Civil and Project Journal, 2023, 5(5), 55-69
https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

Civil and Project Journal
http://www.cpjournals.com/

Research paper

Application of Value Engineering in Reducing the Effects of Risks of not using Advanced Concrete in Construction Projects

Dariush Khazei[1]

1.Master's degree in civil engineering, construction management

Received: 14 June 2023; Revised: 23 June 2023; Accepted: 15 July 2023; Published: 22 July 2023

Abstarct

Purpose and subject: Concrete is one of the most widely materials used in construction projects, whose technology is very broad and includes various specialties. On the other hand, the importance of construction projects in various areas of the national economy and industry of the country is undeniable, and since these types of projects are inherently risky, in the present research, the risks of not using advanced concrete in these projects are investigated and value engineering is used to reduce their effects.

Methodology: For this purpose, in the framework of the proposed method, first, the risks caused by not using advanced concrete in construction projects were extracted according to the opinion of experts and specialists in this field and confirmed using statistical methods. Then the relevant risks were prioritized and ranked using value engineering.

Conclusion: The results showed that the three risks that have the highest priority are: customer dissatisfaction, reduced price and lack of resistance to earthquakes. At the end, suggestions were made to reduce these risks.

Keywords: Value Engineering, Risk Management, Advanced Concrete, Construction Project.

Cite this article as: Khazei, D. (2023). Application of Value Engineering in Reducing the Effects of Risks of not using Advanced Concrete in Construction Projects. Civil and Project, 5(5), 55-69
https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

ISSN: 2676-511X / **Copyright:** © 2023 by the authors.

Open Access: This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Journal's Note: CPJ remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

*Corresponding author E-mail address: ***khazeidariush@gmail.com***

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

نشریه عمران و پروژه
http://www.cpjournals.com/

کاربرد مهندسی ارزش در کاهش اثرات ریسک‌های عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت

داریوش خاضعی[*1]

[*1]-کارشناسی ارشد مهندسی عمران گرایش مدیریت ساخت

تاریخ دریافت: ۲۴ خرداد ۱۴۰۲؛ تاریخ بازنگری: ۰۲ تیر ۱۴۰۲؛ تاریخ پذیرش: ۲۴ تیر۱۴۰۲؛ تاریخ انتشار آنلاین: ۳۱ تیر ۱۴۰۲

چکیده

هدف و موضوع: بتن یکی از پرکاربردترین مصالح مورد استفاده در پروژه‌های ساخت است که تکنولوژی آن بسیار وسیع و شامل تخصص‌های متنوعی است. از طرفی اهمیت پروژه‌های عمرانی و ساخت در حوزه‌های مختلف اقتصاد و صنعت ملی کشور غیرقابل‌انکار است و از آن‌جا که این نوع پروژه‌ها ماهیتا با ریسک همراه می‌باشند، در تحقیق حاضر ریسک‌های عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در این پروژه‌ها بررسی شده و مهندسی ارزش به‌منظور کاهش اثرات آن‌ها بکار رفته است.

روش‌شناسی: برای این منظور در چارچوب روش پیشنهادی، ابتدا ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت طبق نظر کارشناسان و متخصصان این حوزه استخراج شده و با استفاده از روش‌های آماری تایید شدند. سپس ریسک‌های مربوطه با استفاده از مهندسی ارزش اولویت‌بندی و رتبه‌بندی شدند.نتایج پژوهش نشان داد که سه ریسکی که بیشترین اولویت را دارند، عبارت‌انداز: نارضایتی مشتری، کاهش قیمت تمام‌شده و عدم‌مقاومت در برابر زلزله. در پایان پیشنهاداتی به منظور کاهش این ریسک‌ها ارائه شد.

کلمات کلیدی:

مهندسی ارزش، مدیریت ریسک، بتن پیشرفته، پروژه ساخت.

*پست الکترونیک نویسنده مسئول: *khazeidariush@gmail.com*

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

۱) مقدمه

امروزه بتن یکی از پرمصرف‌ترین مصالح در پروژه‌های ساخت است، اما در آینده وضع چگونه است؟ این پیش‌بینی، برای کاربرد بتن مطابق با قوانین بازار، یعنی قانون عرضه و تقاضا و مزایای اقتصادی و فنی آن در مقایسه با سایر مصالح نظیر فولاد کاملا مطابقت دارد. در مقایسه با سایر مصالح، استفاده از بتن نه‌تنها از نظر صرفه‌جویی انرژی مؤثر است، بلکه از نظر شرایط محیطی و محیط‌زیستی نیز سودمند می‌باشد. کاربرد وسیع اصول علم مواد در فن تولید بتن این نوید را به ما می‌دهد که در آینده، همه محصولاتی که تولید می‌شوند، از نظر مقاومت، ارتجاعیت و طاقت بسیار برتر از مصالحی خواهند بود که امروزه تولید می‌شوند (رمضانیان‌پور و پیدایش، ۱۴۰۰).

با توجه به این که روش‌های سنتی ساخت و ساز در کشور پاسخگوی نیاز و حجم بالای تقاضا نخواهد بود، بنابراین باید به سمت ساخت و ساز با مصالح نوین در کشور حرکت کرد. تجربه جهانی نشان داده است که دستیابی به جایگاه واقعی فناوری‌های نوین ساخت نسبتا زمان‌بر است و با سیاست‌گذاری، هدف‌گذاری، برنامه‌ریزی، تدوین قوانین مناسب و مدیریت هماهنگ صنایع وابسته مسیر است. با بررسی وضعیت ساخت و ساز کنونی مشخص می‌شود که صنعتی‌شدن و استفاده از تکنولوژی‌های نوین سهم بسیار اندکی از ساخت و ساز در کشور را به خود اختصاص داده است. یکی از دلایل عدم‌استفاده از اینگونه فناوری‌ها، عدم‌اطمینان سرمایه‌گذاران و کارفرمایان در استفاده از این تکنولوژی‌ها در جوابگویی به مشخصه‌های فنی، زمانی و هزینه‌ای است. سیستم‌های سنتی ساخت، گرچه در مقوله زمان و هزینه و کیفیت دارای کارایی اندکی هستند، اما به دلیل تعدد استفاده از این سیستم‌ها و به‌تبع آن مشخص‌بودن تمامی جوانب کار، مورد اقبال کارفرمایان، پیمانکاران، مشاوران و سرمایه‌گذاران قرار می‌گیرند (خانجانی و الهی‌فر، ۱۳۹۴). در این راستا نقش فناوری نوین در تکنولوژی بتن برای سبک‌سازی ساختمان اهمیت زیادی دارد. معرفی و شناخت فناوری‌های نوین که قابل‌استفاده باشند، استفاده از فناوری‌های نوین ساختمانی بخصوص استفاده از انواع مواد و مصالح سبک از جمله انواع بتن‌های سبک، کامپوزیت‌ها، پلی‌پروپلین و پلی‌استایرین با محوریت سبک‌سازی و پیش‌ساختگی ساختمان‌ها و افزایش مقاومت سیستم‌های سازه‌ای در برابر زلزله می‌باشد. بدین لحاظ بهره‌گیری از فناوری‌های نوین ساختمانی نه‌تنها از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است، بلکه در شرایط حساس کنونی و با توجه به زلزله اخیر کشور و استفاده و ارتقاء فناوری و توسعه صنعتی ساخت و ساز، ضرورت بهره‌گیری از فناوری‌های نوین در صنعت ساخت را ایجاب می‌نماید (رحیمی بصرا و ملکی، ۱۳۹۲).

ریسک[1]، رویداد یا وضعیت ممکن‌الوقوع نامعلومی است که در صورت وقوع به‌صورت پیامدهای منفی یا مثبت بر اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد. هر یک از این رویدادها یا وضعیت‌ها دارای علل مشخص و نتایج و پیامدهای قابل تشخیص هستند. پیامدهای این رویدادها مستقیماً در زمان، هزینه، کیفیت و دامنه مصوب موثر می‌باشند (میگوئل[2] و همکاران، ۲۰۱۹). بر اساس استاندارد ایزو ۴۵۰۰۱ ریسک به‌معنای اثر عدم‌قطعیت می‌باشد و عدم‌قطعیت عبارت است از کمبود اطلاعات برای درک یا شناسایی یک حادثه و واقعه، احتمال و عواقب آن. معمولا ریسک‌ها قابل‌برآورد هستند و این مفهوم زمانی استفاده می‌شود که بتوان احتمال وقوع یک پدیده را ارزیابی کرد. ازاین‌رو ریسک عبارت است از امکان رخ دادن اتفاقی نامطلوب در کار مانند: حوادث و خطرات، آسیب‌های

1 Risk
2 Miguel

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

مالی، صدمه که احتمال رخ دادن خاصی دارد و می‌تواند بر روی پروژه تاثیر بگذارد (سلیمی و سلیمی، ۱۳۹۶). وقوع رویدادهای غیرقطعی می تواند پیامدهایی را بر زمان‌بندی یا هزینه پروژه داشته باشد و ریسک‌های پروژه می‌توانند شامل جوانب محیطی از جمله مدیریت نادرست و ضعیف پروژه یا وابستگی به عوامل غیرقابل کنترل خارجی باشند. سرچشمه ریسک‌های پروژه، عدم‌قطعیتی است که در تمام پروژه‌ها وجود دارد. در این راستا، ریسک‌های معلوم و مشخص عبارت‌اند از: ریسک‌هایی که شناسایی و تجزیه و تحلیل شده‌اند و می‌توان برای آن‌ها برنامه‌ریزی کرد و ریسک‌های نامشخص و نامعلوم عبارت‌اند از: ریسک‌هایی که قابل مدیریت نیستند. از نظر سازمان‌ها، ریسک تهدیدی برای موفقیت پروژه است و ریسک‌هایی که به‌عنوان تهدید برای پروژه محسوب می‌شوند، در صورتی پذیرفته می‌شوند که با پاداش پذیرفتن ریسک، در تعادل باشند. ازاین‌رو لازم است که سازمان متعهد به مدیریت ریسک در سراسر پروژه باشد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۹). مدیریت ریسک[1] پروژه به‌عنوان یکی از عناصر نه‌گانه مدیریت استراتژیک پروژه در موفقیت پروژه نقش بسزایی ایفا می‌کند. مهندسی ارزش نیز به‌عنوان یکی از روش‌های مدیریت صحیح پروژه توانایی خود را ثابت کرده است، به‌نحوی‌که تجربه استفاده آن در پروژه‌های مختلف گویای این مطلب می‌باشد. در سال‌های اخیر، تلفیق دو روش مدیریت ریسک و مهندسی ارزش مورد توجه پژوهشگران داخلی و خارجی قرار گرفته است. از منظر تشابه در ساختارها و اهداف که همان افزایش ارزش پروژه است، زمینه‌ای مناسب جهت تلفیق مدیریت ریسک و مهندسی ارزش به وجود آمده است. به دلیل وجود بسترهای لازم برای تلفیق این دو روش در پژوهش‌های مختلف، فواید تلفیق این دو روش بسیار مورد توجه بوده به نحوی‌که هر یک بخشی از این فواید را شرح داده‌اند. از طرفی هر گاه در یک پروژه ریسک‌های مهم رخ دهند، این حالت موجب خراب و نابود شدن خروجی‌های پروژه می‌شود و در نتیجه ارزش پروژه از بین می‌رود و از سویی دیگر اگر از تمام ریسک‌های پروژه نیز اجتناب شود، این رویه برای حداکثر نمودن ارزش مطلوب نمی باشد (امیت و گورس[2]، ۲۰۰۶). در طول پروژه ریسک‌هایی به همراه دارد و ریسک‌های پروژه فرصت‌ها و عدم‌قطعیت‌هایی جهت افزایش ارزش که ممکن است این فرصت‌های افزایش ارزش با ریسک‌های بزگتر در تعادل نباشند. پیوستگی ریسک و ارزش به‌علاوه یکی بودن هدف اجرای این دو تکنیک یعنی افزایش ارزش پروژه و تشابه در ساختارها باعث ایجاد بستر و زمینه‌ای مساعد جهت بکارگیری همزمان این دو تکنیک و توجه به آن‌ها در طول پروژه شده است (میرمحمدصادقی و همکاران، ۱۳۸۸). کارفرما، ذی‌نفعان، تیم درگیر پروژه و اعضای زنجیره تامین نیز با پیامدهای ریسک و ارزش در موقعیت های مختلف پروژه روبرو می شوند (وترهد[3] و همکاران، ۲۰۰۵).

یکی از مهمترین ابزارهایی که در زمینه ارزیابی و بررسی عملکرد، کارایی خود را ثابت کرده مهندسی و مدیریت ارزش[4] است. ارزش، مؤثرترین روش صرف هزینه در اجرای قابل‌اطمینان یک کارکرد است که نیازهای کاربر را با مطلوبیت و جلب رضایت وی تأمین می‌کند و سه مؤلفه اصلی آن عبارت‌انداز: کارکرد، کیفیت، هزینه. به طور کلی ارزش عبارت است از تجلی ارتباط بین کارکرد و منابع، هنگامی که کارکرد به وسیله معیار «خواسته‌های عملکردی مشتری» و منابع توسط معیار «مواد، نیروی کار، قیمت، زمان و ... مورد نیاز برای انجام آن کارکرد» اندازه‌گیری می‌شوند. روش‌شناسی ارزش یک فرآیند نظام‌مند است که توسط یک تیم چندتخصصی جهت تقویت ارزش یک پروژه از طریق تحلیل کارکردها مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر این اساس مهندسی و مدیریت

1 Risk Management
2 Emmitt & Gorse
3 Weatherhead
4 Value Engineering

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

ارزش یعنی استفاده از روش‌شناسی ارزش برای یک پروژه یا خدمت طرح‌ریزی شده یا مفهومی برای دستیابی به تقویت ارزش. از این‌رو مهندسی ارزش رویکردی گروهی و سیستماتیک است که برای ارزیابی و بهبود ارزش در یک محصول و یا پروژه بکار گرفته می‌شود (حسامی و همکاران، ۱۳۹۱).

از جمله تحقیقات داخلی که در سال‌های اخیر در این زمینه انجام شده‌اند می‌توان به تحقیق رحیمی بصرا و ملکی (۱۳۹۲) اشاره کرد که نقش فناوری‌های نوین در تکنولوژی بتن برای سبک‌سازی ساختمان را مورد بررسی قرار داده‌اند. مقصودی و همکاران (۱۳۹۳) پژوهشی در راستای پیشنهاد بتن مناسب در ساخت ساختمان‌های بلندمرتبه انجام داده‌اند. زرقانی و تقدیری‌یزد (۱۳۹۴) در تحقیق خود نقش فناوری‌های نوین در صنعت ساختمان را بررسی کرده‌اند. صادقی و همکاران (۱۳۹۴) در تحقیق خود به تلفیق مهندسی ارزش و مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی پرداخته‌اند. خانجانی و الهی‌فر (۱۳۹۴) در پژوهشی به بررسی ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین ساخت و نقش سازمان مهندسی ساختمان در ترویج آن پرداخته‌اند. امین‌زاده و انصاری (۱۳۹۵) به تحلیل کاربرد مهندسی ارزش و مدیریت ریسک جهت بهبود کارایی در حمل و نقل پرداخته‌اند. برمایه‌ور و تابع جماعت (۱۳۹۵) به بررسی استفاده از بتن سبز به‌عنوان یک فناوری نوین در صنعت ساخت و ساز در ایران پرداخته‌اند. وکیلی حاجی‌آقا و همکاران (۱۳۹۵) به مدیریت ریسک سازه‌های بتنی پیش‌ساخته با استفاده از ساختار شکست پروژه پرداخته‌اند. زمانی و همکاران (۱۳۹۶) چارچوبی به‌منظور به‌کارگیری مدیریت ریسک در محیط فازی در پیاده‌سازی مهندسی ارزش پروژه‌های عمرانی طراحی کرده‌اند. سلیمی و سلیمی (۱۳۹۶) به تلفیق مدیریت ریسک و مهندسی ارزش به‌منظور کاهش حوادث پروژه‌های ساختمانی پرداخته‌اند. خواجه‌بیشک و نجار دلشادی (۱۳۹۶) در پژوهش خود به بررسی استفاده از فناوری‌های نوین ساختمان و تاثیر آن در کاهش هزینه‌های ساخت پرداخته‌اند. پزشکی و سیدمفید (۱۳۹۷) در تحقیقی به بررسی و نقش مدیریت ریسک و بکارگیری آن در مدیریت پروژه‌های عمران شهری با رویکرد کاهش هزینه‌ها پرداخته‌اند. صادق‌پور و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی به بررسی بتن و بتن‌های پیشرفته و نوین در صنعت ساختمان پرداخته‌اند. بیک‌مرادی و مجاهد (۱۳۹۷) نقش مهندسی ارزش در مدیریت ریسک پروژه‌های صنعت ساخت را بررسی کرده‌اند. درویشی سلوکلایی و سلطانی (۱۳۹۸) به تلفیق یکپارچه مدیریت ریسک در محیط فازی و پیاده‌سازی مهندسی ارزش پروژه‌های عمرانی پرداخته‌اند. جلیلی (۱۳۹۹) در تحقیق خود به آنالیز تلفیق مدیریت ریسک و مهندسی ارزش در اجرای پروژه‌ها پرداخته است. بیات و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی و ارزیابی اثر عملکرد مدیریت ریسک در مدیریت پروژه‌های عمرانی با نقش تعدیل‌گر مهندسی ارزش پرداخته‌اند. حسن عبدالی (۱۴۰۰) در تحقیق خود به بررسی و مدیریت ریسک‌های بتنی در پروژه‌های عمرانی پرداخته است. از جمله تحقیقات خارجی نیز می‌توان به تحقیق لوپز ارکوئیلوس[1] و همکاران (۲۰۱۴) اشاره کرد که با هدف بررسی فعالیت‌ها و خطرات ایمنی مرتبط موجود در قالب‌بندی عمودی برای ساخت و ساز بتن در محل در بخش مهندسی عمران انجام شده است. تافیس و سیستونن[2] (۲۰۱۶) به‌منظور تحلیل خطر زوال عنصر نمای بتنی از فناوری پیشرفته پیش‌بینی رطوبت حرارتی مبتنی بر شبکه عصبی استفاده کرده‌اند. اسپاک[3] و همکاران (۲۰۱۶) در تحقیقی به مقایسه تکنولوژی‌های بتن مرسوم و پیشرفته از نظر کارایی ساخت پرداخته‌اند. کرات[4] و همکاران (۲۰۱۸) فن‌آوری‌های صرفه‌جویی

1 López-Arquillos
2 Taffese & Sistonen
3 Špak
4 Krot

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

در منابع برای بتن پیشرفته را مورد بررسی و ارزیابی قرار داده‌اند. میگوئل[1] و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهشی به ادغام برنامه، کیفیت و ریسک به‌دست‌آمده در مهندسی ارزش در پروژه‌های عمرانی پرداخته‌اند. بغدادی[2] و همکاران (۲۰۱۹) در تحقیقی به‌منظور بهینه‌سازی محتوای مواد سیمانی برای مخلوط‌های بتن پایدار از رویکرد مهندسی ارزش استفاده کرده‌اند. گوماسینگ[3] و همکاران (۲۰۲۱) در تحقیق خود از روش تحلیل ارزش و مهندسی در طراحی و تولید مانع بتنی با استفاده از فناوری‌های پیشرفته استفاده کرده‌اند. استوارت و لی[4] (۲۰۲۱) در پژوهش خود به‌منظور طراحی مقاوم در برابر انفجار ستون‌های بتنی با عملکرد فوق‌العاده بالا، یک ارزیابی مبتنی بر ریسک انجام داده‌اند.

همانطور که با بررسی تحقیقات پیشین داخلی و خارجی مشاهده می‌شود، در برخی از پژوهش‌ها ریسک‌های عدم‌بکارگیری فناوری‌های نوین در پروژه‌های ساخت بررسی شده‌اند اما تاکنون در هیچ پژوهشی به شناسایی و تحلیل ریسک عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته با رویکرد مهندسی ارزش پرداخته نشده که با توجه به اهمیت کاربرد بتن و به‌خصوص بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت و ضمن در نظر گرفتن کارایی مدیریت ریسک و مهندسی ارزش در این حوزه، در تحقیق حاضر به آن پرداخته شد.

۲) روش تحقیق

روش تحقیق این مطالعه یک روش کمی است که ابتدا با شناسایی مهمترین متغیرها از ادبیات آغاز شده، سپس با روش‌های آماری ادامه و درنهایت به کمک روش مهندسی ارزش به خاتمه رسید. پژوهش حاضر جنبه کاربردی دارد به‌طوری‌که در بعد کاربردی می‌توان از نتایج این تحقیق در تصمیم‌گیری‌ها، سیاست‌گذاری‌ها و برنامه‌ریزی‌های ساخت و ساز استفاده کرد. ازاین‌رو پژوهش حاضر از نظر هدف، کاربردی؛ از نظر مسئله تحقیق، توصیفی؛ از نظر جمع‌آوری داده‌ها، پیمایشی و از نظر ماهیت داده‌ها، کمی است. جامعه آماری تحقیق شامل کلیه مهندسان، مدیران و کارکنان فعال در پروژه‌های ساخت و ساز شهر تهران با سابقه بیشتر از ۱۰ سال است که نمونه آماری به روش تصادفی از آن انتخاب شد. جامعه آماری پژوهش محدود بوده لذا حجم نمونه با استفاده از فرمول کوکران محاسبه شد و از آن‌جا که حجم جامعه آماری ۲۵۰ نفر بود، حداقل حجم نمونه آماری ۱۵۰ نفر محاسبه شد.

در پژوهش حاضر برای گردآوری داده‌های مورد نیاز از دو روش استفاده شد: ۱- با استفاده از منابع موجود در کتابخانه‌ها (کتاب‌ها، مقالات، پایان‌نامه‌ها، مجلات علمی، اینترنت و .....) به جمع‌آوری اطلاعات جهت زیربنای علمی تحقیق پرداخته شد. ۲- با استفاده از پرسشنامه به جمع‌آوری اطلاعات لازم جهت بررسی و رتبه‌بندی ریسک‌های استخراجی اقدام گردید. به این ترتیب ابزار گردآوری داده‌ها پرسشنامه بود که از دو بخش اصلی تشکیل شده به‌طوری‌که در بخش اول، سئوالات جمعیت‌شناختی و در بخش دوم نیز سئوالات مربوط به متغیرهای تحقیق پرسیده شد. پرسشنامه بر مبنای مقیاس پنج گزینه‌ای لیکرت طراحی شده که یکی از متداول‌ترین روش‌های تدوین پرسشنامه است. به‌منظور تعیین روایی پرسشنامه از روایی محتوا[5] و روایی صوری[1] استفاده شد که هر

1 Miguel
2 Baghdady
3 Gumasing
4 Stewart & Li
5 Content Validity

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

دو مورد تایید شدند و به‌منظور سنجش پایایی از روش آلفای کرونباخ[2] استفاده شده و مقدار آلفا برابر با ۰,۸۹۱ به‌دست آمد که بیانگر پایایی پرسشنامه است.

در ادامه به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آزمون‌های آماری نرمال بودن داده‌ها و آزمون همبستگی استفاده شد. پس از آن با استفاده از فرایند مهندسی ارزش به بررسی و رتبه‌بندی ریسک‌های عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در سه مرحله اساسی به شرح زیر پرداخته شد:

مرحله اول: عملیات مقدماتی. این مرحله شامل توسعه اهداف برای مطالعه ارزش، به‌دست آوردن اطلاعات و داده‌های پروژه، تعیین موارد کلیدی، اهداف مسئله، توسعه برنامه مطالعه و برنامه‌ریزی و سازماندهی مطالعه ارزش است.

مرحله دوم: عملیات ضمنی. این مرحله در ۶ فاز اصلی انجام می‌پذیرد که عبارت‌انداز: الف. فاز جمع‌آوری اطلاعات. ب. فاز تجزیه و تحلیل کارکرد. ج. فاز خلاقیت. د. فاز ارزیابی. ه. فاز توسعه. و. فاز ارائه.

مرحله سوم: عملیات نهایی. این مرحله شامل بازنگری گزارش اولیه، قراردادن برنامه‌های اجرایی برای راهکارهای پیشنهادی پذیرفته‌شده، فعالیت‌های پیگیری مطالعه ارزش، سبک اطلاعات و ثبت موضوعاتی که فرا گرفته شدند و نیز توجه به اینکه چگونه تجربه، ظرفیت‌های جدید را توسعه می‌دهد (قاضی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۴).

مدیریت ریسک نیز یکی از ارکان نه‌گانه مدیریت پروژه است که با هدف شناسایی، تحلیل و واکنش به ریسک در جهت کاستن وقایع احتمالی و وقایع ناگوار در پروژه‌ها به کار می‌رود. مدیریت ریسک تضمین‌کننده بیشینه نمودن احتمال و پیامدهای رویدادهای مثبت و کمینه نمودن احتمال و پیامدهای رویدادهای نامطلوب در راستای اهداف پروژه است. هرچند مقصود رویکرد مدیریت ریسک بهینه‌سازی پروژه ها است ولی در عمل بیشتر افزایش ایمنی و ضریب اطمینان در سیستم است که در کنار آن ریسک‌های پروژه کاهش می‌یابد اما در عمل رویکردی هزینه زا می‌باشد. مهندسی ارزش یک رهیافت سازمان‌یافته خلاق با هدف تشخیص موثر هزینه‌های غیرضروری است که با استفاده از این رویکرد سازمان‌یافته و گروهی در جهت تحلیل کارکرد سیستم‌ها، تجهیزات و پروژه‌ها با حداقل صرف منابع صورت پذیرد. بکارگیری این تکنیک در مراحل اولیه طرح‌ها و پروژه‌ها بخصوص در فاز طراحی مفهومی و طراحی تفصیلی به کسب نتایج ارزشمند در اقتصادی‌نمودن پروژه‌ها دست یافت. بنابراین تلفیق تکنیک‌های مدیریت ریسک و مهندسی ارزش علاوه بر رویکردی حقیقی به‌سوی بهینه‌سازی هزینه‌ها به جای رویکرد افزایش مدیریت ریسک و رویکرد کاهشی مهندسی ارزش باعث به وجود آمدن تعادل بین ریسک و ارزش و همچنین معرفی عامل‌های مهم در دستیابی به موفقیت پروژه به کارفرما می‌شود (صادقی و همکاران، ۱۳۹۴). به این ترتیب مراحل انجام پژوهش در شکل ۱ مشاهده می‌شوند.

1 Face Validity
2 Cronbach Alpha Method

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

شکل ۱. فرایند انجام پژوهش

۳) یافته‌های تحقیق

۴-۱. شناسایی ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت

متغیرهای تحقیق حاضر عبارت‌انداز ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت که طبق پژوهش‌های پیشین و نظر کارشناسان شناسایی شدند و به شرح شکل ۲ می‌باشند.

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

شکل ۲. معرفی متغیرهای تحقیق

۴-۲. تایید ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت

پس از استخراج و تعیین ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت، به منظور تایید آن‌ها پرسشنامه بر اساس این ریسک‌ها طراحی و در بین نمونه آماری توزیع گردید. پس از جمع‌آوری داده‌ها ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] بررسی شد که نتایج آن برای دو گروه ریسک‌ها در جدول ۱ قابل‌مشاهده است.

جدول ۱. نتایج آزمون نرمال بودن توزیع متغیرهای مربوط به داده‌ها

دسته ریسک	شاخص کولموگروف اسمیرنوف	سطح معناداری
ریسک‌های زمان اجرای پروژه	۲/۸۸۲	۰/۰۰۰
ریسک‌های بعد از اجرای پروژه	۵/۴۷۶	۰/۰۰۰

طبق جدول ۱ با توجه به اینکه سطح معناداری برای متغیرها کمتر از ۰/۰۵ است، لذا فرض صفر (مبنی بر نرمال بودن داده‌ها) رد شده و نتیجه می‌گیریم که توزیع داده‌ها نرمال نمی‌باشند. بنابراین به منظور بررسی همبستگی بین متغیرها از آزمون ضریب همبستگی اسپیرمن[2] استفاده شد.

به این ترتیب برای هر دسته از ریسک‌ها این آزمون با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد که نتایج آن در جدول‌های ۲ و ۳ ذکر شده است.

جدول ۲. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن مربوط به ریسک‌های زمان اجرای پروژه

		ریسک‌های زمان اجرای پروژه	عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت
ریسک‌های زمان اجرای پروژه	ضریب اسپیرمن	۱	۰/۴۴۲
	سطح معناداری	۰	۰/۰۰۰
عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت	ضریب اسپیرمن	۰/۴۴۲	۱
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰

با توجه به جدول شماره ۲ همبستگی برابر با ۰/۴۴۲ و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنادار است. لذا ریسک‌های زمان اجرای پروژه تأثیر معنادار دارند و تایید می‌شوند.

1 Kolmogorove Smirnove
2 Spearman

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

جدول ۳. نتایج آزمون همبستگی اسپیرمن مربوط به ریسک‌های بعد از اجرای پروژه

		ریسک‌های بعد از اجرای پروژه	عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت
ریسک‌های بعد از اجرای پروژه	ضریب اسپیرمن	۱	۰/۶۱۳
	سطح معناداری	۰	۰/۰۰۰
عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت	ضریب اسپیرمن	۰/۶۱۳	۱
	سطح معناداری	۰/۰۰۰	۰

با توجه به جدول شماره ۲ همبستگی برابر با ۰/۶۱۳ و در سطح خطای کمتر از ۰/۰۵ معنادار است. لذا ریسک‌های بعد از اجرای پروژه تأثیر معنادار دارند و تایید می‌شوند.

۴-۳. رتبه‌بندی ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته

پس از شناسایی ریسک‌های ناشی از عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساخت، از پاسخ‌دهندگان خواسته شد تا دو عامل شدت تاثیر و احتمال وقوع ریسک‌های موجود را تعیین نمایند. سپس میانگین هندسی نظرات پاسخ‌دهندگان محاسبه شد که به شرح جدول ۴ می‌باشد:

جدول ۴. میانگین نظرات مربوط به شدت تاثیر و احتمال وقوع ریسک‌ها

دسته	ریسک	شدت تاثیر	احتمال وقوع	حاصل احتمال و اثر ریسک
ریسک‌های زمان اجرای پروژه	کاهش سرعت اجرای پروژه	۳,۶۶	۳,۴۶	۱۲,۶۶۳
	افزایش آلودگی محیط‌زیست	۳,۵۲	۳,۴۸	۱۲,۲۵۰
	عدم رعایت اصول پایداری	۱,۲۲	۱,۱۱	۱,۳۵۴
	عدم‌سهولت در کار	۲,۵۴	۲,۲۲	۵,۶۳۹
	امکان تخریب حین کار	۳,۴۸	۳,۰۳	۱۰,۵۴۴
ریسک‌های بعد از اجرای پروژه	کیفیت نامناسب پروژه	۳,۹۴	۳,۸۷	۱۵,۲۴۸
	افزایش قیمت تمام‌شده	۴,۵۲	۴,۳۴	۱۹,۶۱۷
	عدم‌سبک‌سازی	۲,۸۱	۱,۰۲	۲,۸۶۶
	افزایش اتلاف انرژی	۳,۰۲	۳,۰۱	۹,۰۹۰
	نارضایتی مشتری	۴,۹۸	۴,۳۵	۲۱,۶۶۳
	عدم‌طراحی مناسب	۳,۴۲	۳,۰۰	۱۰,۲۶۰
	عدم‌مقاومت در برابر زلزله	۴,۰۲	۴,۲۹	۱۷,۲۴۶

سپس نوع هر ریسک و رتبه آن طبق ماتریس احتمال و اثر ریسک‌ها تعیین می‌شود که نحوه محاسبه آن به شرح جدول ۵ می‌باشد. طبق این جدول، ریسک‌های جدید، به سه گروه ریسک بالا، ریسک متوسط و ریسک پایین دسته‌بندی می‌شوند.

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213

جدول ۵. ماتریس احتمال و اثر

احتمال وقوع ریسک							
نزدیک به یقین	۵	۲۵	۲۰	۱۵	۱۰	۵
بسیار محتمل	۴	۲۰	۱۶	۱۲	۸	۴
محتمل	۳	۱۵	۱۲	۹	۶	۳
کم	۲	۱۰	۸	۶	۴	۲
بسیار کم	۱	۵	۴	۳	۲	۱
ریسک بالا		۵	۴	۳	۲	۱
ریسک متوسط		خیلی زیاد	زیاد	متوسط	کم	خیلی کم
ریسک کم		شدت اثر ریسک				

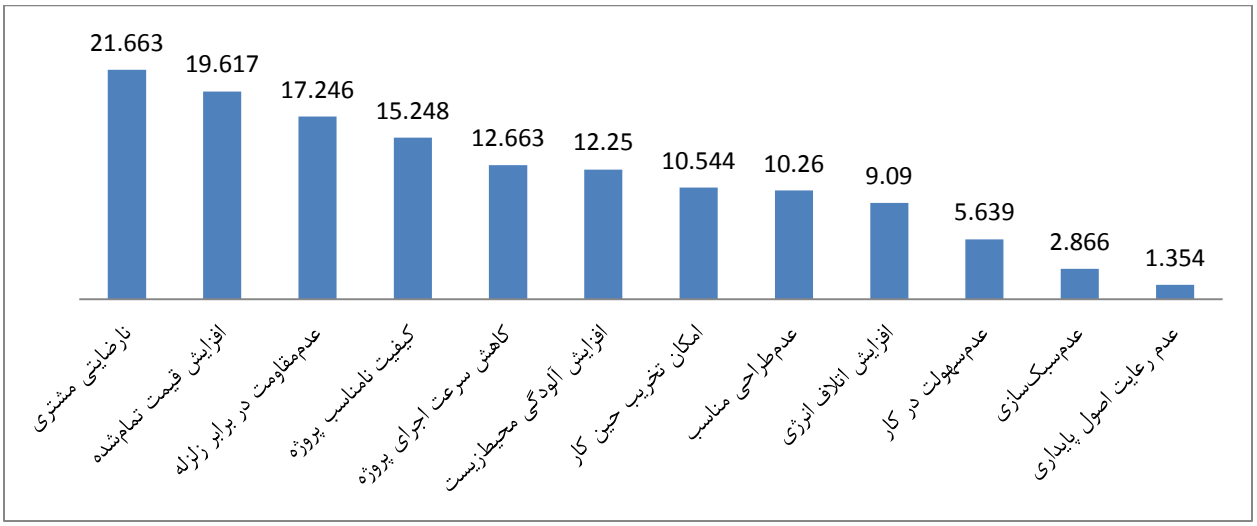
به این ترتیب ۱۲ ریسک شناسایی شده ناشی از عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته در پروژه‌های ساخت به شرح جدول ۶ رتبه‌بندی و دسته‌بندی می‌شوند.

جدول ۶. تعیین رتبه و نوع هر ریسک طبق ماتریس احتمال و اثر

دسته	ریسک	حاصل احتمال و اثر ریسک	نوع ریسک	رتبه
ریسک‌های زمان اجرای پروژه	کاهش سرعت اجرای پروژه	۱۲,۶۶۳	متوسط	۵
	افزایش آلودگی محیط‌زیست	۱۲,۲۵۰	متوسط	۶
	عدم رعایت اصول پایداری	۱,۳۵۴	کم	۱۲
	عدم‌سهولت در کار	۵,۶۳۹	کم	۱۰
	امکان تخریب حین کار	۱۰,۵۴۴	متوسط	۷
ریسک‌های بعد از اجرای پروژه	کیفیت نامناسب پروژه	۱۵,۲۴۸	متوسط	۴
	افزایش قیمت تمام‌شده	۱۹,۶۱۷	بالا	۲
	عدم‌سبک‌سازی	۲,۸۶۶	کم	۱۱
	افزایش اتلاف انرژی	۹,۰۹۰	متوسط	۹
	نارضایتی مشتری	۲۱,۶۶۳	بالا	۱
	عدم‌طراحی مناسب	۱۰,۲۶۰	متوسط	۸
	عدم‌مقاومت در برابر زلزله	۱۷,۲۴۶	بالا	۳

این رتبه‌بندی به طور شماتیک در شکل ۳ قابل‌مشاهده است:

https://doi.org/10.22034/cpj.2023.405068.1213



شکل ۳. رتبه و اولویت ریسک‌ها طبق روش مهندسی ارزش

۴) نتیجه‌گیری

امروزه با رشد روزافزون اجرای پروژه‌های ساخت در کشور، به‌منظور توسعه زیرساخت‌ها مواجه هستیم که منجر به ایجاد تحولات زیادی در صنعت ساخت و ساز نیز شده است. اما همراه با این رشد و توسعه، نرخ استفاده از فناوری‌های نوین نیز وضعیت مناسبی نداشته است. نیاز گسترده و روزافزون کشور به پروژه‌های عمرانی و ساخت و ساز، ضرورت استفاده از فناوری‌های نوین در این عرصه را بیش از پیش مطرح ساخته است. از جمله راهکارهای مناسب برای استفاده عملی از این سیستم‌های نوین در زمینه پروژه‌های ساخت می‌توان به ارتقاء سطح علمی و تخصصی جامعه مهندسی کشور و آشنایی با فناوری‌ها و مصالح جدید و بازنگری در اجرای پروژه‌های ساخت از روش‌های سنتی به صنعتی اشاره کرد. به این ترتیب در پژوهش حاضر به بررسی و تحلیل ریسک عدم‌بکارگیری بتن‌های پیشرفته در پروژه‌های ساختمانی پرداخته شده و برای این منظور از روش‌های آماری و مهندسی ارزش استفاده شده است. نتایج نشان داد که این ریسک‌ها به ترتیب عبارت‌اند از:

۱. نارضایتی مشتری (ریسک بالا)

۲. افزایش قیمت تمام‌شده (ریسک بالا)

۳. عدم‌مقاومت در برابر زلزله (ریسک بالا)

۴. کیفیت نامناسب پروژه (ریسک متوسط)

۵. کاهش سرعت اجرای پروژه (ریسک متوسط)

۶. افزایش آلودگی محیط‌زیست (ریسک متوسط)

۷. امکان تخریب حین کار (ریسک متوسط)

۸. عدم‌طراحی مناسب (ریسک متوسط)

۹. افزایش اتلاف انرژی (ریسک متوسط)

۱۰. عدم‌سهولت در کار (ریسک کم)

۱۱. عدم‌سبک‌سازی (ریسک کم)

۱۲. عدم رعایت اصول پایداری (ریسک کم)

همانطور که مشاهده می‌شود سه ریسک اولیه نسبت به بقیه احتمال و شدت بیشتری داشته‌اند که در در ادامه پیشنهاداتی به‌منظور کاهش آن‌ها ارائه شده است:

- همانطور که مشاهده می‌شود مهمترین ریسک ناشی از عدم‌بکارگیری بتن پیشرفته، نارضایتی مشتری است. این موضوع از آن جهت قابل‌بحث است که دنیای صنایع رقابتی امروز، دنیای مدیریت ارتباط با مشتری است و استفاده نکردن از این فناوری در صنعت ساخت و ساز منجر به کاهش کیفیت ساختمان، عدم‌استحکام، نازیبا شدن نمای ساختمان و حتی در برخی از مواقع ایجاد آلودگی صوتی می‌شود که نارضایتی مشتری و مصرف‌کننده را به‌همراه خواهد داشت و تاثیر مستقیمی بر افت برند پروژه و کاهش سودآوری خواهد داشت.
- دومین ریسک، افزایش قیمت تمام‌شده است که در شرایط اقتصادی کنونی کشور بر روند ساخت و ساز تأثیر زیادی گذاشته است. به‌گونه‌ای که عدم‌استفاده از بتن‌های پیشرفته سبب افزایش بهای تمام‌شده ساختمان شده و بسیاری از مشتریان بالقوه توانایی خرید را نخواهند داشت و لذا استقبال چندانی از آن نمی‌کنند. این موضوع تاثیر مستقیمی بر کاهش سودآوری داشته به‌طوری‌که حتی ممکن است کارفرما مجبور به تغییر قیمت نهایی شود.
- ریسک سوم عدم‌مقاومت در برابر زلزله است و این موضوع نیز از آن جهت قابل‌توجیه است که ارتباط مستقیمی با جان و مال مشتری و مصرف‌کننده دارد. لذا با در نظر گرفتن شرایط زلزله‌خیز بودن کشور ایران، در سال‌های اخیر استفاده از بتن‌های مقاوم و پیشرفته کنونی با ناوری ضدزلزله اهمیت بیشتری یافته است.

منابع

AminZadeh, R., & Ansari, M. (2016). Analysis of the application of value engineering and risk management to improve efficiency in transportation, *The third national conference on the development of civil engineering, architecture, electricity and mechanics in Iran*, Gorgan (Persian).

Baghdady, A., Abdulgalil, W. S., Asran, A., & Nosier, I. (2019). Optimization Of Cementitious Material Content For Sustainable Concrete Mixtures Through Value Engineering Approach. *Available at SSRN 3375588*.

BarmayeVar, B., & TabeJamaat, S. (2016). Investigating the use of green concrete in the construction industry in Iran, *The 4th International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development*, Tehran (Persian)

Bayat, M.H., Ghare, S., & AhmadiNejad, I. (2016). Investigating and evaluating the effect of risk management performance in the management of construction projects with the moderating role of value engineering, *civil conference, architecture and urban planning of Islamic countries*, Tabriz (Persian).

BeykMoradi, A., & Mojahed, M. (2018). Investigating the role of value engineering in risk management of construction industry projects, *The third international conference on civil engineering, architecture and urban design*, Tabriz (Persian).

DarvishiSalooKalayi, D., & Soltani, A. (2019). Investigating the integrated integration of risk management in the fuzzy environment and the implementation of value engineering of construction projects (case study: Nowshahr Port), *The third international conference on applied research in structural engineering and construction management*, Tehran (Persian).

Ebrahimi, M., Bayati, A., & Adhami, F. (2022). *Guide to the priject management body of knowledge (translation)* - 5th edition, Ariana Qalam Publications (Persian).

Emmitt, S., & Gorse, C. (2006). Communication in construction teams.

GhaziZade, A., ImaniFard, A.R., FasihFar, Z., & Borzooei, A. (2015). Designing an expert system based on knowledge of risk management in metro line construction projects using the B.O.T method, *International Research Conference on Engineering, Science and Technology* (Persian).

Gumasing, M. J., Rada, M. D., & Santiago, M. V. (2021, December). Application of Value Analysis and Engineering to the Design and Production of Concrete Barrier. In *2021 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)* (pp. 947-952). IEEE.

Hesami, S., Haghighi, F.R., & HasanNejad, M. (2012). The application of value engineering in the analysis and risk assessment of construction projects, *The second national conference on engineering and construction management*, Amirkabir University, Bandar Abbas University Campus (Persian).

HasanAbdali. (2021). Investigating risk management in construction projects (construction of full-span concrete bridges), *The first international conference on civil engineering; New and practical findings*, Shiraz (Persian).

Jalili, R. (2020). Analysis of the integration of risk management in the implementation of construction and value engineering projects, *Civil, Architecture and Urban Development Conference of Islamic World Countries*, Tabriz (Persian).

KhajeBishak, GH., & NajarDelshadi, A. (2017). The use of modern construction technologies and its impact on reducing construction costs, *The fifth scientific research conference of modern horizons in the sciences of geography and architectural planning and urban planning in Iran* (Persian).

Khanjani, H., & ElahiFar, S. (2015). The necessity of using new construction technologies and the role of the construction engineering organization in promoting it, *The fourth national conference on new materials and structures in civil engineering*, Yasouj University (Persian).

Krot, A., Ryazanova, V., Gabitov, A., Salov, A., & Rolnik, L. (2018). Resource-saving technologies for advanced concrete in the Republic of Bashkortostan. In *MATEC Web of Conferences* (Vol. 230, p. 03009). EDP Sciences.

López-Arquillos, A., Rubio-Romero, J. C., Gibb, A. G., & Gambatese, J. A. (2014). Safety risk assessment for vertical concrete formwork activities in civil engineering construction. *Work*, *49*(2), 183-192.

Maghsoodi, A.A., Akbarzade, H., & MasoudNejad, M. (2014). Suggestion of suitable concrete in the construction of high-rise buildings (case study of 21-storey project in Babolsar), *Concrete research*, *7*(2), 93-108 (Persian).

Miguel, A., Madria, W., & Polancos, R. (2019, April). Project management model: Integrating earned schedule, quality, and risk in earned value management. In *2019 IEEE 6th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)* (pp. 622-628). IEEE.

Pezeshki, Y., & SeyedMofid, S.A (2018). Investigation and the role of risk management and its application in the management of urban construction projects with the approach of cost reduction, *International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran*, Tehran (Persian).

RahimiBasra, M., & Maleki, S. (2013). The role of modern technology in concrete technology for building style, *The first provincial conference on civil engineering, architecture*, Amol (Persian).

RamazanianPoor, A., & Peydayesh, M. (2021). *Concrete technology (materials, properties, implementation)*, Jihad University Publications Institute, Amirkabir Industrial Unit (Persian).

SadeghPoor, M., Gerami, A., & HajiZadeAhrami, A. (2018). Concrete and advanced and modern concretes in the construction industry, International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Development Management in Iran, Tehran (Persian).

Sadeghi, M., ChaleKaei, A., & Khanzadi, M. (2015). Integration of value engineering and risk management in construction projects, *International Conference on Civil Engineering, Architecture and Urban Infrastructure*, Tabriz (Persian).

Salimi, F., & Salimi, M. (2017). Integration of risk management and value engineering in order to reduce accidents in construction projects, *Conference of Safiran Rah Mehrazi Institute of Architecture and Urban Planning* (Persian).

Špak, M., Kozlovská, M., Struková, Z., & Bašková, R. (2016). Comparison of conventional and advanced concrete technologies in terms of construction efficiency. *Advances in Materials Science and Engineering*, *2016*.

Stewart, M. G., & Li, J. (2021). Risk-based assessment of blast-resistant design of ultra-high performance concrete columns. *Structural Safety*, *88*, 102030.

Taffese, W. Z., & Sistonen, E. (2016). Neural network based hygrothermal prediction for deterioration risk analysis of surface-protected concrete façade element. *Construction and Building Materials*, *113*, 34-48.

VakiliHajiAgha, SH., Faal, A., AsgharNejad, M., & VakiliHajiAgha, M. (2016). Risk management of precast concrete structures using project failure structure, *4th International Congress on Civil Engineering, Architecture and Urban Development*, Tehran (Persian).

Zamani, A., Khanzadi, M., JabalAmeli, M.S., & Sarhadi, M. (2017). The framework of applying risk management in a fuzzy environment in the implementation of value engineering of construction projects (case study: Khorramshahr Port), *Management researches in Iran, 21*(3), 1-28 (Persian).

Zarghani, M., & TaghdiriYazd, M. (2015). The role of new technologies in the construction industry, *The first international conference on civil engineering, architecture and urban economy development*, Shiraz (Persian).