



## شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه عمرانی بر اساس ابعاد پایداری با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی

سیمین نصیرپور ناوه‌کش<sup>\*</sup> ۱، عاطفه امین‌دوست ۲، هادی شیرویه‌زاد ۳

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد، گروه مهندسی صنایع، نجف‌آباد، ایران،  
[Simin.Nasirpour@gmail.Com](mailto:Simin.Nasirpour@gmail.Com)

۲- استادیار دانشگاه آزاد نجف‌آباد، [Atefeh\\_Amindoust@yahoo.com](mailto:Atefeh_Amindoust@yahoo.com)

۳- استادیار دانشگاه آزاد نجف‌آباد، [Hadi.Shirouyehzad@gmail.com](mailto:Hadi.Shirouyehzad@gmail.com)

### چکیده

این پژوهش به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه عمرانی بر اساس ابعاد پایداری با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی پرداخته است. ابتدا به شناسایی ریسک‌های عمرانی در ابعاد پایداری با استفاده از جستجو در منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی پرداخته شد و سپس از نظر خبرگان به منظور تکمیل و تصحیح لیست ریسک‌های شناسایی شده برای پروژه مدنظر استفاده شد. همچنین به دنبال طراحی یک پرسش‌نامه، نظر خبرگان در مورد میزان ارتباط هر ریسک با هر یک از ابعاد پایداری و میزان احتمال وقوع هر ریسک، سنجیده شد. با استفاده از اطلاعات حاصل از پرسش‌نامه‌های جمع‌آوری شده، ۴۱ ریسک شناسایی شده با استفاده از تکنیک<sup>۱</sup> FTOPSIS رتبه‌بندی شدند. نتایج رتبه‌بندی نشان داد که ریسک «مشکل انتقال پسماندها و فاضلاب به سیستم فاضلاب شهری» از دسته پایداری زیست‌محیطی، ریسک با بیشترین درجه اهمیت برای پروژه می‌باشد.

**کلمات کلیدی:** ریسک، ابعاد پایداری، رتبه‌بندی، FTOPSIS، پروژه عمرانی.

\*: نویسنده مسئول

<sup>1</sup> Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)

## مقدمه

ریسک پروژه، رویداد یا وضعیتی غیرقطعی است که در صورت وقوع، اثر مثبت یا منفی بر یک هدف پروژه می‌گذارد. ریسک پروژه دربرگیرنده تهدیدهایی بر اهداف پروژه و نیز فرصت‌هایی برای بهبود در راستای این اهداف می‌باشد. از آنجاکه هزینه پیشگیری و برنامه‌ریزی برای ریسک‌ها همواره از هزینه تصحیح تأثیر آن‌ها بر پروژه کمتر است؛ بنابراین شناسایی ریسک پروژه‌ها ضرورت پیدا می‌کند. تقریباً تمام پروژه‌ها در یک بستر اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی برنامه‌ریزی و اجرا می‌شوند و دارای آثار مثبت و منفی خواسته یا ناخواسته‌ای می‌باشند [۲]. سارین<sup>۱</sup> (۲۰۰۶) در پژوهش خود، سه منبع پایداری یعنی منبعی که بر پایه حفظ محیط‌زیست باشد «رویکرد زیست‌محیطی»، منابع مورد نیاز صنعت «رویکرد اقتصادی» و منابعی که منوط بر اختیار جامعه باشد «رویکرد اجتماعی» را مورد بحث قرار داد [۲۸]. موضوع پایداری موضوعی بسیار مهم است به طوری که توسعه پایدار بزرگ‌ترین چالش توسعه در قرن بیست و یکم معرفی شده است. واژه‌ی توسعه پایدار می‌تواند به صورت بالا بردن کیفیت زندگی مردم، اجازه دادن به آن‌ها برای زندگی در محیطی پایدار همراه با بهبود جامعه و اقتصاد و شرایط پایداری برای نسل حال و آینده؛ تعریف کرد [۲۵] و سواربروک<sup>۲</sup> (۲۰۰۱) در مطالعاتش، به تعادل میان سه رویکرد پایداری با به حداکثر رساندن مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی همراه با به حداقل رساندن همزمان هزینه‌ها، اشاره دارد [۳۱].

با توجه به آنچه نقل شد، ضرورت شناسایی ریسک‌های پروژه آشکار گردید. از آنجا که تقریباً اجرای تمام پروژه‌ها در یک بستر اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی می‌باشد، بحث پایداری در مورد پروژه‌ها به میان کشیده می‌شود که بیان می‌کند علاوه بر بعد اقتصادی پروژه‌ها باید دو بعد دیگر یعنی اجتماعی و زیست‌محیطی را در اجرای پروژه‌ها مدنظر قرار داد و در بهترین حالت میان سه بعد تعادل برقرار کرد به طوری که در هر پروژه مزایای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی را به حداکثر و به طور هم‌زمان هزینه‌های هر سه بعد را به حداقل رساند. در ادامه بخش پیشینه پژوهش، مبانی نظری، روش تحقیق، یافته‌های تحقیق و نتیجه‌گیری پژوهش ارائه شده‌اند.

## پیشینه پژوهش

دری و حمزه‌ای (۱۳۸۹)، در پژوهش خود، مطالعه موردی پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی، تلاش کردند تا اصلی‌ترین ریسک پروژه، پاسخ‌ها و راه‌حل‌های مربوط به اصلی‌ترین ریسک، معیارها و شاخص‌های تأثیرگذار بر انتخاب پاسخ‌ها و بهترین راهبرد برای پاسخ‌گویی به اصلی‌ترین ریسک را شناسایی کنند [۴]. عالم‌تبریز و حمزه‌ای (۱۳۹۰)، در پژوهششان به تحلیل ریسک پروژه میدان نفتی آزادگان شمالی، بر اساس یک مدل تلفیقی از فرآیند مدیریت ریسک استاندارد<sup>۳</sup> PMBOK و تکنیک<sup>۴</sup> RFMEA پرداختند [۵]. هدف از پژوهش حسینی (۱۳۹۲)، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه تونل سازی پروژه قطار شهری قم با به کارگیری روش<sup>۵</sup> AHP است که در آن برای جمع‌بندی ریسک‌های شناسایی شده، نظرات خبرگان گردآوری شد و دسته‌بندی ریسک‌ها بر اساس ساختار شکست

<sup>1</sup> Saarinen

<sup>2</sup> Swarbrooke

<sup>3</sup> Project Management Body of Knowledge (PMBOK)

<sup>4</sup> Risk Failure Mode & Effect Analysis (RFMEA)

<sup>5</sup> Analytic Hierarchy Process (AHP)

ریسک به عمل آمد [۱]. تحقیق جوزی و سیف‌السادات (۱۳۹۳)، به‌منظور شناسایی و ارزیابی ریسک‌های سد گتوند علیا در فاز بهره‌بردار به انجام رسید. ریسک‌های شناسایی شده در قالب ۵ دسته ریسک‌های فیزیکی - شیمیایی، بیولوژیکی، اقتصادی - اجتماعی و فرهنگی، ریسک‌های ایمنی - بهداشتی و طبیعی طبقه‌بندی شدند [۱۰]. پژوهش گووش و جینتاناپکنانت<sup>۱</sup> (۲۰۰۴) به شناسایی و کشف اجزاء مختلف از فاکتورهای ریسک مرتبط با پروژه انبوه حمل‌ونقل سریع در تایلند، با استفاده از رویکرد فاکتور - آنالیز پرداخته است [۱۹]. پژوهش تسفاماریم و صادقی<sup>۲</sup> (۲۰۰۶)، فرآیند FAHP<sup>۳</sup> برای توانمند ساختن تصمیم‌گیرنده، با حساب تأثیر عدم قطعیت بر تصمیم‌نهایی را پیشنهاد داده است. هدف از پژوهش نامبرده ارائه یک روش برای هدایت تصمیم‌گیری تحت عدم قطعیت نوع ابهام است [۳۳]. ابراهیم‌نژاد و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۰)، به شناسایی ریسک‌های معمول در پروژه‌های BOT<sup>۵</sup> پرداخته‌اند. یک ساختار سلسله‌مراتبی جدید از ریسک‌ها بر اساس دیدگاه پروژه محور ارائه دادند [۱۶]. خو و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۰)، یک رویکرد جدید به‌منظور توسعه یک مدل کاربردی ارزیابی ریسک قابل‌اعتماد بر اساس داده‌های به‌دست آمده از چین را ارائه دادند. با ارائه این رویکرد فرصتی را برای فعالان صنعتی فراهم کرده است تا در ارزیابی ریسک پروژه PPP<sup>۷</sup>، به‌جای قضاوت ذهنی با شواهد عینی صورت پذیرد [۳۴]. در پژوهش فرناندز-سانچز و رودریگز-لوپز<sup>۸</sup> (۲۰۱۰) یک روش فنی - علمی به‌عنوان یک طرح پیشنهاد شده است. در متدولوژی پیشنهاد شده شناسایی فاکتورهای گوناگون پایداری یک پروژه به‌وسیله‌ی به کار بردن استانداردهای مدیریت ریسک، برای پاسخ به پایداری به‌صورت یک فرصت پیشنهاد شده است [۱۸]. پژوهش چن و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۰)، در مجموع ۳۳ معیار اجرایی پایدار SPC<sup>۱۰</sup>، بر اساس خط سه‌گانه پایه‌ای و نیازمندی - های ذی‌نفعان پروژه را نشان داد که متشکل از ۱۶ معیار اقتصادی، ۸ معیار اجتماعی و ۹ معیار زیست‌محیطی می‌باشد [۱۴]. نیتو موروت و رس‌ویلا<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۱)، در پژوهششان یک روش ارزیابی ریسک بر اساس نظریه مجموعه‌های فازی ارائه دادند به‌طوری که این روش ابزاری مؤثر برای مقابله با قضاوت ذهنی باشد و در فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) برای ساختاردهی به تعداد زیادی ریسک استفاده شده است [۲۴]. پژوهش هوانگ و همکاران<sup>۱۲</sup> (۲۰۱۲)، یک مدل ارزیابی جدید برای برآورد اثر ژئو - محیط‌زیست از معدن کاری، GEIAM<sup>۱۳</sup> را ارائه داده است. چارچوب ارزیابی در این مدل سه گروه از معیارها، یعنی؛ ریسک مخاطرات جغرافیایی، ریسک محیط‌زیست و ریسک خسارات منابع را در نظر می‌گیرد [۲۰]. هدف تحقیق زو و سان‌دیجو<sup>۱۴</sup> (۲۰۱۳)، فهمیدن مهارت‌های تیم مدیریت پروژه است که لازم است به‌منظور ریسک ساخت‌وساز ایمن، پیاده‌سازی فعالیت‌های ایمن و توسعه اقلیم سالم، توسعه یابد. هم‌چنین این پژوهش درباره مهارت‌های فردی مدیریت پروژه ساخت‌وساز یعنی آنچه که پرسنل پروژه برای فعالیت‌های مدیریت ایمنی به‌طور مؤثر نیازمندشان هستند، بحث می‌کند [۴۰]. پژوهش گیلبرت سیلویس و همکاران<sup>۱۵</sup> (۲۰۱۳)، یک آنالیز از ۵۶ مورد مطالعه بر یکپارچگی مفهوم پایداری در پروژه‌ها را بر اساس مفاهیم پایداری مدل بلوغ ارزیابی سطح توجه به پایداری در پروژه‌ها و مدیریت پروژه‌ها و مدیریت پروژه از نظر منابع، فرآیند کسب‌وکار، مدل کسب‌وکار و محصولات/خدمات را گزارش می‌دهد [۲۹]. پژوهش ژانگ و همکاران<sup>۱۶</sup> (۲۰۱۴)، بهبود یک مدل اولیه SDA<sup>۱۷</sup> را که شامل اثرات فاکتورهای دینامیکی بر پایداری پروژه است را بسط می‌دهد و یک

<sup>1</sup> Ghosh & Jintanapakanont

<sup>2</sup> Tesfamariam & Sadiq

<sup>3</sup> Fuzzy AHP (FAHP)

<sup>4</sup> Ebrahimnejad & et al.

<sup>5</sup> Build-Operate-Transfer (BOT)

<sup>6</sup> Xu & et al.

<sup>7</sup> Public-Private Partnerships (PPP)

<sup>8</sup> Fernández-Sánchez & Rodríguez-López

<sup>9</sup> Y. Chen & et al.

<sup>10</sup> Sustainable Performance Criteria (SPC)

<sup>11</sup> Nieto-Morote, Ruz-Vila

<sup>12</sup> Huang & et al.

<sup>13</sup> Geo-Environmental Impact Assessment of Mining (GEIAM)

<sup>14</sup> Zou, Sunindijo

<sup>15</sup> Gilbert Silvius & et al.

<sup>16</sup> Zhang & et al.

<sup>17</sup> Sustainable Development Ability (SDA)

مدل<sup>۱</sup> SD جایگزین به عنوان وسیله‌ای ممکن در بهبود ارزیابی پروژه ساخت‌وساز را معرفی می‌کند. پژوهش یک مرجع برای تصمیم‌گیرندگانی که به افزایش پایداری در پروژه تمایل دارند، فراهم کرده است [۳۷]. رافیندادی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۴)، در پژوهش خود به بررسی ادراک جهانی ریسک‌های پروژه ساخت‌وساز پایدار می‌پردازند. هدف مطالعه مقایسه ارزیابی ذی‌نفعان مختلف از ریسک و نفوذ سهام‌داران بر موفقیت پروژه بوده است [۲۶]. هدف پژوهش محمدخودیر و محمدمحمد<sup>۳</sup> (۲۰۱۵)، شناسایی احتمال بزرگ‌ترین ریسک‌ها در پروژه‌های ساختمانی در مصر با توجه به متغیرهای سیاسی و اجتماعی است. این پژوهش به بررسی شیوه‌های مدیریت پروژه و ریسک‌های ساخت‌وساز می‌پردازد. نتیجه پژوهش ارائه یک مرجع در زمینه مطالعه مدیریت ریسک پروژه برای پروژه‌های ساخت‌وساز در شرایط مشابه است [۲۲]. پژوهش احمدعبدالکریم و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۵)، یک مدل برای تجزیه و تحلیل ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز ارائه می‌دهد. در این مطالعه به شناسایی، مطالعه و بررسی اثر فاکتورهای تأثیرگذار بر هزینه و زمان وقوع احتمالی ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز پرداخته شده است. این مدل یک سیستم پشتیبانی تصمیم‌گیری برای ارزیابی ریسک و استراتژی ریسک در پروژه‌های ساخت‌وساز را با استفاده از تکنیک شبیه‌سازی AHP ارائه می‌دهد [۱۵].

مطالعات بیانگر این مسئله بودند که اگرچه دو بعد زیست‌محیطی و اجتماعی در پروژه‌ها دو بعد بسیار بااهمیت می‌باشند اما تاکنون کمتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. بحث پایداری توجه به این دو بعد را علاوه بر توجه بر بعد اقتصادی را عنوان می‌کند. این بحث رویکردی نوظهور است اما در عین حال در سراسر جهان به‌طور افزایشی تقاضا برای در نظر گرفتن ابعاد پایداری در چرخه عمر پروژه‌ها در حال افزایش است. در این پژوهش ریسک‌های هر سه بعد پایداری برای پروژه مورد مطالعه، شناسایی شد. در واقع ضرورت انجام این پژوهش را می‌توان در شناسایی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی در ابعاد پایداری برای پروژه مورد مطالعه دانست. علاوه بر این در این پژوهش به رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از رویکرد FTOPSIS پرداخته شده است تا اولویت هر ریسک برای پروژه مشخص شود. نتایج حاصل از شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌ها در ادامه ارائه شده است.

## مبانی نظری

مدل‌های متنوعی توسط هوانگ<sup>۵</sup> (۱۹۸۱) پیشنهاد شده است که از جمله می‌توان به روش TOPSIS اشاره کرد. روش TOPSIS، یک روش تصمیم‌سازی بسیار تکنیکی و قوی برای اولویت‌بندی گزینه‌ها از طریق شبیه نمودن به جواب ایده‌آل است. در این روش، گزینه انتخاب شده بایستی کوتاه‌ترین فاصله را از جواب ایده‌آل و دورترین فاصله را از ناکارآمدترین جواب داشته باشد [۱۲]. منطق فازی را اولین بار پروفسور لطفی‌زاده در سال ۱۹۶۵، در مقاله‌ای با عنوان مجموعه‌های فازی مطرح کرد [۷] ایشان معتقدند مدل‌های فازی برای حل مسائلی که دارای عدم صراحت و دقت می‌باشند بسیار مناسب‌اند [۳۵]. تکنیک Fuzzy TOPSIS روشی است که در آن عناصر ماتریس یا وزن‌های متعلق به هر شاخص به صورت فازی بیان می‌شوند. در زیر به‌طور خلاصه الگوریتم تصمیم‌گیری گروهی چند معیاره با رویکرد مجموعه‌های فازی ارائه شده است [۱۳].

۱. تشکیل ماتریس تصمیم‌گیری و سپس تعیین معیارهای ارزیابی.

<sup>1</sup> System Dynamics (SD)

<sup>2</sup> Rafindadi & et al.

<sup>3</sup> Mohamed Khodeir, Mohamed Mohamed

<sup>4</sup> Ahmed Abd El-Karim & et al.

<sup>5</sup> Hwang

$$\tilde{D} = \begin{bmatrix} \tilde{x}_{11} & \tilde{x}_{12} & \cdots & \tilde{x}_{1n} \\ \tilde{x}_{21} & \tilde{x}_{22} & \cdots & \tilde{x}_{2n} \\ \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \tilde{x}_{m1} & \tilde{x}_{m2} & \cdots & \tilde{x}_{mn} \end{bmatrix}$$

رابطه (۱)

۲. انتخاب متغیرهای زبانی مناسب برای وزن اهمیت این معیارها و رتبه‌بندی زبانی برای گزینه‌ها با توجه به معیارها.  
 ۳. جمع وزن معیارها برای به دست آوردن جمع وزن فازی  $\tilde{W}_j$  از معیار  $C_j$ . اشتراک نظرات تصمیم‌گیرندگان برای دریافت مجموع امتیاز فازی  $\tilde{X}_{ij}$  از گزینه  $A_i$  تحت معیار  $C_j$ .

$$\tilde{W} = [w_{j1}, w_{j2}, w_{j3}]$$

رابطه (۲)

۴. به طوری که  $\tilde{X}_{ij} = \tilde{W}_j \cdot \tilde{A}_{ij}$ ،  $\forall i, j$  و  $J=1, 2, \dots, n$  متغیرهای زبانی هستند. این متغیرهای زبانی به وسیله اعداد فازی مثلثی  $\tilde{X}_{ij}$  ساخت ماتریس تصمیم‌گیری فازی و ماتریس تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه.  
 ۵.

$$\tilde{R} = [\tilde{r}_{ij}]_{m \times n}$$

رابطه (۳)

به طوری که  $B$  و  $C$  به ترتیب مجموعه معیارهای سود و معیارهای هزینه هستند.

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{a_{ij}}{c_j^*}, \frac{b_{ij}}{c_j^*}, \frac{c_{ij}}{c_j^*} \right), j \in B;$$

رابطه (۴)

$$\tilde{r}_{ij} = \left( \frac{\bar{a}_j}{c_{ij}}, \frac{\bar{b}_j}{b_{ij}}, \frac{\bar{a}_j}{a_{ij}} \right), j \in C;$$

رابطه (۵)

$$c_j^* = \max_i c_{ij} \quad \text{if } j \in B;$$

رابطه (۶)

$$\bar{a}_j = \min_i a_{ij} \quad \text{if } j \in C.$$

رابطه (۷)

۶. ساخت ماتریس وزنی تصمیم‌گیری فازی نرمالیزه.

$$\tilde{V} = [\tilde{v}_{ij}]_{m \times n} \quad i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n,$$

رابطه (۸)



به طوری که:

$$\tilde{v}_{ij} = \tilde{r}_{ij}(\cdot) \tilde{w}_j$$

رابطه (۹)

۷. تعیین<sup>۱</sup> FPIS و<sup>۲</sup> FNIS.

$$A^* = (\tilde{v}_1^*, \tilde{v}_2^*, \dots, \tilde{v}_n^*)$$

رابطه (۱۰)

$$A^- = (\tilde{v}_1^-, \tilde{v}_2^-, \dots, \tilde{v}_n^-)$$

رابطه (۱۱)

۸. به ترتیب محاسبه فاصله هر گزینه از FNIS و FPIS.

$$d_i^* = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^*), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۱۲)

$$d_i^- = \sum_{j=1}^n d(\tilde{v}_{ij}, \tilde{v}_j^-), \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۱۳)

۹. محاسبه شاخص شباهت از هر گزینه.

$$CC_i = \frac{d_i^-}{d_i^* + d_i^-}, \quad i = 1, 2, \dots, m$$

رابطه (۱۵)

۱۰. رتبه بندی تمام گزینه ها بر طبق شاخص شباهت.

<sup>۱</sup> Fuzzy Positive-Ideal Solution (FPIS)

<sup>۲</sup> Fuzzy Negative-Ideal Solution (FNIS)



## روش تحقیق

در این پژوهش به شناسایی ریسک‌های عمرانی پروژه احداث یک هتل، دسته‌بندی ریسک‌ها بر اساس ابعاد پایداری و رتبه‌بندی ریسک‌ها به کمک ابزار تصمیم‌گیری چندشاخصه فازی پرداخته شده است. در ابتدا شناسایی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی صورت گرفت. این مرحله از پژوهش با تکیه بر منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی انجام گرفت. در این مرحله سعی شد منابع به‌گونه‌ای انتخاب شوند که پوشش دهنده ریسک‌های عمرانی پروژه‌ها باشند و در حالت بهتر ریسک‌های عنوان شده در آن منابع بر اساس ابعاد پایداری دسته‌بندی شده باشند. پس از شناسایی ریسک‌ها، ریسک‌ها بر اساس ابعاد پایداری بر طبق دسته‌بندی ارائه شده در پژوهش گیلبرت سیلوپس و همکاران (۲۰۱۳)، دسته‌بندی شدند. سپس لیست تهیه شده از ریسک‌های شناسایی شده در اختیار چند تن از خبرگان پروژه قرار گرفت. خبرگان پروژه با توجه به شرایط ساخت، موقعیت جغرافیایی سازه و دیگر عوامل تأثیرگذار بر پروژه و مختص به آن، ریسک‌ها را مورد ارزیابی قرار دادند و به‌منظور بومی سازی ریسک برای پروژه مدنظر، تعدادی از ریسک‌ها را حذف و تعدادی دیگر را ادغام نمودند. پس از اعمال این تغییرات بر لیست ریسک‌های شناسایی شده، تعداد ۴۱ ریسک برای پروژه مشخص شد که در سه دسته اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی گنجانیده شدند. نتایج حاصل از این بخش از پژوهش در جدول شماره (۱) ارائه شده است. در پی تعیین ریسک‌های پروژه، به طراحی پرسش‌نامه پرداخته شد. پرسش‌نامه به‌گونه‌ای طراحی شد که دو متغیر ارتباط هر ریسک با هر یک از ابعاد پایداری و احتمال وقوع هر ریسک را مورد سنجش قرار دهد. پس از اطمینان از روایی پرسش‌نامه، پرسش‌نامه‌ها در اختیار خبرگان پروژه قرار گرفتند؛ از میان ۱۱ پرسش‌نامه توزیع شده، تعداد ۸ پرسش‌نامه به همراه پاسخ بازگشت داده شد. تست پایایی در مورد پرسش‌نامه‌ها به‌وسیله نرم‌افزار SPSS انجام گرفت. نتایج تست پایایی پرسش‌نامه‌ها نشان داد که پرسش‌نامه‌ها با مقدار آلفای کرونباخ معادل ۰٫۸۶۱ دارای پایایی لازم و کافی بودند. سپس با استفاده از اطلاعات حاصل شده از پرسش‌نامه‌ها به رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده در ابعاد پایداری به کمک ابزار تصمیم‌گیری FTOPSIS پرداخته شد. مقدار احتمال وقوع هر ریسک در میزان ارتباط هر ریسک با هر یک از ابعاد پایداری ضرب شد. این حاصل ضرب مقدار عددی ریسک برای هر کدام از ریسک‌های شناسایی شده را حاصل آورد. برای رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از تکنیک اشاره شده، ریسک‌های شناسایی شده پروژه به‌عنوان گزینه و هر یک از ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی پایداری به‌عنوان معیارهای رویکرد FTOPSIS در نظر گرفته شد. سپس به رتبه‌بندی ریسک‌ها پرداخته شد که نهایتاً با طی کردن مراحل رویکرد مورد اشاره، رتبه هر ریسک و اولویتش نسبت به سایر ریسک‌ها مشخص شد. نتایج حاصل از رتبه‌بندی با استفاده از رویکرد FTOPSIS در جدول شماره (۲) ارائه شده است.

## یافته‌های تحقیق

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد این پژوهش به شناسایی، دسته‌بندی بر اساس ابعاد پایداری و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه عمرانی ساخت یک هتل پرداخته است. به این منظور ابتدا ریسک‌های پروژه مدنظر، شناسایی و بر اساس ابعاد پایداری دسته‌بندی شدند. سپس به رتبه‌بندی ریسک‌ها با استفاده از ابزار تصمیم‌گیری چند شاخصه FTOPSIS پرداخته شد. نتایج حاصل از شناسایی ریسک‌های پروژه مدنظر به همراه منبع استخراج ریسک‌ها در جدول شماره (۱) و نتایج حاصل از رتبه‌بندی ریسک‌ها به کمک رویکرد FTOPSIS در جدول شماره (۲) در زیر ارائه شده است. لازم به ذکر است در جدول شماره (۲) به علت طولانی بودن شرح هر یک از

ریسک‌ها، از آوردن شرح آن‌ها اجتناب شده است و هر ریسک با شماره مختص به خود مشخص شده است که ترتیب آن‌ها بر اساس ترتیب ریسک‌های ارائه شده در جدول شماره (۱) است.

جدول (۱) ریسک‌های شناسایی شده و دسته پایداری هر کدام از آن‌ها

دسته پایداری	منبع	ریسک	ردیف
اقتصادی	[۴]، [۵]، [۶]	عدم جذب سرمایه‌گذاری در اجرای پروژه	۱
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۴۰]، [۱۷]، [۱۳]	دوره بازگشت سرمایه، بیشتر یا مساوی با نرخ بهره بانکی	۲
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۱۵]، [۲۲]، [۱۹]، [۵]	عدم توان نقدینگی لازم توسط پیمانکار	۳
	[۲۱]، [۱۵]، [۲۲]، [۲۳]، [۳۸]، [۱۹]، [۹]، [۱]	تأخیر در پرداخت به پیمانکار	۴
	[۱۱]	نامناسب بودن پرداخت‌های تعریف شده در مراحل مختلف قرارداد	۵
	[۱۹]	ناتوانی مالی پیمانکار فرعی	۶
	[۲۲]، [۲۳]، [۲۶]، [۳۰]	عدم همکاری سهامداران (تأخیر بیش‌ازحد به دلیل تأخیر در تصمیم‌گیری دیگر شرکا)	۷
	[۱]	عدم امکان تأمین مالی از روش‌های دیگر مانند اوراق سهام، فاینانس، یوزینانس و ...	۸
	[۱۵]، [۲۲]، [۳۴]، [۱۹]، [۳۹]، [۱۱]، [۹]	نامتوازن بودن بهره بانکی و نرخ تورم (افزایش نرخ تورم، بالا بودن نرخ بهره بانکی)	۹
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)	افزایش هزینه‌ها به علت مقررات غیراصولی شهرداری	۱۰
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۳۴]، [۴]	ضعف در زیرساخت‌های شهری و تحمیل هزینه	۱۱
	[۱۵]، [۲۲]، [۱۳]، [۳۴]، [۳۹]، [۱]، [۴]	نوسان قیمت‌ها و تأثیر بر افزایش هزینه‌های مربوط به نیروی کار و تأمین و تدارک مصالح و تجهیزات	۱۲
	[۱۵]، [۲۲]، [۳۴]، [۳۹]، [۱]	تغییر در مقررات مالیاتی	۱۳
	[۲۱]، [۲۲]، [۳۳]، [۳۸]، [۱۶]، [۱۹]، [۳۹]، [۱۱]، [۵]، [۶]، [۱]، [۹]	عدم وجود مطالعات قبل از برنامه‌ریزی به صورت حرفه‌ای یا امکان‌سنجی و تجزیه و تحلیل اقتصادی مناسب توسط شرکا	۱۴
	[۳۹]، [۱۱]، [۵]، [۴]	نبود بیمه یا کفایت آن جهت حوادث احتمالی	۱۵
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)	نوع سیاست استراتژی توسعه دولت	۱۶



ادامه جدول (۱) ریسک‌های شناسایی شده و دسته پایداری هر کدام از آن‌ها

دسته پایداری	منبع	ریسک	ردیف
اقتصادی	[۱۶]	رقابت بازار (خدمات بهتر و ارزان‌تر، شرایط بازار و ارباب رجوع)	۱۷
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۴۰]، [۳۴]	بالا بودن هزینه حمل‌ونقل متناسب با موقعیت برتر جغرافیایی	۱۸
	[۱۳]	یکپارچگی تأسیسات ساختمانی	۱۹
	[۱]	دوباره‌کاری و عدم مدیریت هزینه‌های اجرایی	۲۰
	[۶]، [۱۹]، [۲۱]	بحران اقتصادی و سقوط ارزش پول ملی	۲۱
زیست‌محیطی	[۴]، [۵]، [۱۰]، [۳۰]، [۲۹]، [۲۲]، [۱۵]	محدودیت‌های تدارکات محلی از جمله محدودیت‌های حمل‌ونقل مصالح به منطقه احداث به علت موقعیت جغرافیایی پروژه	۲۲
	[۳]، [۳۰]، [۲۹]	افزایش حمل‌ونقل در منطقه و ایجاد آلودگی در محیط به علت افزایش توریسم و تفرج	۲۳
	[۱۸]، [۳۰]، [۲۹]	مصرف انرژی و عملکرد مصرف آن	۲۴
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)	مشکل انتقال آب	۲۵
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۵]	مشکل انتقال پسماندها و فاضلاب به سیستم فاضلاب شهری	۲۶
	[۸]، [۳۰]، [۲۹]	مشکل انتقال مصالح قابل بازیافت و بازیافت آن‌ها	۲۷
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۳]، [۸]	آلودگی خاک در اثر مشکل انتقال فاضلاب	۲۸
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)	عدم وجود طراحی دوستانه با محیط‌زیست	۲۹
	[۵]، [۶]، [۱۱]، [۱۸]، [۲۳]	عدم رعایت استانداردهای زیست‌محیطی HSE	۳۰
	اجتماعی	[۶]، [۳۹]، [۱۶]، [۲۴]، [۴۰]، [۱۵]، [۲۱]، [۲۷]، [۵]	کمبود منابع انسانی (نیروی کارگر ماهر و کارشناس ماهر)
[۲۴]، [۱۵]، [۲۱]		کمبود تجربه قبلی و بی‌تجربگی تیم مدیریت پروژه	۳۲
[۲۱]		کمبود طراحان باتجربه	۳۳
[۱۸]، [۱۳]		عدم مشارکت و همیاری انجمن‌ها و سازمان‌ها	۳۴
خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۲۶]، [۲۲]، [۱۶]، [۳]، [۱]		وقوع حوادث غیرمترقبه از جمله طوفان	۳۵
خبرگان پروژه (۱۳۹۵)، [۲۲]، [۱۹]، [۳]		وقوع آتش‌سوزی در اثر وقوع رعدوبرق	۳۶



### ۳ سومین کنفرانس ملی توسعه علوم مهندسی

۲۹ اردیبهشت ۱۳۹۵، موسسه آموزش عالی آیندگان، تنکابن، ایران

ادامه جدول (۱) ریسک‌های شناسایی شده و دسته پایداری هر کدام از آن‌ها

دسته پایداری	منبع	ریسک	رتبه
اجتماعی	[۳۹]، [۱۸]، [۱۳]، [۳۰]، [۱۷]، [۴۰]، [۲۹]، [۱۵]	به خطر افتادن ایمنی و سلامت کارگران	۳۷
	[۱۸]	عدم دسترسی همگانی	۳۸
	[۳۶]	محدودیت‌های مکانی	۳۹
	[۳۰]، [۲۹]	شیوه‌های سرمایه‌گذاری و تدارکات	۴۰
	خبرگان پروژه (۱۳۹۵)	ضعف منابع اقتصادی و کاهش سطح رفاه عمومی مردم	۴۱

جدول (۲) رتبه ریسک‌ها

رتبه هر ریسک	رتبه ریسک	رتبه هر ریسک	رتبه ریسک
۲۶	ریسک ۲۲	۳۴	ریسک ۱
۳۷	ریسک ۲۳	۳۱	ریسک ۲
۱۷	ریسک ۲۴	۳۵	ریسک ۳
۲	ریسک ۲۵	۱۹	ریسک ۴
۱	ریسک ۲۶	۱۵	ریسک ۵
۲۱	ریسک ۲۷	۳۳	ریسک ۶
۴	ریسک ۲۸	۷	ریسک ۷
۲۰	ریسک ۲۹	۲۸	ریسک ۸
۱۸	ریسک ۳۰	۶	ریسک ۹
۲۷	ریسک ۳۱	۳	ریسک ۱۰
۱۲	ریسک ۳۲	۱۴	ریسک ۱۱
۱۳	ریسک ۳۳	۹	ریسک ۱۲

ادامه جدول (۲) رتبه ریسک‌ها

رتبه هر ریسک	رتبه	رتبه هر ریسک	رتبه
	ریسک		ریسک
۸	ریسک ۳۴	۲۵	ریسک ۱۳
۴۱	ریسک ۳۵	۱۱	ریسک ۱۴
۴۰	ریسک ۳۶	۳۸	ریسک ۱۵
۳۶	ریسک ۳۷	۲۹	ریسک ۱۶
۳۲	ریسک ۳۸	۱۶	ریسک ۱۷
۳۰	ریسک ۳۹	۲۴	ریسک ۱۸
۲۲	ریسک ۴۰	۳۹	ریسک ۱۹
۱۰	ریسک ۴۱	۲۳	ریسک ۲۰
		۵	ریسک ۲۱

چنان‌که در جدول شماره (۱) مشخص است، تعداد ۴۱ ریسک در سه دسته پایداری برای پروژه مورد مطالعه شناسایی شده است. از این تعداد، ۲۱ ریسک به دسته اقتصادی، ۹ ریسک به دسته زیست‌محیطی و ۱۰ ریسک به دسته اجتماعی تعلق دارند. جدول شماره (۲) نیز که بیانگر رتبه هر ریسک در رتبه‌بندی به کمک رویکرد FTOPSIS می‌باشد، نشان می‌دهد ریسک شماره ۲۶ که عبارت است از «مشکل انتقال پسماندها و فاضلاب به سیستم فاضلاب شهری» از دسته پایداری زیست‌محیطی، ریسک با بیشترین درجه اهمیت و ریسک شماره ۳۵ یعنی «وقوع حوادث غیرمترقبه از جمله طوفان» از دسته پایداری اجتماعی، ریسک با کمترین درجه اهمیت می‌باشد.

### بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش به شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژه عمرانی بر اساس ابعاد پایداری با استفاده از ابزار تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی پرداخته است. به‌طور مشخص رویکرد مورد استفاده در این پژوهش رویکرد FTOPSIS بوده است و ریسک‌های شناسایی شده مربوط به پروژه احداث یک هتل می‌باشد. شناسایی ریسک‌های پروژه عمرانی با استفاده از منابع کتابخانه‌ای و اینترنتی و همچنین استفاده از نظرات خبرگان پروژه صورت گرفت. به کمک منابع مورد مطالعه، دسته پایداری برای ریسک‌های شناسایی شده مشخص شد. پرسش‌نامه‌ای جهت نظرسنجی از خبرگان در مورد میزان ارتباط هر ریسک با هر یک از ابعاد پایداری و میزان احتمال وقوع هر

ریسک طراحی شد و در اختیار خبرگان پروژه قرار گرفت. پس از جمع‌آوری پرسش‌نامه‌ها با استفاده از اطلاعات حاصل از آنان عدد ریسک برای هر ریسک محاسبه شد و ملاک رتبه‌بندی در رویکرد FTOPSIS قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش در مرحله اول ارائه یک لیست از ریسک‌های عمرانی بر اساس سه دسته پایداری است که همان‌طور که در بخش پیشینه پژوهش اشاره شد، به علت نوظهور بودن مسئله پایداری توجه به ریسک‌های بعد زیست‌محیطی و اجتماعی در پژوهش‌ها کمتر بوده است؛ و در مرحله دوم ارائه نتایج رتبه‌بندی همان ریسک‌ها با استفاده از رویکرد FTOPSIS است.

مزیت‌های این پژوهش را می‌توان موارد زیر برشمرد:

- استفاده از لیست ریسک‌های شناسایی شده در تعیین ریسک‌های ابعاد پایداری برای پروژه‌های مشابه
- استفاده از ریسک‌های شناسایی شده و درجه اهمیت آن‌ها با توجه به میزان اولویت هر ریسک در برنامه زمان‌بندی پروژه
- استفاده از ریسک‌های شناسایی شده و اولویت آن‌ها در تدوین برنامه پاسخ به ریسک جهت کاهش خسارت ناشی از ریسک یا تبدیل تهدیدهای پروژه به فرصت برای آن
- تلاش برای ایجاد توجه به ریسک‌های زیست‌محیطی و اجتماعی در روند اجرای پروژه جهت حرکت به سوی ایجاد محیطی پایدارتر.

محدودیت‌های این پژوهش را می‌توان موارد زیر دانست:

- عدم استفاده از سایر ابزارهای رتبه‌بندی برای ریسک‌های شناسایی شده و مقایسه نتایج با یکدیگر
- عدم تعریف ساختار شکست و نمودارهای علت و معلول برای ریسک‌های شناسایی شده
- عدم استفاده از سایر روش‌های تعیین عدد ریسک برای ریسک‌های شناسایی شده سپس رتبه‌بندی ریسک‌ها
- عدم دسترسی به اطلاعات پروژه‌های مشابه‌ای که در شرایط سیاسی و اجتماعی متفاوت اجرا شده‌اند جهت مقایسه نتایج حاصل از دو پروژه

پیشنهادهایی برای مطالعات آتی:

- استفاده از سایر رویکردهای تصمیم‌گیری چند شاخصه به‌منظور رتبه‌بندی ریسک‌های شناسایی شده و مقایسه نتایج
- تعریف ساختار شکست و نمودارهای علت و معلول برای ریسک‌ها و تعیین استراتژی پاسخ به هر ریسک
- استفاده از سایر روش‌های تعیین عدد ریسک مانند روش تجزیه و تحلیل حالات و اثرات شکست ریسک، در تعیین عدد ریسک و سپس رتبه‌بندی ریسک‌ها و مقایسه نتایج
- مقایسه نتایج حاصل از پژوهش با نتایج حاصل از پروژه‌های مشابه در شرایط سیاسی و اجتماعی متفاوت.



## منابع

- ۱) اسدالهی حسینی، ح، تابستان ۱۳۹۲، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه تونل سازی با به‌کارگیری روش AHP (مطالعه موردی: پروژه قطار شهری قم)، دانشکده مهندسی صنایع، دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف‌آباد.
- ۲) اصولی، ح؛ نجابت، ا؛ بیاتی، ع؛ ناصری، ح؛ افخمی، ع؛ ۱۳۸۴، انجمن مدیریت پروژه PMI، راهنمای پیکره‌ی دانش مدیریت پروژه، ویرایش ۲۰۰۰، انتشارات شرکت ملی صنایع پتروشیمی، تهران.
- ۳) جعفری، ح؛ قربانی، س؛ رحیمی، ل؛ تابستان ۱۳۹۳، استفاده از روش فازی TOPSIS در اولویت‌دهی به ریسک‌های محیط‌زیستی بهره‌برداری از نیروگاه سیکل ترکیبی (مطالعه موردی نیروگاه سیکل ترکیبی لرستان)، فصل‌نامه مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست، سال چهارم، شماره ۱۲.
- ۴) دری، ب؛ حمزه‌ای، ا؛ بهار و تابستان ۱۳۸۹، تعیین استراتژی‌های پاسخ به ریسک در مدیریت ریسک به‌وسیله تکنیک ANP (مطالعه موردی: پروژه توسعه میدان نفتی آزادگان شمالی)، مدیریت صنعتی، دوره ۲، شماره ۴، صفحات ۷۵ تا ۹۲.
- ۵) عالم‌تبریز، ا؛ حمزه‌ای، ا؛ زمستان ۱۳۹۰، ارزیابی و تحلیل ریسک‌های پروژه با استفاده از رویکرد تلفیقی مدیریت ریسک استاندارد PMBOK و تکنیک RFMEA، فصل‌نامه علمی- پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال نهم، شماره ۲۳، صفحات ۱ تا ۱۹.
- ۶) صیادی، ا؛ حیاتی، م؛ منجری، م؛ پاییز و زمستان ۱۳۹۰، مدیریت ریسک ساخت تونل با استفاده از تکنیک‌های MADM، مدیریت صنعتی، دوره ۳، شماره ۷، صفحات ۹۹-۱۱۶.
- ۷) حسین‌زاده یزدی، م. ۱۳۸۷، جستاری در مبانی معرفتی منطق فازی، فصلنامه علمی - پژوهشی دانشگاه قم، سال نهم، شماره چهارم، صفحات ۱۲۱-۱۴۶.
- ۸) حسینی، ه؛ دانا، ت؛ ارجمندی، ر؛ شیریان‌پور، ا؛ تابستان ۹۱، مدیریت ریسک محیط‌زیست فعالیت‌های فاز ساخت سکوه‌های میداین نفتی (مطالعه موردی فاز ساخت سکوه‌های نفتی طرح میدان رشادت)، فصلنامه انسان و محیط‌زیست، شماره ۲۱.
- ۹) تسلیمی، م؛ راعی، ر؛ فرزین‌وش، ا؛ برقی، م؛ زمستان ۱۳۹۲، طراحی و تبیین مدل شایستگی‌های مدیران پروژه‌های ملی کشور با تمرکز بر ریسک، مدیریت دولتی، دوره ۵، شماره ۴، صفحات ۵۷-۷۸.
- ۱۰) جوزی، ع؛ سیف‌السادات، ح؛ بهار ۱۳۹۳، ارزیابی ریسک محیط زیستی سد گتوند علیا در مرحله بهره‌برداری با استفاده از روش تلفیقی آنالیز مقدماتی خطر و تکنیک EFMEA، محیط‌شناسی، دور ۴۰، شماره ۱، صفحات ۱۰۷-۱۲۰.
- ۱۱) کلاهان، ف؛ رضایی نیک، ا؛ حسنی دوغ آبادی، م؛ رمضان پور، ح؛ تجدد، ا؛ بهار و تابستان ۱۳۹۴، شناسایی و اولویت‌بندی ریسک‌های پروژه‌های توسعه صنعت برق کشور (مطالعه موردی: حوزه انتقال و فوق توزیع شرکت برق منطقه‌ای خراسان)، نشریه تخصصی مهندسی صنایع، دوره ۴، شماره ۱، صفحات ۱۰۷-۱۱۶.
- ۱۲) مهتابی اوغانی، م.، نجفی، ا.، یونسی، ح.، پاییز ۱۳۹۲، مقایسه دو روش فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و تاپسیس در مکان‌یابی محل دفن پسماندهای شهری (مطالعه موردی: انتخاب محل دفن پسماند شهری کرج)، مجله سلامت و محیط، فصلنامه علمی پژوهشی انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره ششم، شماره سوم، صفحات ۳۴۱-۳۵۲.

۱۳) Chen, C. T. 2000, "Extensions of the TOPSIS for group decision-making under fuzzy environment". Fuzzy sets and systems, No114(1), pp 1-9.



- ۱۴) Chen, Y. G.E. Okudan, and D.R. Riley, 2010, "Sustainable performance criteria for construction method selection in concrete buildings". *Automation in construction*. 19(2): p. 235-244.
- ۱۵) El, M.S.B.A.A. O.A.M. El Nawawy, and A.M. Abdel-Alim, 2015, "Identification and assessment of risk factors affecting construction projects". *HBRC Journal*.
- ۱۶) Ebrahimnejad, S. S.M. Mousavi, and H. Seyrafiyanpour, 2010, "Risk identification and assessment for build–operate–transfer projects: A fuzzy multi attribute decision making model". *Expert systems with applications*. 37(1): p. 575-586.
- ۱۷) Ebrahimnejad, S. et al. 2012, "A novel two-phase group decision making approach for construction project selection in a fuzzy environment". *Applied Mathematical Modelling*. 36(9): p. 4197-4217.
- ۱۸) Fernández-Sánchez, G. and F. Rodríguez-López, 2010, "A methodology to identify sustainability indicators in construction project management—Application to infrastructure projects in Spain". *Ecological Indicators*. 10(6): p. 1193-1201.
- ۱۹) Ghosh, S. and J. 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): p. 633-643.
- ۲۰) Huang, S. X. Li, and Y. Wang, 2012, "A new model of geo-environmental impact assessment of mining: a multiple-criteria assessment method integrating Fuzzy-AHP with fuzzy synthetic ranking". *Environmental Earth Sciences*. 66(1): p. 275-284.
- ۲۱) Hossen, M.M. S. Kang, and J. Kim, 2015, "Construction schedule delay risk assessment by using combined AHP-RII methodology for an international NPP project". *Nuclear Engineering and Technology*. 47(3): p. 362-379.
- ۲۲) Khodeir, L.M. and A.H.M. Mohamed, 2015 "Identifying the latest risk probabilities affecting construction projects in Egypt according to political and economic variables". 11(1): p. 129-135, From January 2011 to January 2013. *HBRC Journal*.
- ۲۳) Mousavi, S. et al. 2012, "A multi-criteria decision-making approach with interval numbers for evaluating project risk responses". *International Journal of Engineering-Transactions B: Applications*. 25(2): p. 121.
- ۲۴) Nieto-Morote, A. and F. Ruz-Vila, 2011, "A fuzzy approach to construction project risk assessment". *International Journal of Project Management*. 29(2): p. 220-231.
- ۲۵) Ortiz, O. Castells, F. & Sonnemann, G. 2009, "Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*", 23(1), 28-39.
- ۲۶) Rafindadi, A.D.u. et al. 2014, "Global Perception of Sustainable Construction Project Risks". *Procedia-Social and Behavioral Sciences*. 119: p. 456-465.
- ۲۷) Roghanian, E. and F. Mojibian, 2015, "Using fuzzy FMEA and fuzzy logic in project risk management". *Iranian Journal of Management Studies*.



- ۲۸) Saarinen, J. 2006. Traditions of sustainability in tourism studies. *Annals of Tourism Research*, 33(4), 1121–1140.
- ۲۹) Silviusab, A.G. R. Schipperb, and S. Nedeskia, 2013, “Sustainability in Project Management: Reality Bites I”.
- ۳۰) Silvius, A.G. and R. Schipper. 2010, “A maturity model for integrating sustainability in projects and project management”. in *24th World Congress of the International Project Management Association. IPMA Istanbul*.
- ۳۱) Swarbrooke, J. 2001. *Distribution channels: ethics and sustainability*. In: D. Buhalis, & E. Laws (Eds.), *Tourism Distribution Channels Practice, Issues and Transformations*. London: Continuum.
- ۳۲) Taylan, O. et al. 2014, “Construction projects selection and risk assessment by fuzzy AHP and fuzzy TOPSIS methodologies”. *Applied Soft Computing*. 17: p. 105-116.
- ۳۳) Tesfamariam, S. and R. Sadiq, 2006, “Risk-based environmental decision-making using fuzzy analytic hierarchy process (F-AHP)”. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*. 21(1): p. 35-50.
- ۳۴) Xu, Y. et al. 2010, “Developing a risk assessment model for PPP projects in China—A fuzzy synthetic evaluation approach”. *Automation in construction*. 19(7): p. 929-943.
- ۳۵) Zadeh, L. A, 1965, “Fuzzy sets”. *Information and control*, No 8(3), pp 338-353.
- ۳۶) Zeng, J. M. An, and N.J. Smith, 2007, “Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment”. *International Journal of Project Management*. 25(6): p. 589-600.
- ۳۷) Zhang, X. et al. 2014, “A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects”. *International Journal of Project Management*. 32(1): p. 66-76.
- ۳۸) Zhao, Y. X. Liu, and Y. Zhao, 2011, “Forecast for construction engineering risk based on fuzzy sets and systems theory”. *Systems Engineering Procedia*. 1: p. 156-161.
- ۳۹) Zhi, H. 1995, “Risk management for overseas construction projects”. *International Journal of Project Management*, 13(4): p. 231-237.
- ۴۰) Zou, P.X. and R.Y. Sunindijo, 2013, “Skills for managing safety risk, implementing safety task, and developing positive safety climate in construction project”. *Automation in construction*. 34: p. 92-100.