۰/۷۰۱	$R_{21}$	۰/۱۳۳	$R_2$
۰/۰۱	۰/۰۷۳	$R_{22}$		
۰/۰۳	۰/۲۲۶	$R_{23}$		
۰/۰۰۵	۰/۱۳۶	$R_{31}$	۰/۰۳۶	$R_3$
۰/۰۰۲	۰/۰۵۶	$R_{32}$		
۰/۰۲۱	۰/۵۸۶	$R_{33}$		
۰/۰۰۸	۰/۲۲۲	$R_{34}$		
۰/۰۶۵	۰/۸۵	$R_{41}$	۰/۰۷۷	$R_4$
۰/۰۱۲	۰/۱۵	$R_{42}$		
۰/۲۵۱	۰/۵۶۶	$R_{51}$	۰/۴۴۳	$R_5$

1. LINGO



عوامل	وزن عامل	شاخص‌ها	$w_j$	وزن نهایی شاخص
		$R_{52}$	۰/۲۵۹	۰/۱۱۵
		$R_{53}$	۰/۱۱۸	۰/۰۵۲
		$R_{54}$	۰/۰۵۸	۰/۰۲۶
$R_1$	۰/۰۹۴	$R_{11}$	۰/۵۸۴	۰/۰۵۵
		$R_{12}$	۰/۰۵۹	۰/۰۰۶
		$R_{13}$	۰/۲۳۸	۰/۰۲۲
		$R_{14}$	۰/۱۱۹	۰/۰۱۱
مقدار $\xi^*$	۰/۱۳۴			
نرخ سازگاری	۰/۰۲۷			

بر اساس روش تصمیم‌گیری بهترین - بدترین که هرچه مقادیر نرخ سازگاری به صفر نزدیک‌تر باشد، نتایج سازگاری بیشتری دارد، مدل مورد نظر در این پژوهش به دلیل اینکه نرخ سازگاری تصمیم‌گیری، همان طور که در جدول ۴ آمده است، در حد بسیار خوبی نزدیک به صفر می‌باشد (نرخ سازگاری ۰/۰۲۷ است)، از اعتبار و سازگاری بالایی برخوردار است. با توجه به حل مدل برنامه‌ریزی خطی روش بهترین - بدترین مشاهده می‌شود که در میان شش عامل عدم قطعیت، به ترتیب عوامل شرایط سیاسی و جغرافیایی، فنی، هزینه و تأمین مالی، مدیریت پروژه، تدارکات و قراردادهای سازمانی با اوزان ۰/۴۴۳، ۰/۲۱۷، ۰/۱۳۳، ۰/۰۹۴، ۰/۰۷۷ و ۰/۰۳۶ از اهمیت برخوردار می‌باشند، از این رو در توجیه این نتیجه می‌توان ادعا کرد که به دلیل اهمیت عوامل سیاسی و جغرافیایی در وضع قوانین و مقررات، شرایط سیاسی مانند تحریم‌ها و شرایط جغرافیایی و آب‌وهوایی برای اجرای پروژه‌ها، این عامل تأثیر به‌سزایی در زمینه ریسک‌های پروژه دارد. در عامل فنی نیز به توانمندی‌های شرکت در برخورداری از فناوری‌های بروز در جهت انجام بهتر پروژه اشاره دارد که عدم دسترسی به فناوری حتی منجر به شکست بسیاری از پروژه‌ها می‌شود. سپس با ضرب وزن هر شاخص در وزن عامل مربوط



به آن وزن نهایی شاخص‌ها به دست آمد که شاخص‌های قوانین و مقررات، شرایط سیاسی و فناوری با اوزان ۰/۲۵۱، ۰/۱۱۵ و ۰/۱۰۵ به عنوان مهم‌ترین شاخص‌ها معرفی شدند.

## ۵- نتیجه‌گیری

در مدیریت ریسک پروژه، نیاز به تعیین مهم‌ترین ریسک‌های پروژه ضروری است و از آنجا که امکان مدیریت و پاسخ به تمامی ریسک‌های شناسایی شده وجود ندارد، پس از شناسایی ریسک‌های پروژه، ارزیابی و اولویت‌بندی ریسک‌ها برای مدیریت و پاسخ به آنها ضروری می‌باشد. در پژوهش‌های گذشته دسته‌بندی ریسک‌ها به صورت عمومی بوده و به تمامی جنبه‌های آن توجه نشده که برای پروژه‌هایی با ویژگی‌های خاص قابل استفاده نیست و خلأ پژوهشی در زمینه نحوه دسته‌بندی ریسک‌ها و پوشش دادن تمامی ریسک‌های بالقوه وجود دارد. از این رو در پژوهش حاضر برای رفع این خلأ پژوهشی با رجوع به منابع متعدد، مدل‌های مدیریت ریسک مورد بررسی قرار گرفتند. سپس به دلیل جامعیت و آشنا بودن خبرگان شرکت با استاندارد دانش مدیریت پروژه، این استاندارد به عنوان مدل مبنا انتخاب شد. در ادامه با بررسی و مقایسه ساختارهای ریسک بررسی شده در پژوهش‌های گذشته، ویژگی‌های خاص پروژه و نظر خبرگان ساختار شکست ریسک پروژه بر مبنای استاندارد دانش مدیریت پروژه سفارش‌سازی شد. در ادامه برای شناسایی و ارزیابی ریسک‌ها در پروژه‌های سازمان مورد مطالعه با انجام مصاحبه با شش نفر از متخصصان گروه پروژه، انواع عدم قطعیت‌ها مشخص شد. سپس با بهره‌گیری از ساختارهای شکست ریسک ارائه شده در پژوهش‌های قبلی، ساختار اولیه‌ای طراحی شد. در ادامه با استفاده از منابع علمی و تحلیل ویژگی‌های خاص پروژه‌های سازمان مورد مطالعه و نظر خبرگان، هر یک از سطوح به لایه‌های جزئی‌تری شکسته شده و ساختار ریسک پیشنهادی برای مورد مطالعه طراحی شد که این امر از نوآوری‌های پژوهش حاضر می‌باشد. همچنین در این مقاله با بهره‌گیری از تکنیک تصمیم‌گیری چند معیاره بهترین - بدترین به عنوان یکی از فنون نوین مطرح در تصمیم‌گیری چند معیاره بوده است که از قابلیت اطمینان و کارایی بالاتری نسبت به سایر روش‌های مشابه همچون فرایند تحلیل سلسله مراتبی و فرایند تحلیل شبکه‌ای برخوردار می‌باشد. سپس با



بهره‌گیری از نظرات خبرگان به وزن‌دهی عوامل عدم قطعیت و شاخص‌های مربوط به آنها پرداخته شد که شش عامل شرایط سیاسی و جغرافیایی، فنی، هزینه و تأمین مالی، مدیریت پروژه، تدارکات و قراردادهای سازمانی به ترتیب به عنوان مهم‌ترین عوامل عدم قطعیت شناسایی شدند. سپس با ضرب وزن هر شاخص در وزن عامل مربوط به آن وزن نهایی شاخص‌ها به دست آمد که منجر به شناسایی مهم‌ترین شاخص‌ها شد. از آنجا که شاخص‌های قوانین و مقررات، شرایط سیاسی، فناوری، تأمین مالی و تخصیص بودجه و تدارکات و قراردادهای داخل کشور به ترتیب از بالاترین اولویت برخوردار هستند، ریسک‌های این شاخص‌های اولویت‌دار با نظر خبرگان پروژه استخراج شد که در شاخص قوانین و مقررات، ریسک‌های تغییر قوانین زیست‌محیطی و تغییر آیین‌نامه‌ها از سوی سازمان بالادست و وزارت در شاخص شرایط سیاسی، ریسک‌های تحریم، تغییر استراتژی‌های دولت و تغییر وزیر یا وزرای مربوط به پروژه در شاخص فناوری، ریسک‌های عدم قطعیت در مفروضات فنی و تکنیکی پروژه، عدم قطعیت در پشتیبانی فنی شرکت‌های طرف قرارداد و ارزیابی نادرست فناوری‌ها، روش‌ها، مراحل و وسایل ساخت در شاخص تأمین مالی و تخصیص بودجه، ریسک‌های عدم عرضه صحیح اطلاعات مالی، عدم قطعیت در نرخ تورم و عدم قطعیت در تخصیص به موقع بودجه در شاخص تدارکات و قراردادهای داخل کشور، ریسک‌های دعاوی پیمانکاران و شرکت‌های طرف قرارداد داخلی، ابهام در مفاد قرارداد و برداشت‌های متفاوت از آن و تغییر استراتژی‌های قراردادی شناسایی شدند. از این رو پیشنهادهایی برای جلوگیری و کاهش تأثیر ریسک‌های شناسایی شده ارائه می‌شود از جمله اینکه باید با اتخاذ تدابیری در تیم پروژه تأثیر احتمالی این ریسک‌ها به حداقل کاهش پیدا کند. بنابراین باید با آگاهی از تغییر قوانین به ویژه قوانین ساخت‌وساز، قوانین زیست‌محیطی و آیین‌نامه‌های ابلاغی از سازمان‌های بالادست تأثیر آنها را به حداقل رساند. همچنین به نحوی اقدام شود تا عواملی مانند تحریم، تغییر استراتژی‌های دولت و یا تغییر وزیر تأثیر چندانی بر موفقیت پروژه نداشته باشد. عدم قطعیت و ابهام‌های مربوط به فناوری و پشتیبانی شرکت‌های طرف قرارداد از فناوری در نظر گرفته شود تا اثر اینگونه ریسک‌ها کاهش پیدا کند. با شفاف‌سازی عملکردهای مالی و تخصیص به موقع بودجه تأثیر ریسک‌های مالی حداقل شود. باید با ایجاد قراردادهای شفاف و بدون ابهام، عدم تغییر قراردادهای و جلوگیری از اختلاف بین پیمانکاران و شرکت‌های طرف



قرارداد، تأثیر این ریسک‌ها برای موفقیت پروژه کاهش پیدا کند. علاقه‌مندان به این حوزه می‌توانند موارد زیر را به‌عنوان پژوهش‌های آتی پیگیری کنند:

• محققان در تحقیقات آتی می‌توانند ریسک‌ها را بر مبنای دیگر استانداردهای مدیریت پروژه شناسایی و این استانداردها را با هم مقایسه نمایند. همچنین این رویکرد را در انواع دیگر پروژه‌ها نیز به کار گیرند؛

• محققان می‌توانند از سایر تکنیک‌های حل مسائل تصمیم‌گیری از جمله برنامه‌ریزی آرمانی استفاده کنند. علاوه بر آن در نظر گرفتن ورودی‌های مدل پیشنهادی به صورت فازی نیز می‌تواند فرضیه خوبی برای پژوهش‌های بعدی باشد؛

• توسعه مدل در سایر پروژه‌ها را نیز می‌توان به عنوان موضوع پژوهش مطرح ساخت. ایجاد نرم‌افزاری برای انجام محاسبات در شبکه‌های پیچیده براساس مدل پیشنهادی به عنوان موضوع پژوهش پیشنهاد می‌شود؛

• با افزایش معیارها و زیر معیارها، حجم محاسبات به شدت افزایش پیدا می‌کند و ارائه یک روش ابتکاری (فراابتکاری) برای کاهش محاسبات برای پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود؛

• علاوه بر این موارد، ارائه یک مدل مناسب (بر مبنای روش‌های بهینه‌سازی یا سایر رویکردهای موجود) برای ارزیابی و انتخاب اقدام‌های پاسخ به ریسک‌ها نیز به عنوان پژوهش‌های آینده پیشنهاد می‌شود.

## ۶- منابع

- [1] Wideman R. Max ed. (1992) "Project and program risk management: A guide to managing project risks and opportunities", *Project Management Institute*.
- [2] PMI A. (2013) "Guide to the project management body of knowledge (PMBOK®) Project management institute".
- [3] Carter, B., T. Hancock, J. Morin, and N. Robins (1993) "Introducing RISKMAN: The European Project Risk Management Methodology, NCC Blackwell".



- [4] Chapman Robert J. (1998) "The effectiveness of working group risk identification and assessment techniques", *International Journal of Project Management*, 16 (6): 333-343.
- [5] Ward, Stephen, and Chris Chapman (1996) *Project risk management processes, techniques and insights*, JOHN WILEY & SONS, INC., NEW YORK, NY 10158-0012 (USA).
- [6] Cooper, Dale F. (2005) *Project risk management guidelines: managing risk in large projects and complex procurements*.
- [7] Zayed Tarek M., Luh-Maan Chang (2002) "Prototype model for build-operate-transfer risk assessment", *Journal of Management in Engineering*, 18(1): 7-16.
- [8] Ghosh Sid, Jakkapan Jintanapakanont (2004) "Identifying and assessing the critical risk factors in an underground rail project in Thailand: a factor analysis approach", *International Journal of Project Management*, 22 (8): 633-643.
- [9] Wallace Linda, Mark Keil, Arun Rai. (2004) "Understanding software project risk: a cluster analysis ", *Information & Management*, 42 (1): 115-125.
- [10] An M., Baker C., Zeng J. (2005) "A fuzzy-logic-based approach to qualitative risk modeling in the construction process", *World Journal of Engineering*, 2 (1): 1-12.
- [11] Zeng Jiahao, Min An, Nigel John Smith (2007) "Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment", *International Journal of Project Management*, 25 (6): 589-600.
- [12] Liu Min, Felix F. Wu. (2007) "Risk management in a competitive electricity market", *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 29 (9): 690-697.
- [13] Zeng Jiahao, Min An, Nigel John Smith (2007) "Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment", *International journal of project management*, 25(6): 589-600.
- [14] Wang, Ying-Ming, Taha MS Elhag (2007) "A fuzzy group decision making approach for bridge risk assessment", *Computers & Industrial Engineering*, 53(1): 137-148.



- [15] Van Wyk, Riaan, Paul Bowen, Akintola Akintoye (2008) "Project risk management practice: The case of a South African utility company", *International Journal of Project Management*, 26(2): 149-163.
- [16] Jafarnejad A., Usefi Z. R. (2008) "Presenting fuzzy risk ranking model in petropars company drilling projects", *Ind. Manag. J*, 1(1): 21-38.
- [17] JABAL-AMELI M. S., A. Rezaeifar, and BAKHSH LANGEROUDI A. CHAEI. "Ranking project risks using MADM methodologies." (2008): 863-871.
- [18] Olfat, L., Khosravani, F., & Jalali, R. (2010). Identification and ranking of project risk based on the PMBOK standard by fuzzy approach. *Journal of Industrial Management Studies*, 8(19).
- [19] SAYADI AR, Hayati M., Azar A. (2011) *Assessment and ranking of risks in tunneling projects using linear assignment technique*, pp. 27-38.
- [20] Nieto-Morote Ana, Francisco Ruz-Vila (2011) "A fuzzy approach to construction project risk assessment", *International Journal of Project Management*, 29 (2): 220-231.
- [21] Wang Jingmin, Yanfu Sun (2012) "The intuitionistic fuzzy sets on evaluation of risks in projects of energy management contract", *Systems Engineering Procedia*, 3: 30-35.
- [22] Yousefi O., Naseri P., Nilipour Tabatabaei A. (2014) "Project risk assessment model using multi-objective decision-making approach (Case Study: The earth dam project Asalooye)", *Journal of Industrial Engineering*, Vol. 48, No. 1: 125-135.
- [23] Hillson David (2003) "Using a risk breakdown structure in project management", *Journal of Facilities Management* 2, No. 1: 85-97.
- [24] *Office of Project Management Process Improvement, Project Risk Management Handbook*, Rev 0, (2003).
- [25] PMI (2009) "Practice standard for project risk management", *Project Management Institute*.





- [26] Australian Government: Melbourne Victoria 3002 Australia, Investment Lifecycle Guidelines, Supplementary Guidance, Project Risk Management Guideline, Version 1.0, Department of Treasury and Finance, (2009).
- [27] Yu Z. (2002) "Integrated risk management under deregulation", In *IEEE Power Engineering Society Summer Meeting*.
- [28] Project Management Institute (2008) "A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)"; *4th Ed. Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.*
- [29] Hagh Nevis M., Sajedi H. (2011) *Risk Engineering for Project Managers, Models & Tools*, Rasa Pub. Co. Tehran.
- [30] Nazari A., Forsat Kar E., Kia Far B. (2009) *Risk Management in Projects*, President Deputy Strategic Planning and Control Pub. Co., Tehran.
- [31] Kendrick Tom (2015) *Identifying and managing project risk: Essential tools for failure-proofing your project*, AMACOM Div American Mgmt Assn.
- [32] Rezaei Jafar (2015) "Best-worst multi-criteria decision-making method", *Omega*, 53: 49-57.
- [33] Rezaei Jafar (2015) "Best-worst multi-criteria decision-making method: Some properties and a linear model", *Omega*.