"ReseahhhAtticle"

10.30495/QJOPM.2020.575033.2198

The Effect of Risk Dimensions on the Objectives of Construction Projects in Isfahan Municipality: An Integrated SEM and BBN Analysis

*Amir Hossein Nadali Jelokhani[1],Mehdi Karbassian (Ph.D.)[*2],Sayyed Rasool Agha Davood (Ph.D.) [3],Abdul Majid Abdul Baghi (Ph.D.) [4]*

(Receipt: 2020.04.18- Acceptance:2020.08.23)

Abstract

Population growth and the subsequent surge in urbanization has drastically increased the number of construction projects in metropolitan cities implementation and management of which may involve numerous ambiguous and unknown issues or risks that can impact project objectives depending on the specific project characteristics and municipal conditions. Thus, the purpose of the current applied descriptive correlational survey was to examine the extent to which components of risk failure structure can impact the goals of municipal construction projects including citizen satisfaction, cost, time, quality, range and safety using Bayesian Belief Network (BBN). The purposeful research sample comprised 45 managers, deputies, relevant officials and experts in Isfahan municipality who were consulted to identify the project risk dimensions during 2016 and 2018. A questionnaire was employed to collect the research data which were further analyzed using the project risk structure breakdown to classify and identify risks and matrices. Partial Least Squares Method of Structural Equation Modelling (SEM) was employed to validate the questionnaire data. The simultaneous impact of risk dimensions on project goals was investigated using probable cause and effect modeling based on Bayesian Belief Model. The findings verified the significant positive impact of project risk components on the project objectives. The innovative characteristic of the current study was the integration of SEM and Bayesian BBN and application of error state analysis technique and risk effects in risk failure structure which can establish certainty concerning the analysis of risk dimensions and their relationship with precision of priorities in risk management process.

Key Words: BBN, Municipal Construction Projects, Project Risk Management, RBS, Risk Analysis

1.PhD Candidate, Department of management, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran

2.Associate Professor, Department of Industrial Engineering, Malek Ashtar University of Technology, Isfahan, Iran.

*.Corresponding Author:mkarbasi@mut-es.ac.ir

3.Assistant Professor, Department of Public Administration, Dehaghan Branch, Islamic Azad University, Dehaghan, Iran

4.Assistant Professor, Department of Financial Management, Faculty of Industry and Management, Shahroud University of Technology, Shahroud, Iran

10.30495/QJOPM.2020.575033.2198

((مقاله پژوهشی))

تلفیق مدل سازی معادله ساختاری و شبکه باور بیزین در تحلیل ابعاد ریسک بر اهداف پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان

امیرحسین نادعلی جلوخانی[۱]، مهدی کرباسیان*[۲]، سیدرسول آقا داود[۳]، عبدالمجید عبدالباقی[۴]

(دریافت: ۹۹/۰۱/۳۰–پذیرش نهایی: ۹۹/۰۶/۰۲)

چکیده

افزایش جمعیت و به‌تبع آن گسترش شهرنشینی موجب افزایش تعداد پروژه‌های عمرانی در کلان‌شهرها شده است. اجرا و مدیریت پروژه‌های مختلف ازجمله پروژه‌های عمرانی، دارای موارد مبهم و ناشناخته فراوانی است و با توجه به ویژگی‌های خاص هر پروژه و شرایطی که در شهرداری‌ها می‌باشد ریسک پروژه بر اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد. هدف این پژوهش، بررسی تحلیلی تأثیر مؤلفه‌های ساختار شکست ریسک بر اهداف پروژه‌های عمرانی شهرداری شامل رضایت شهروندان، هزینه، زمان، کیفیت، محدوده و ایمنی با استفاده از شبکه باور بیزین است. در این پژوهش کاربردی، شیوه گردآوری داده‌ها–توصیفی پیمایشی از نوع همبستگی و جامعه آماری بر اساس نمونه‌گیری هدفمند مطابق با جامعهٔ متخصص در شهرداری اصفهان مرتبط با موضوع ۴۵ مدیر، معاون، مسؤول مرتبط و متخصص انتخاب شدند. زمان پژوهش برای شناسایی ریسک پروژه‌ها سال ۱۳۹۵ تا پایان ۱۳۹۷ را در بر می‌گیرد، ابزار مورداستفاده در پژوهش پرسشنامه است که اطلاعات جمع‌آوری‌شده با استفاده از تدوین ساختار شکست ریسک پروژه‌ها جهت دسته‌بندی و شناسایی ریسک‌ها و ماتریس پذیرش ریسک مورد استفاده قرار گرفت. جهت اعتبار سنجی از مدل‌سازی معادله ساختاری به روش حداقل مربعات جزئی و در خصوص ارزیابی تأثیر هم‌زمان ابعاد ریسک بر اهداف پروژه‌ها از مدل‌سازی احتمالی علت و اثر بر مبنای الگوی باور بیزین صورت پذیرفته است. تحلیل داده‌های این پژوهش نشان داد که مؤلفه‌های ریسک پروژه‌ها، تأثیر مثبتی روی اهداف پروژه‌ها دارد. نوآوری و ویژگی این پژوهش تلفیق مدل‌سازی معادلات ساختاری با شبکه باور بیزین و استفاده از تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات خطا و آثار ریسک در ساختار شکست ریسک می‌باشد که در فرآیند مدیریت ریسک منجر به رفع عدم اطمینان بین روابط ابعاد ریسک و دقیق سازی اولویت‌بندی و تحلیل ابعاد ریسک‌ها شده است.

واژه های کلیدی: ریسک پروژه، تحلیل ریسک، شبکه باور بیزین، پروژه‌های عمرانی شهرداری، ساختار شکست ریسک.

۱. دانشجوی دکتری گروه مدیریت دولتی، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران a-nadali@dehaghan.ac.ir
۲ .دانشیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه صنعتی مالک اشتر، اصفهان، ایران.
*. نویسنده مسؤول: mkarbasi@mut-es.ac.ir
۳. استادیار گروه مدیریت دولتی، واحد دهاقان، دانشگاه آزاد اسلامی، دهاقان، ایران
۴.استادیار گروه مدیریت مالی، دانشکده صنایع و مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران

مقدمه

صنعت ساخت‌وساز به‌عنوان تنظیم‌کننده اقتصاد ملی در سطح جهان شناخته شده است. پروژه‌های ساخت‌وساز یک بخش منحصربه‌فرد از اقتصاد می‌باشد که تقسیم‌بندی در چرخه کسب‌وکار، اجتماعی، اقتصادی و محیط سیاسی می‌شود (آسف و همکاران[1]،۲۰۱۵). این صنعت مبتنی بر پروژه می‌باشد که جهت رسیدن به مطلوبیت می‌بایست رضایت ذینفعان پروژه و اهداف آن را در نظر گرفت (خاهرو و همکاران[2]،۲۰۱۵)، ارتباط بین پروژه‌ها و اهداف موفقیت پروژه در ایالات‌متحده و آلمان با ۶۰۰ نمونه بررسی کرده‌اند و اثبات شده است بین ساختار مدیریت پروژه و موفقیت پروژه‌ها مستقل از نوع و اندازه پروژه‌ها می‌باشد (لچلر و دویر[3]،۲۰۱۰). در پروژه‌های عمرانی بخش عمده‌ای از چالش‌ها که در حین چرخه حیات پروژه به وجود می‌آیند (جوسلن و مولر[4]،۲۰۱۵). مسائل مطرح در مدیریت تمامی طرح‌ها، مدیریت ریسک است که در کشور ما در اغلب مـوارد به آن توجهی نمی‌شود بنابراین ریسک همیشه بخشی ذاتی از فعالیت‌ها است مدیریت ریسک پروژه یکی از موضوعات اصلی مدیریت پروژه می‌باشد (راز و میچال[5]،۲۰۰۱). مدیریت ریسک در مفهوم کلان، برای سازمان‌هایی سودمند است که تعداد بسیار زیادی از پروژه‌ها را متعهد شده‌اند (کندریک،۲۰۰۹). هدف اصلی مدیریت ریسک پروژه شناسایی، ارزیابی و کنترل ریسک‌ها در جهت اهداف پروژه می‌باشد (خاکسار و همکاران،۱۳۸۷). معیارهای موفقیت اهداف پروژه به‌طورکلی شامل زمان، هزینه، عملکرد می‌باشد (بکرانی و آرچر[6]،۲۰۰۱؛ ولیامز،۱۹۹۳) پژوهش‌های حاصل‌شده به‌منظور ایجاد رویکرد سیستماتیک و روش یکپارچه مدیریت ریسک پروژه در مدل‌سازی روش‌ها می‌باشد (راز و میچال،۲۰۰۱؛ دلکانو و دلکارزو[7]،۲۰۰۲). هر پروژه دارای درجه مشخصی از ریسک است و این در حالی است که مدیران پروژه آمادگی پایینی برای شناسایی و پاسخ به این ریسک‌ها دارند (ترمینی[8]،۱۹۹۹). اندازه و پیچیدگی پروژه‌های شهری در حال افزایش است و این باعث هرچه بیشتر شدن سطح ریسک پروژه‌ها می‌گردد و درنتیجه اجرای موفق این‌گونه پروژه‌ها مستلزم اجرای برنامه مدیریت ریسک ویژه‌ای است (موسوی و همکاران[9]،۲۰۱۱). به‌طورکلی صنعت ساخت‌وساز و

1.Assaf, S., Hassanain, M. A., & Al-Zahrani, S.
2.Khahro, S. H., Memon, F. A., & Talpur, M. A. H.
3 .Lechler, T. G., & Dvir, D.
4t.Joslin, R., & Müller, R.
t .Raz, T., & Michael, E.
e .Baccarini, D., & Archer, R
7.Del Cano, A., & de la Cruz, M. P.
8.Termini, M. J.
9.Mousavi, S.M., Tavakkoli-Moghaddam, R.,Azaron,A.,Mojtahedi, S., & Hashemi, H.

پروژه‌های عمرانی با تهدیدات مختلفی روبه‌رو هستند که ریسک نامیده می‌شوند و ارزیابی ریسک در پروژه‌ها توسط مدل‌های مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد (صالحی و مصلحی[۱]،۲۰۱۶). با توجه به پیچیدگی‌های پروژه‌های عمرانی ریسک‌ها تأثیر منفی روی پروژه اعمال می‌کنند (زاوادسک و همکاران،۲۰۱۰). به‌خصوص در پروژه‌های درون‌شهری این چالش‌ها بیشتر می‌توانند نمود پیدا کنند. یکی از مشکلات پژوهش‌های گذشته این موضوع می‌باشد که عمدتاً با بررسی انفرادی هر یک از ریسک‌های موجود و یافتن شدت اثر آنها روی یک یا چند هدف پروژه (معمولاً زمان یا هزینه) آنالیز ریسک پروژه را انجام می‌دهند و از بررسی اندرکنش میان مؤلفه‌های ریسک و اثر هم‌زمان آن‌ها صرف‌نظر می‌کنند (راز و میچایل[۲]،۲۰۰۱؛ هان و دیکمن[۳]،۲۰۰۱؛ سیمیستر و لیونز[۴]،۱۹۹۴) شبکه باور بیزی یک مدل گرافیکی مبتنی بر روابط احتمالی بین مجموعه متغیرها با تعیین روابط علی بین آنها را ارائه می‌دهد هکرمن[۵]،۱۹۹۷). شبکه باور بیزی یک شبکه علیت می‌باشد که ابزاری قدرتمند برای ارائه و استدلال دانش در شرایط عدم اطمینان می‌باشد (چنگ و همکاران[۶]،۲۰۰۲). شبکه باور بیزین ارتباطات علت – اثر بین متغیرها را با استفاده از مدل گرافیکی و بصری توصیف می‌کنند (هکرمن،۱۹۹۷؛ کیم و همکاران،۲۰۰۹، پارل[۷]،۱۹۹۸). شبکه باور بیزی در موضوعات کاربردی استفاده شده است که شامل حمل‌ونقل (آلگینو و همکاران[۸]،۲۰۰۷). اکوسیستم و مدیریت زیست‌محیطی (آسیتلو[۹]،۲۰۰۷) ریسک نرم‌افزار (فن و یو[۱۰]،۲۰۰۴) این روش بر تئوری احتمال شرطی استوار است که برای اولین بار توسط توماس بیز در اواخر سده ۱۱۰۰ ارائه شد (آنالیتیکز[۱۱]،۲۰۰۴)، یک شبکه اعتقادی بیزین را می‌توان به دو بخش کیفی و کمی تقسیم کرد (ون درگز[۱۲]،۱۹۹۶) بخش کیفی این روش، یا اصطلاحاً یادگیری ساختاری نمایش گرافیکی استقلال و وابستگی حاکم بر متغیرهاست. بخش کمی، یا اصطلاحاً یادگیری پارامتریک وابستگی بین متغیرها را محاسبه می‌کند (لی و همکاران[۱۳]،۲۰۰۹) برای نمایش شدت و اثر ارتباطات ابتدا به گره‌هایی که فاقد گره والد

1. Salah, A., & Moselhi, O.
2. Raz, T., & Michael, E.
3.Han, S. H., & Diekmann, J. E.
4.Lyons, T., & Skitmore, M.
5.Heckerman, D.
6.Cheng, J., Greiner, R., Kelly, J., Bell, D., & Liu, W.
7.Pearl, J.
8.Ülengin, F., Önsel, Ş., Topçu, Y. I., Aktaş, E., & Kabak, Ö.
9.Uusitalo, L.
00.Fan, C.-F., & Yu, Y.-C.
11.Analytics, C. R.
22.Van Der Gaag, L. C.
33.Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G.

هستند، یا اصطلاحاً گره‌های ریشه‌ای نامیده می‌شوند، احتمال رخداد ریسک تخصیص داده می‌شود که به آن احتمال پیشین اطلاق می‌گردد. به‌کارگیری شبکه‌های اعتقادی بیزین در حوزه مدیریت ریسک و بحث‌های مرتبط آن در پروژه‌های عمرانی بر موضوعات زیر متمرکز بوده است: شبکه‌های اعتقادی جهت تشخیص عملکرد پروژه‌های ساخت (مکابو همکاران[1]،۱۹۹۸)، ارزیابی ریسک در پروژه‌های ساخت با ارائه مدل آنالیز ریسک زمان‌بندی پروژه (نصیر و همکاران[2]،۲۰۰۳)، آنالیز ریسک‌های قراردادی پروژه‌های ساخت با استفاده از استخراج نظر خبره و شبکه‌های بیزین (آدامز[3]،۲۰۰۶)، کمی سازی ریسک زمان‌بندی پروژه‌های ساخت با استفاده از شبکه‌های اعتقادی بیزین (لی و همکاران،۲۰۰۹)، کاربرد شبکه‌های اعتقادی بیزین جهت کمی سازی و نمایش مناطق در معرض ریسک جهت حفاظت از خاک (تولدرزبرگ[4]،۲۰۱۳) و آنالیز احتمالاتی ریسک آسیب به املاک موجود ناشی از حفاری تونل در مناطق مسکونی (وان و همکاران[5]،۲۰۱۴) رخداد برخی از ابعاد ریسک می‌تواند روی بعدهای دیگر تأثیر گذاشته و آنها را تشدید کند. گاهی اوقات نیز رخداد هم‌زمان چند فاکتور ریسک پیامد مشترک داشته و باید از جمع جبری اثرات آنها اجتناب کرد. استفاده از نمودارهای علت و تأثیر یکی از روش‌های مدیریت ریسک پروژه می‌باشد که این نمودار برای مدل‌سازی شرطی مناسب می‌باشد و روابط احتمالی بین ریسک‌ها که مشکل ساختن این ارتباط می‌باشد و تجزیه‌وتحلیل این روابط مبتنی بر شهود بسیار پیچیده می‌باشد. با توجه به اینکه یک شبکه باور بیزی یک نمودار علت و نتیجه را ایجاد می‌کند و تعیین روابط دارای پیچیدگی می‌باشد در این پژوهش با تلفیق معادلات ساختاری و شبکه باور بیزی، به ارائه روش تحلیل ریسک و ارزیابی تأثیر هم‌زمان ابعاد ریسک بر مبنای ساختار شکست ریسک روی اهداف پروژه پرداخته است.

در این پژوهش در جهت بهبود عملکرد پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان دو هدف شامل: ۱- تعیین شناسایی ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان ۲- ارائه مدل مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان مدنظر می‌باشد که با توجه به اهداف مطرح‌شده پرسش‌های این پژوهش به شرح ذیل است:

- ریسک‌های اجرای پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان کدام است؟
- ساختار شکست ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان چگونه است؟

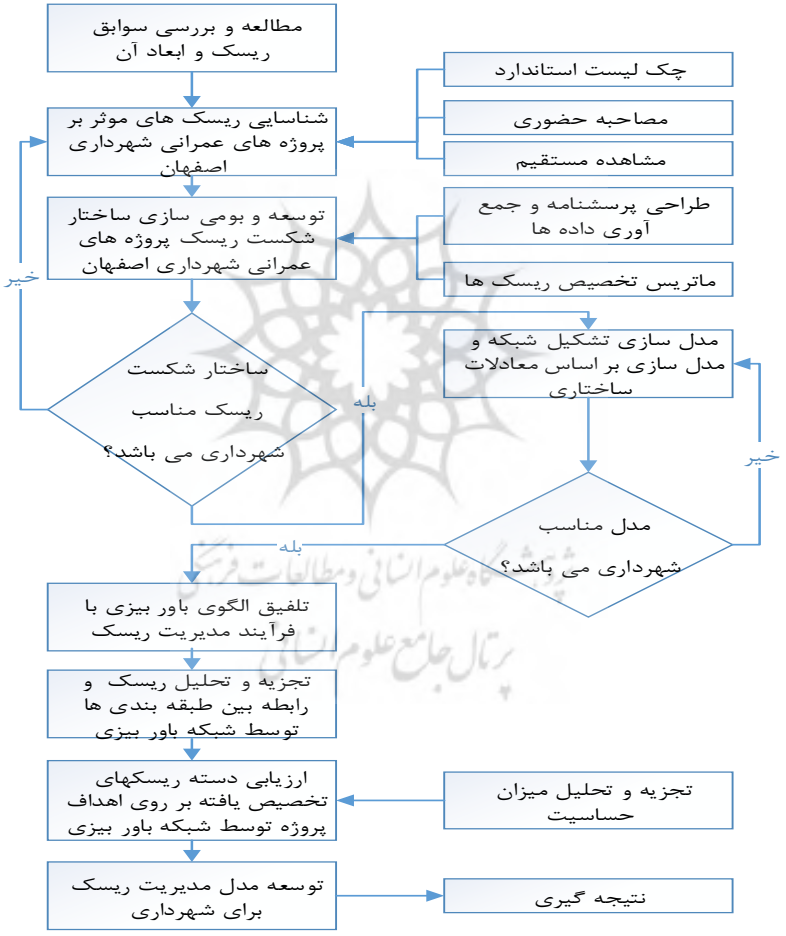
1.McCabe, B., AbouRizk, S. M., & Goebel, R.
2.Nasir, D., McCabe, B., & Hartono, L.
3.Adams, F. K.
4.Troldborg, M., Aalders, I., Towers, W., Hallett, P. D., McKenzie, B. M., Bengough, A. G., Hough, R. L
5.Wang, F., Ding, L., Luo, H., & Love, P. E.

≠ چه راهکارهایی جهت پیشگیری از بروز ریسک‌های پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان در مراحل مختلف انجام پروژه‌ها توصیه می‌شود؟

≠ مدل مدیریت ریسک در پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان کدام است؟

≠ اعتبار مدل ارائه‌شده از دیدگاه متخصصان چگونه است؟

با توجه به شکل ۱ مدل پژوهش بر اساس هدف پژوهش و مراحل اجرای مدیریت ریسک شامل شناسایی و طبقه‌بندی ریسک پروژه‌های عمرانی، مدل‌سازی و ارزیابی ریسک‌ها، کنترل و تحلیل حساسیت حاصل گردیده است.



شکل ۱: مدل پژوهش

Figure 1: Research model

ابزار و روش

این پژوهش برحسب هدف کاربردی و بر اساس شیوه اجرا و گردآوری داده‌ها، توصیفی پیمایشی از نوع همبستگی است. جامعه آماری این پژوهش را دو گروه زیر تشکیل می‌دهند:

۱. پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان در مناطق پانزده‌گانه

۲. مدیران مناطق، معاونین و مسئولین عمرانی، مسؤولین برنامه‌وبودجه و استادان و خبرگان شهری مرتبط

پس از تعریف موضوع و ابعاد آن از لابلای منابع در دسترس با توجه به اینکه شهرداری اصفهان که جزء کلان‌شهرهای استراتژیک ایران می‌باشد، به‌عنوان یکی از شهرداری‌های کلان کشور همه‌ساله حدود ۱۱۰۰ پروژه عمرانی در محلات پانزده گانه شهری را در دستور کار دارد. بدیهی است اجرای هم‌زمان این حجم از پروژه‌ها در مجموعه متراکم شهر اصفهان همواره با ریسک‌های متعدد روبه‌رو بوده و بعضاً به دلایلی دچار تغییر، تأخیر و یا تعطیلی می‌شود. شهرداری اصفهان، شامل یک شهرداری مرکزی و دارای هفت حوزه (معاونت) و پانزده منطقه شهری می‌باشد. مناطق شهرداری، وظیفه مدیریت، اجرا و سازماندهی پروژه‌ها را بر عهده داشته و شهرداری مرکزی و حوزه‌های شهری وظیفه هماهنگی، هدایت و راهبری پروژه‌ها مناطق را بر عهده دارد (پنجمین برنامه پنج‌ساله شهرداری اصفهان،۱۳۹۶؛ امیرحسین نادعلی و همکاران،۱۳۹۷) جهت انتخاب حجم نمونه از نمونه‌گیری هدفمند استفاده شده است که مطابق جامعه متخصص مرتبط با موضوع ۴۵ مدیر، معاون و مسئول مرتبط و متخصص انتخاب شدند که برای جمع‌آوری داده‌های مربوط به پژوهش، از سه پرسشنامه‌ای که توسط پژوهشگر طراحی گردید، استفاده شد. جهت اندازه‌گیری هر یک از گویه‌های پرسشنامه از طیف لیکرت استفاده شده است. جدول ۲ ساختار شکست ریسک پژوهش ارائه شده که متغیرهای اصلی مدل (سازه‌های سطح سوم ساختار شکست ریسک یا همان ابعاد ریسک) و شاخص‌های اهداف پروژه شامل هزینه، کیفیت، زمان و رضایت شهروندان، محدوده و ایمنی می‌باشد. هر یک از این متغیرها (ابعاد) توسط چند ریسک (پرسش) اندازه‌گیری شده‌اند. فرآیند انجام پژوهش به شرح ذیل می‌باشد:

≠ شناسایی ریسک: شناسایی ریسک فرآیند تعیین ریسک‌های مؤثر روی پروژه و مستندسازی خصایص آنهاست (روز[1]،۲۰۱۳). انواع طبقه‌بندی ریسک می‌تواند جهت سهولت در شناسایی و نیز نظم بخشیدن به ریسک‌های پروژه سودمند باشد، ارائه شده است که مطابق جدول ۱ ریسک‌های پروژه‌های عمرانی (ساختمانی) توسط پژوهشگران طبقه‌بندی شده‌اند.

1.Rose, K. H.

جدول ۱: طبقه‌بندی ریسک‌های پروژه‌های عمرانی از دیدگاه پژوهشگران

Table 1: Classification of construction project risks from the perspective of researchers

نویسنده Author	طبقه بندی ریسک Riskرده‌بندی	پروژه Project
ادوارد و بن[1] ۱۹۹۸	بعد طبیعی، سیستم آب‌وهوا، زمین، بعد انسانی، اجتماعی، سیاسی، اقتصادی، مالی، حقوقی، بهداشت، مدیریتی، فنی، فرهنگی	ساخت‌وساز مبتنی بر زمین
زو و همکاران[2] ۲۰۰۷	ریسک مشتریان ریسک طراحی، ریسک پیمانکار، ریسک تأمین‌کنندگان، ریسک دولت، مسائل خارجی	پروژه‌های ساختمانی در چین
دیکمن و همکاران[3] ۲۰۰۷	فنی، مدیریتی، منابع، بهره‌وری، طراحی، پرداخت، مشتری، پیمانکاران	پروژه ساختمانی بین‌المللی
السایق[4] ۲۰۰۸	ریسک مالک، ریسک طراحی، ریسک پیمانکار، ریسک قراردادها، ریسک تأمین‌کننده، ریسک سیاسی، ریسک فرهنگی، ریسک اقتصادی، ریسک طبیعی	صنعت ساخت‌وساز در امارات
لی و همکاران[5] ۲۰۰۹	طبیعی، سیاسی، حقوقی، اجتماعی، اقتصادی، مالی، فنی، مدیریتی	پروژه کشتی‌سازی
مروتو و ویلا[6] ۲۰۱۱	مدیریت ریسک پروژه، ریسک مهندسی، ریسک اجرا، ریسک تأمین‌کننده	عمران و توسعه
آگویری[7] ۲۰۱۲	فیزیکی، محیط‌زیست، طراحی، حمل‌ونقل، مالی، حقوقی، ساخت‌وساز، سیاسی، مدیریت	ساخت‌وساز ساختمان در کشورهای درحال‌توسعه
کو و لو ۲۰۱۳[8]	طراحی مهندسی، ساخت‌وساز، ایمنی ساخت‌وساز، مخاطرات طبیعی، اجتماعی و اقتصادی	پروژه متروپلیتن
خودیر و حمدی[9] ۲۰۱۵	سیاسی، اقتصادی، داخلی و خارجی	ساخت‌وساز در کشور مصر
چن و همکاران[10] ۲۰۱۷	سیاسی، اجتماعی، اقتصادی، اجرا، عملیاتی، قانون و مقررات	پروژه خط مترو هند به چین

1.Edwards, P. J., & Bowen, P. A.
2.Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J.
3.Dikmen, I., Birgonul, M. T., & Han, S.
4.El-Sayegh, S. M.
5.Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G
6.Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F.
7.Ugwoeri, J. C.
8.Kuo, Y.-C., & Lu, S.-T.
9.Khodeir, L. M., & Mohamed, A. H. M.
00.Chen, Z., Yuan, J., & Li, Q.

جدول ۲ در ارتباط با تدوین ساختار شکست می‌باشد که ابتدا با تحلیل ویژگی‌های داخلی و خارجی پروژه‌های موردبررسی، عدم قطعیت‌های مرتبط با پروژه‌های با دسته‌بندی پروژه‌های عمرانی حوزه‌های شهری (حمل‌ونقل و ترافیک، خدمات شهری، فرهنگی اجتماعی، عمران شهری، اداری مالی، شهرسازی و معماری) و بر اساس چرخه عمر حیات پروژه‌های شهرداری و مصاحبه با خبرگان دسته‌های مذکور شناسایی و توسط تکنیک دلفی و پرسشنامه دارایی اعتبار و شاکله شدند. سپس با بررسی ساختارهای شکست ریسک معرفی شده و مطالعات تطبیقی در خصوص انواع دسته‌بندی در ادبیات موضوع و درجه انطباق آنها با ویژگی‌ها و عدم قطعیت‌های شناسایی شده، ساختار شکست ریسک پروژه‌های شهرداری اصفهان در سه سطح ارائه شد، یکصد و بیست‌وهشت ریسک معمول در این طیف از پروژه‌ها در بیست‌ونه دسته در سطح سوم و سیزده دسته در سطح دوم شامل ریسک‌های (فنی، حقوقی، جمعیت شناختی، زیست‌شناختی، شرایط اقتصادی، سیاسی – قوانین و بین‌الملل – حقوقی – پدیدآوری – طراحی – تأمین اعتبار – تملک – اجرا – بهره‌برداری) و سه دسته در سطح اول طبقه بندی شدند. در این پژوهش با توجه به جدول ۱ برای دسته‌بندی ریسک‌ها، ترکیبی از سه روش چک لیست‌های استاندارد، نظر خبره و مشاهده ریسک در پروژه بکار گرفته شده است. برای این منظور با استفاده از چک‌لیست‌های استاندارد، مصاحبه حضوری با تعدادی از معاونین عمرانی مناطق شهرداری اصفهان و مشاهده مستقیم عوامل با توجه به تجربه حضور در اجرای پروژه، عوامل ریسک رصد شده و با توجه به دسته‌بندی‌های اشاره‌شده در جدول ۱ متناسب با فرآیند شهرداری طبقه‌بندی شده‌اند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۲: ساختار شکست ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان و کدینگ ریسک‌ها (محقق ساخته)

Table 2: Risk failure structure of Isfahan Municipality construction projects and risk coding (researcher made)

ساختار شکست ریسکRisk Breakdown Structure				
سطح ۰	سطح یک Level one	سطح دوم Second level	سطح سوم Third level	کدینگ ریسک‌ها Coding risks
ساختار شکست ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان Risk breakdown structure development projects Isfahan Municipality	داخلی Internal	فنی	ریسک حاصل از مدیریت مناطق شهرداری (کارفرما)	R1- 5
			ریسک حاصل از پیمانکار	R17-6
			ریسک حاصل از مشاور	R18- 23
			ریسک حاصل از ایمنی	R24- 29
	خارجی External	حقوقی	ریسک حاصل از معارضات	R30- 32
			ریسک حاصل از سازمان‌های خدماتی	R33- 42
		زیست محیطی	ریسک حاصل از بلاهای طبیعی در شهر	R43- 46
		شرایط اقتصادی	ریسک حاصل از بانک و مؤسسات مالی	R47- 52
			ریسک حاصل از درآمد پایدار و نقدی	R53- 54
			ریسک حاصل از رکود و تورم	R55- 56
			ریسک حاصل از بیمه و مالیات	R57- 60
		سیاسی	ریسک حاصل از توقعات شورای شهر	R61- 63
		قوانین و بین‌الملل	ریسک حاصل از توقعات شهرهای خواهرخوانده	R64- 65
			ریسک حاصل از نظام‌مهندسی	R66- 67
	مدیریت پروژه Project Management	پدیدآوری	ریسک حاصل از انجام مطالعات توجیهی	R68
			ریسک حاصل از تصویب پروژه (شورای سیاست‌گذاری)	R69- 70
		طراحی	ریسک حاصل از جمع‌آوری الزامات	R71- 78
			ریسک حاصل از طراحی فاز صفر	R79- 80
			ریسک حاصل از طراحی و تصویب طراحی فاز یک	R81- 87
			ریسک حاصل از طراحی و تصویب طراحی فاز دو	R88- 92
		تأمین اعتبار	ریسک حاصل از تعهد و تأمین اعتبار	R96-93
		تملک – آزادسازی	ریسک آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب	R97- 99
			ریسک آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها	R100- 105
		اجـرا	ریسک حاصل از مناقصات	R106- 108
			ریسک اجرایی حاصل از کارفرما	R109- 119
			ریسک اجرایی حاصل از پیمانکار (برمبنای ریسک عمرانی)	R120- 123
		بهره‌برداری	ریسک حاصل از تجهیز	R124- 125
			ریسک حاصل از بهره‌برداری	R126- 128

≠ ارزیابی ریسک‌ها توسط تکنیک شبکه باور بیزی: در این مرحله سطح ریسک‌های شناسایی شده تعیین می‌شود (کو[1]،۱۹۹۸)، مجموعه داده‌ها جهت تعیین معادلات ساختاری برای تحلیل مسیر و شبکه باور بیزی تعیین می‌شود. داده‌ها بر اساس روش توسط تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات خطا و آثار ریسک با وزن دهی توسط خبرگان به سه شاخص احتمال، اثر وقوع و کنترل‌پذیری ریسک‌ها به دست می‌آید. با توجه به جدول ۳ در این پژوهش استفاده از تکنیک تجزیه تحلیل حالات و اثر شکست ریسک به‌منظور رتبه‌بندی ریسک‌ها علاوه بر دو مقیاس احتمال و اثر ریسک از معیار سومی با عنوان" کنترل‌پذیری " استفاده می‌شود که می‌تواند تحلیل کیفی ریسک را دقیق‌تر نماید .در این تکنیک حاصل‌ضرب دو مقدار احتمال و اثر، ضریبی با عنوان" نمره ریسک "را تعیین می‌کند. پس از محاسبه نمره ریسک، معیار کنترل‌پذیری نیز بایستی تعیین گردد. این ضریب عبارت است از "توانایی کشف و ردیابی و درنتیجه کنترل یک ریسک به همراه زمان کافی برای یک برنامه‌ریزی اقتضایی به‌منظور پاسخگویی به ریسک". درنهایت با ضرب کردن مقدار شاخص کنترل‌پذیری در نمره ریسک، مقدار جدیدی تحت عنوان ضریب نمره اولویت ریسک‌پذیری به دست می‌آید (بهرامی و همکاران[2]،۲۰۱۲) و هر ریسکی که نمره اولویت ریسک‌پذیری آن بالاتر باشد در اولویت بالاتری قرار می‌گیرد (کربن و تیپت[3]،۲۰۰۴). داده‌های به‌دست‌آمده با استفاده از ماتریس ریسک برای اعمال در شبکه بیزی به دست می‌آید آروناج و همکاران و گری گزارش می‌دهند که ریسک ناشی از وقوع یک رویداد نامطلوب با استفاده از معادله (۱) می‌باشد (آرنج و همکاران[4]،۲۰۱۳؛ رضایی و همکاران[5]،۲۰۰۷):

$$RMT \cong P * E * C \qquad (۱)$$

در این پژوهش ابتدا تعریف جداول مقیاس برای پارامترهای شدت اثر، احتمال وقوع و کنترل‌پذیری و در گام بعدی شناسایی ریسک و اهداف پروژه‌های عمرانی در گام بعدی امتیازدهی و رتبه‌بندی می‌شوند طبق جدول ۳ بر اساس عدد نمره اولویت ریسک‌پذیری محاسبه‌شده بر اساس

1.Kuo, C.
2.Bahrami, M., Bazzaz, D. H., & Sajjadi, S. M
3.Carbone, T. A., & Tippett, D. D.
4.Arunraj, N., Mandal, S., & Maiti, J.
5.Rezaie, K., Amalnik, M. S., Gereie, A., Ostadi, B., & Shakhseniaee, M.

اعمال وزن در شاخص‌های مدنظر می‌باشد. با توجه به اینکه این روش به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روش‌های ابتکاری پیشگیرانه در طول مراحل یک سیستم، فرایند، محصول یا خدمات معرفی شده است که پی احتمال یک نتیجه نامطلوب و تأثیر مقدار از دست دادن ارزش می‌باشد. دامنه عدم قطعیت در هر پروژه ساخت‌وساز ساختمانی (عمرانی) قابل‌توجه می‌باشد و بسیاری از فعالیت‌های مدیریت پروژه در این رابطه با چرخه عمر پروژه تبیین می‌شود (چاپمن و وارد[1]،۲۰۰۲)

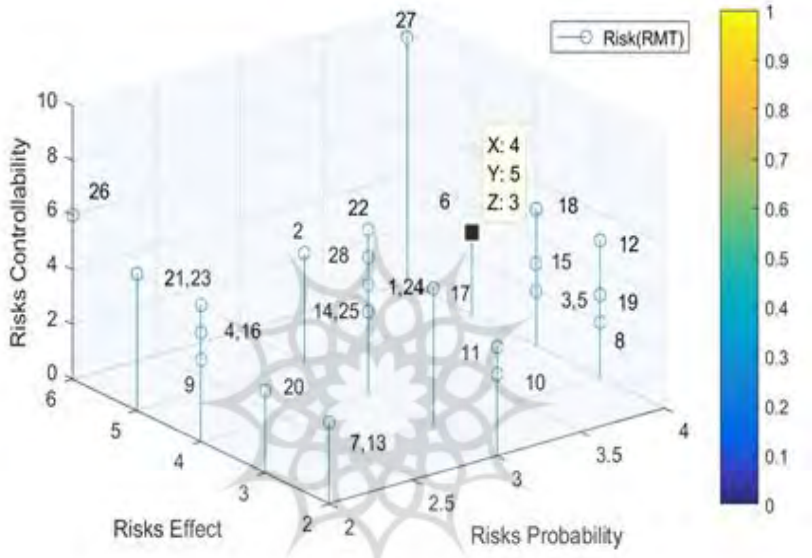
جدول ۳: ارزیابی دسته‌های ریسک با استفاده از ماتریس پذیرش ریسک

Table 3: Assessment of risk categories using risk acceptance matrix

دسته‌های ریسک Risk categories	شاخص Indicator		دسته ریسک Risk category	کنترل‌پذیری Controllability	تأثیر ریسک Impact	احتمال ریسک Possibility
	RMT	RT				
ریسک حاصل از مدیریت مناطق شهرداری (کارفرما)	47	13	R2	4	4	3
ریسک حاصل از پیمانکار	49	14	R2	4	5	3
ریسک حاصل از مشاور	28	14	R2	2	4	4
ریسک حاصل از ایمنی	28	6	R1	4	4	2
ریسک حاصل از معارضات	31	16	R2	2	4	4
ریسک حاصل از سازمان‌های خدماتی	57	19	R2	3	5	4
ریسک حاصل از بلاهای طبیعی در شهر	14	5	R1	3	2	2
ریسک حاصل از بانک و مؤسسات مالی	25	14	R2	2	3	4
ریسک حاصل از درآمد پایدار و نقدی	29	9	R1	3	4	2
ریسک حاصل از رکود و تورم	15	6	R1	3	2	3
ریسک حاصل از بیمه و مالیات	25	6	R1	4	2	3
ریسک حاصل از توقعات شورای شهر	55	11	R2	5	3	4
ریسک حاصل از توقعات شهرهای خواهرخوانده	10	3	R1	3	2	2
ریسک حاصل از نظام‌مهندسی	26	10	R2	3	4	3
ریسک حاصل از انجام مطالعات توجیهی	52	15	R2	3	4	4
ریسک حاصل از تصویب پروژه (شورای سیاست‌گذاری)	32	8	R1	4	4	2
ریسک حاصل از جمع‌آوری الزامات	48	10	R2	5	3	3
ریسک حاصل از طراحی فاز صفر	80	15	R2	5	4	4
ریسک حاصل از طراحی و تصویب طراحی فاز یک	32	13	R2	3	3	4
ریسک حاصل از طراحی و تصویب طراحی فاز دو	15	5	R1	3	3	2
ریسک حاصل از تعهد و تأمین اعتبار	37	7	R1	5	4	2

1.Chapman, C., & Ward, S.

ریسک آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب	79	14	R2	6	4	3
ریسک آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها	42	8	R1	5	5	2
ریسک حاصل از مناقصات	43	10	R2	4	4	3
ریسک اجرایی حاصل از کارفرما	41	12	R2	3	4	3
ریسک اجرایی حاصل از پیمانکار (برمبنای ریسک عمرانی)	65	10	R2	6	6	2
ریسک حاصل از تجهیز	204	22	R3	9	6	4
ریسک حاصل از بهره‌برداری	52	10	R2	5	4	3



شکل ۲: ماتریس سه‌بعدی احتمال، اثر و کنترل‌پذیری دسته‌های ریسک

Figure 2: Three-dimensional matrix of probability, impact and control of risk categories

جدول ٤: احتمالات شرطی متغیرها با توجه به استراتژی‌های مطرح

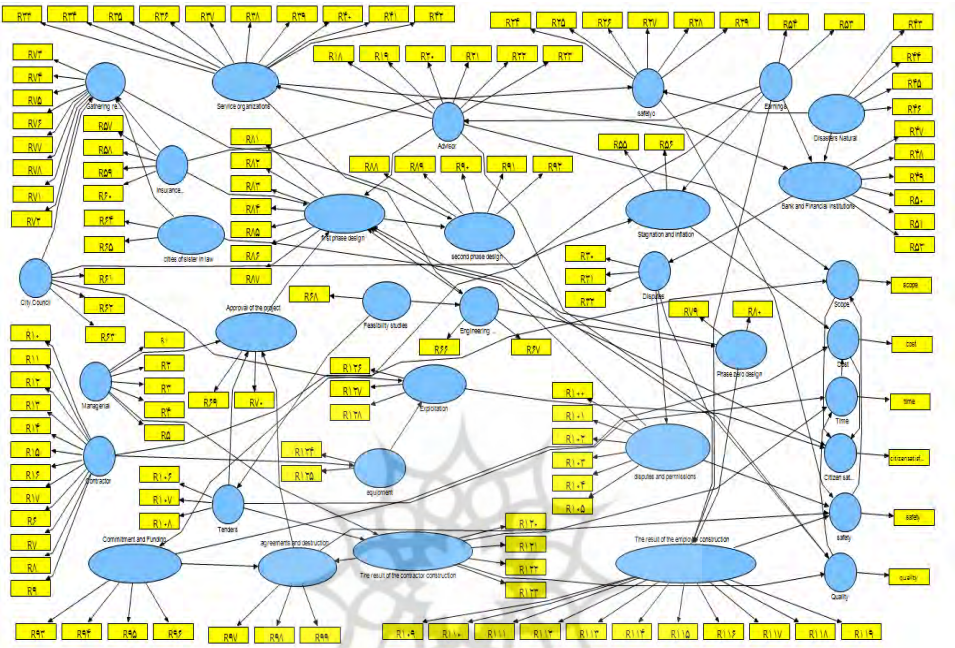
Table 4: Conditional probabilities of variables according to the proposed strategies

رتبه Rank	دسته ریسک Risk category	درصد بیزین Percent of Bayesian	دسته‌بندی category	اقدام و استراتژی مربوطه Relevant action and strategy
1-9	R1	25	قابل‌قبول	حفظ و مدیریت ریسک Risk maintenance and management
10-20	R2	55	نامطلوب	تلاش برای جلوگیری، کاهش یا انتقال ریسک Trying to avoid, reduce or transfer risk
21-45	R3	بیشتر از 55	غیرقابل‌قبول	ریسک مربوطه باید حذف یا انتقال یابد The risk should be eliminated or transferred

با توجه به جدول ۴ ریسک‌های بحرانی در محدوده ۲۱ تا ۴۵ می‌باشند و اعداد به‌دست‌آمده از سه شاخص احتمال، اثر و کنترل‌پذیری از جدول ۲ و تشکیل ماتریس سه‌بعدی شکل ۲ می‌توان برای دسته‌های ریسک در یک نما وضعیت ریسک‌ها را بررسی نمود که دسته ۲۷، ریسک حاصل از تجهیز در حالت بحرانی قرار گرفته و ۱۰ دسته ریسک قابل‌قبول و ۱۷ دسته در حالت نامطلوب قرار گرفته‌اند.

≠ تشکیل شبکه معادلات ساختاری: در این مرحله به اعتبار سنجی مدل و سازه‌ها و تحلیل مسیر علت و اثر سازه‌ها به یکدیگر می‌پردازیم. بدین منظور ساخت شبکه بیزین پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان ابتدا باید نحوه تأثیر ریسک‌ها و ابعاد آن (سطح سوم ساختار شکست ریسک) به دست آید؛ به‌عبارت‌دیگر باید مشخص گردد کدام‌یک از ابعاد ریسک‌ها روی یکدیگر تأثیر می‌گذارند. ممکن است دو عامل ریسک هیچ اثری روی‌هم نداشته باشند بنابراین پیکانی بین آنها ترسیم نمی‌گردد. همچنین ممکن است ارتباط بین دو عامل ریسک ضعیف باشد و از این ارتباط صرف‌نظر می‌شود و پیکانی بین این دو عامل ریسک ترسیم نمی‌گردد. برای تصمیم‌گیری در خصوص ارتباط یا عدم ارتباط بین ابعاد ریسک پروژه‌های عمرانی برای این منظور با استفاده از پرسشنامه از روش ضریب همبستگی پیرسون رابطه‌ها به‌دست‌آمده با توجه به نظر خبرگان پروژه‌های شهری صحت سنجی شده و رابطه‌ها را وارد مدل معادلات ساختاری توسط نرم‌افزار پی آل اس شده است که با توجه به شاخص‌های مطرح‌شده در معادلات ساختاری مدل ۱ – بررسی نرمال بودن ابعاد اصلی پژوهش از آزمون کولموگروف اسمیرنف استفاده گردید مقدار سطح معناداری در تمامی متغیرهای سطح سوم ساختار شکست ریسک پروژه‌های عمرانی بالاتر از ۰/۰۵ بوده و بنابراین مورد تأیید قرار می‌گیرند. ۲– شاخص آلفای کرونباخ با توجه به اینکه کلیه متغیرها دارای مقادیر بالاتر ۰/۷ می‌باشند ابعاد ریسک دارای قابلیت اطمینان می‌باشند. ۳– آزمون SSE/SSO شاخص اعتبار اشتراک را نشان می‌دهد که مثبت می‌باشد و لذا مدل اندازه‌گیری کیفیت مناسب دارد.۴– بررسی ضریب تعیین R^2 را می‌توان نتیجه گرفت که ضریب تعیین مدل با ضریب ۰,۷۸۹ مطلوب می‌باشد. ۵– برای برازش کلی مدل از شاخص GOF می‌توان نتیجه گرفت که برازش کلی با ضریب ۰,۷۵۳ تأیید می‌گردد ۶– تعیین اعتبار به کمک روش آلفای کرونباخ برای کل مدل که بعد از تکمیل تعداد ۴۵ پرسشنامه، آلفای کرونباخ پرسشنامه‌ها از طریق نرم‌افزار اس پی اس اس محاسبه شده و **مقدار** آن ۰,۹۳۱ حاصل شده است که بیانگر درجه اعتماد و ثبات در سنجش موضوع

است. نتیجه، اعتبار پرسشنامه تأیید شده است. مطابق شکل ۳ با توجه به تحلیل انجام یافته و کیفیت بالای مدل ارائه شده ساختار کلی شبکه اعتقادی بیزین طبق شکل ۴ به دست آمد.



شکل ۳: ضرایب عاملی و ضریب مسیر مدل پژوهش در معادلات ساختاری نرم‌افزار PLS

Figure 3: Factor analysis and structural equation modeling software path coefficient model in PLS

≠ تعیین احتمالات شرطی و آنالیز ریسک شبکه باور بیزی: شبکه باور بیزین به‌صورت گرافیکی، نموداری علت و معلولی را شکل می‌دهد که کاربرد آن را می‌توان در مدیریت ریسک با توجه به چرخه بازخورد به کار گرفت (Uusitalo, L.[1]، ۲۰۰۷). بر این اساس رابطه شرطی با برآورد احتمال ریسک در رابطه علت و نتیجه را به‌صورت بصری نمایش می‌دهد. با توجه به مدل‌سازی معادلات ساختاری و نتایج قابل‌قبول مدل شکل ۳ را بر اساس گره‌های فرزند و والد وارد نرم‌افزار طبق شکل ۴ نموده که هر گره فرزند دارای والد (هایی) است و یک جدول (شکل ۵) احتمال شرطی تخصیص داده می‌شود. جهت پر کردن اعداد جدول احتمالات شرطی می‌توان از دو طریق داده‌های تاریخی و نظر خبره اقدام کرد. اشکال داده‌های تاریخی این است که برخی از

1.Uusitalo, L.

پروژه‌های خاص و غیرمتعارف دارای ماهیت پیچیده و عدم قطعی‌های فراوانی هستند و درنتیجه نمی‌توان از تجربیات پروژه‌های پیشین بهره چندانی برد. در این پژوهش از ترکیب داده‌های پیشین و نظر خبرگان منجر به توصیف دقیق‌تری از احتمال رخداد ریسک می‌گردد استفاده شده است. در زیر مزایای اصلی شبکه‌های اعتقادی بیزین آورده شده است.

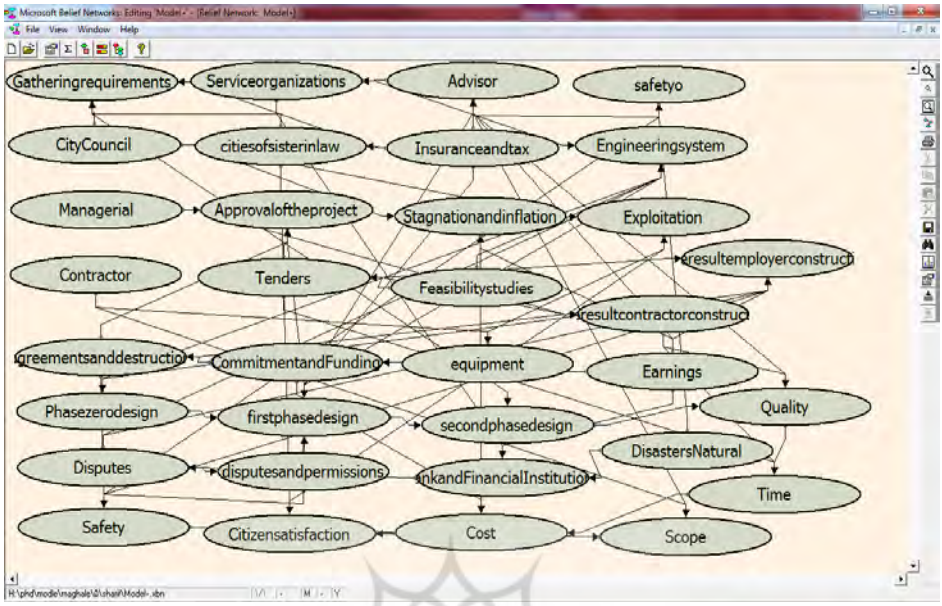
در این مرحله احتمال شرطی ریسک‌ها و دسته‌های آن محاسبه می‌گردد. با تکمیل مرحله معادلات ساختاری و شکل‌گیری ساختار شبکه اعتقادی بیزین، مرحله تعیین میزان وابستگی بین گره‌ها آغاز می‌شود. این وابستگی‌ها به‌صورت احتمالاتی هستند و با استفاده ازنظر خبرگان و استراتژی پاسخ به ابعاد ریسک به دست می‌آیند. برای این کار ابتدا احتمالات پیشین ابعاد ریسک بدون والد (ریسک‌های ریشه‌ای) تعیین می‌گردد. رخداد این ریسک‌ها ناشی از ریسک‌های دیگر نیست و از آن‌ها تأثیر نمی‌گیرند. در گام بعد احتمالات پسین گره‌های فرزند با توجه به رخداد گره‌های والد با استفاده از احتمالات شرطی به دست می‌آید. برای این کار از ۱۵ خبره خواسته شد تا احتمال رخداد ابعاد ریسک را با فرض وقوع ریسک‌های مختلف تعیین کنند.

مدل مبتنی بر الگوی باور بیزی توسط نرم‌افزار MSNBX در شکل ۴ ارائه شده است که هر متغیر مبتنی بر چهار ویژگی می‌باشد ۱- نام متغیر-۲ وضعیت متغیر ۳- روابط آن با متغیرهای دیگر ۴- جدول داده (احتمالات) هر متغیر در ساختار شکست ریسک با توجه به استراتژی‌های کنترل ریسک بر روی اهداف پروژه در سه حالت قرار می‌گیرند که طبق جدول ۴ آورده شده است. برای به دست آوردن طبقه بندی پذیرش دسته‌های ریسک با توجه به جدول ۵ از ماتریس طبقه بندی ریسک که حاصل‌ضرب تأثیر در احتمال به دست می‌آید.

جدول ۵: ماتریس طبقه بندی پذیرش ریسک برای شبکه باور بیزی

Table 5: Classification of risk matrix for Bayesian belief network

درجه اهمیت ریسک Degree of importance of risk	میزان تأثیر ریسک بر اهداف پروژه‌های عمرانی The impact of risk on the objectives of construction projects				
احتمال وقوع	Very High9	High7	Medium5	Low3	Very Low1
Very High5	45	35	25	15	5
High4	36	28	20	12	4
Medium3	27	21	15	9	3
Low2	18	14	10	6	2
Very Low1	9	7	5	3	1



شکل ٤: شبکه باور بیزی سطح سوم ساختار شکست ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان خروجی نرم‌افزار MSBNX

Figure 4: Bayesian belief network is the third level of risk breakdown structure software development projects Isfahan Municipality output MSBNX

به همین ترتیب برای همه ریسک‌های دارای والد جدول احتمالات شرطی تعیین می‌گردد. در گام بعد اطلاعات در نرم‌افزار MSBNX واردشده و آنالیز ریسک انجام می‌شود. شکل ۵ برای گره‌های ریسک سه حالت ۰ تا ۲۵ درصد و ۲۵ تا ۵۵ درصد و بیشتر از ۵۵ درصد تعریف شده است.

Assessment (Model: Model0, Node: Exploitation)

Parent Node(s)		Exploitation			
equipment	CityCouncil	R1	R2	R3	bar charts
R1	R1	20.0	63.0	17.0	
	R2	18.0	62.0	20.0	
	R3	16.0	60.0	24.0	
R2	R1	14.0	75.0	11.0	
	R2	12.0	73.0	15.0	
	R3	10.0	72.0	18.0	
R3	R1	8.0	70.0	22.0	
	R2	5.0	67.0	27.0	
	R3	3.0	65.0	32.0	

شکل ٥: جدول داده‌های کامل برای متغیر خروجی " دسته ریسک بهره‌برداری پروژه

Figure 5: Full data table for the output variable "category risk exploitation projects

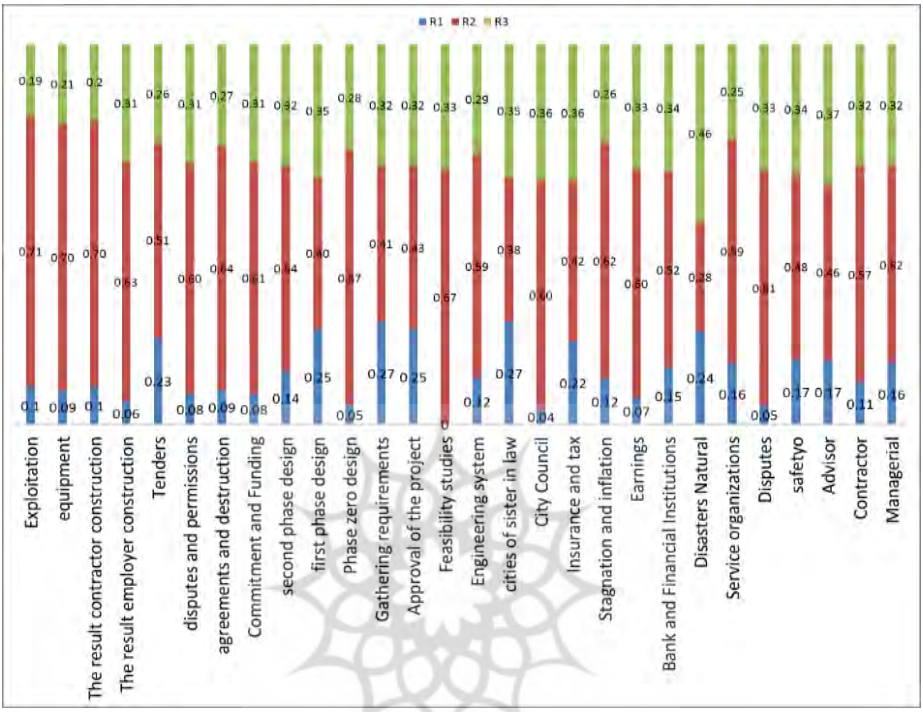
≠ کنترل و ارزیابی ریسک‌ها: مقادیر ریسک که بر روی اهداف پروژه تأثیر می‌گذارد اندازه‌گیری می‌شود و در شبکه باور بیزی به روش تحلیل حساسیت ریسک‌ها و دسته‌های مهم مشخص و کنترل می‌گردند. کنگری و ریگز مدل‌های سیستماتیک آنالیز ریسک را به دو دسته تقسیم کردند: مدل‌های کلاسیک (به‌عنوان‌مثال آنالیز احتمال و شبیه‌سازی مونت کارلو) و مدل‌های مفهومی (به‌عنوان‌مثال آنالیز مجموعه‌های فازی). آن‌ها مدعی شدند مدل‌های احتمالاتی دو نقیصه بزرگ دارند. اول آنکه برخی از مدل‌ها مستلزم داده‌های کمی مفصل هستند که معمولاً در زمان برنامه‌ریزی در دسترس نیستند، و دوم آنکه، اجرای این‌گونه مدل‌ها روی فرآیند آنالیز ریسک پروژه‌های واقعی دارای محدودیت است، زیرا گروه‌های شرکت‌کننده در پروژه‌ها مشکلی با عنوان تصمیم‌گیری دقیق را دارند. علت آن این است که مسائل به‌صورت روشن تعریف نمی‌شوند و مبهم هستند، بنابراین افراد برای این منظور به ارزیابی‌های ذهنی نیاز دارند که مدل‌های کلاسیک قادر به انجام آن نیستند (کانگری[1]،۱۹۸۹) شبکه باور بیزین را می‌توان به‌عنوان تلفیقی از دو روش بالا قلمداد کرد. شبکه باور بیزی می‌تواند شرایط تغییریافته را محاسبه نماید و تغییرات احتمال معیارها را در یکدیگر محاسبه نماید. شبکه‌های اعتقادی بیزین سیستم‌های خبره احتمال محور هستند که عدم – قطعیت را با بهره‌گیری از تئوری احتمال و وابستگی شرطی مدل‌سازی می‌کنند (مکابی و همکاران[2]،۱۹۹۸) در خصوص مشکل اول ازآنجاکه در این روش برای تخصیص احتمالات علاوه بر داده‌های تاریخی از نظرات خبرگان نیز می‌توان استفاده کرد، بنابراین نیاز به پایگاه مفصلی از داده‌ها نیست. روش الگوی باور بیزین این قابلیت را دارد که وقتی داده‌های تجربی کافی وجود ندارد فرآیند تصمیم‌گیری را تقویت می‌کنند (تلدرزبرگ و همکاران[3]،۲۰۱۳) در خصوص مشکل دوم با توجه به درنظرگرفتن عدم قطعیت از طریق استخراج نظر خبرگان (همانند آنچه در روش مجموعه‌های فازی از طریق متغیرهای زبانی انجام می‌شود) بر این نقیصه نیز می‌توان فائق آمد. فرآیند آنالیز ریسک در این پژوهش با توجه به اینکه گره‌های شبکه که در حکم ابعاد ریسک پروژه‌ها هستند، شکل ۵ احتمالات شرطی با استفاده از نظرات خبرگان تخصیص داده شد و اطلاعات در نرم‌افزار MSBNX بارگذاری گردید و دارای قابلیت ایجاد، دستکاری و ارزیابی مدل‌های احتمالی بیزین را داراست. در این نرم‌افزار هر مدل به شکل یک دیاگرام یا گراف نمایش و محاسبه داده

1.Kangari, R., & Riggs, L. S.

2.McCabe, B., AbouRizk, S. M., & Goebel, R.

3.Troldborg, M., Aalders, I., Towers, W., Hallett, P. D., McKenzie, B. M., Bengough, A. G., Hough, R. L.

شده، شکل ۶ به‌عنوان یک رویکرد تکمیل‌کننده در آنالیز و مدیریت ریسک، آنالیز حساسیت صورت گرفت تا میزان حساسیت دسته‌های ریسک تعیین شود.



شکل ٦: نتایج ارزیابی ریسک برای تمامی گره‌های دسته ریسک پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان بر روی اهداف پروژه خروجی نرم‌افزار MSBNX

Figure 6: The results of the risk assessment for all nodes in the risk category of municipal construction projects on project objectives MySQL Pro MSBNX

≠ تحلیل حساسیت: گام نهایی در مدل ریسک به روش الگوی باور بیزین تحلیل حساسیت می‌باشد که کمک می‌کند ریسک‌های مهم و تأثیرگذار در اهداف پروژه تعیین گردند. با استفاده از این تکنیک می‌توان نشان داد تغییر در کمیت ریسک‌های مختلف به چه میزان با تغییر در اهداف پروژه در ارتباط است (روز[1]،۲۰۱۳). در این قسمت، تحلیل حساسیت در یک سناریو انجام شده است: در این سناریوی، برای مقایسه میزان حساسیت رضایت شهروندان نسبت به یک دسته ریسک منتخب (بهره‌برداری پروژه)، احتمالات حالت‌های ۰ تا ۲۵ درصد و ۲۵ تا ۵۵

1.Rose, K. H.

درصد و بیشتر از ۵۵ درصد جدول ۶ در سه حالت مختلف نشان داده شده است. وضعیت اول همان وضعیت پایه‌ای است که در آن اطلاعات "قطعی" در خصوص هیچ‌یک از متغیرها در دست نیست، مقادیر این حالت در قسمت قبل به دست آمد. در سه وضعیت بعدی، به ازای حالت رخداد حتمی حفظ و مدیریت ریسک (R1 احتمال ۱۰۰٪) و حالت ۸ رخداد حتمی جلوگیری، کاهش یا انتقال ریسک (R2 احتمال ۱۰۰٪) و حالت رخداد حتمی حذف یا انتقال ریسک (R3 احتمال ۱۰۰٪) میزان احتمال رخداد احتمالات حالت‌های ۰ تا ۲۵ درصد و ۲۵ تا ۵۵ درصد و بیشتر از ۵۵ درصد برای گره رضایت شهروندان محاسبه شد. جدول ۷، همان‌طور که مشاهده می‌شود ناحیه R1 تقریباً 17 درصد تغییرات داشته است و میزان نوسان مقادیر دو ناحیه ۲ R و R3 به ازای تغییرات احتمال رخداد ریسک بهره‌برداری حدود ۵٪ است. می‌توان این کار را برای دیگر ریسک‌ها نیز انجام داد و بین اثرگذاری ریسک‌های مختلف روی پنج هدف خاص دیگر مقایسه انجام داد. این یافته می‌تواند به مدیران جهت تصمیم‌های مناسب در اولویت‌بندی اهمیت عوامل مختلف برای افزایش رضایت شهروندان کمک‌کننده باشد.

جدول ٦: حساسیت اهداف پروژه‌های عمرانی در حالت پایه بر اساس ماتریس پذیرش ریسک

Table 6: Sensitivity of the objectives of construction projects in the basic state based on the risk acceptance matrix

اهداف Targets	استراتژی‌ها strategies		
	R1	R2	R3
زمان Time	0.27	0.49	0.24
هزینه Cost	0.26	0.63	0.11
کیفیت Quality	0.32	0.39	0.29
محدوده scope	0.20	0.39	0.41
رضایت شهروندان Citizen satisfaction	0.39	0.36	0.25
ایمنیSafety	0.22	0.54	0.24

جدول ۷: حساسیت هدف رضایت شهروندان نسبت به تغییر در مقادیر احتمال رخداد ریسک بهره‌برداری پروژه
Table 7: The purpose of satisfying citizens' sensitivity to changes in levels of probability of risk exploitation projects

رخداد و عدم رخداد حتمی ریسک عدم بهره‌برداری Non-occurrence of certain events and the risk of exploitation	رضایت شهروندان ۱ R	رضایت شهروندان R2	رضایت شهروندان R3
وضعیت پایه Basic status	0.39	0.36	**0.25**
رخداد حتمی حفظ و مدیریت ریسک The occurrence of certain protection and risk management	0.68	0.19	**0.13**
رخداد حتمی جلوگیری، کاهش یا انتقال ریسک Certain events to prevent, reduce or transfer risk	0.41	0.40	**0.19**
رخداد حتمی حذف یا انتقال ریسک Remove certain event or risk transfer	0.14	0.31	**0.55**

پس از تحلیل حساسیت و تعیین ریسک‌های بحرانی و نامطلوب، باید برای واکنش به آن برنامه‌ریزی کرد تا در صورت وقوع، نسبت به رفع آن ریسک اقدام شود.

تحلیل و تفسیر نتایج

در این پژوهش سعی بر آن بود تا بررسی تحلیلی مؤلفه‌های ساختار شکست ریسک شامل مشاور، تصویب پروژه، بانک و مؤسسات مالی، شورای شهر، تعهد و تأمین اعتبار، پیمانکار، بلاهای طبیعی، معارضات، درآمد، نظام‌مهندسی، ریسک حاصل از بهره‌برداری، انجام مطالعات توجیهی، جمع‌آوری الزامات، بیمه و مالیات، مدیریتی، طراحی فاز صفر، سازمان‌های خدماتی، رکود و تورم، مناقصات، ریسک اجرایی حاصل از پیمانکار، آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب، شهرهای خواهرخوانده و آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها بر عملکرد کلی اهداف پروژه‌های عمرانی شامل رضایت شهروندان، هزینه، زمان، کیفیت، محدوده و ایمنی با استفاده از شبکه باور بیزین بررسی شود. باتوجه به تحلیل‌های صورت‌گرفته و بر اساس مقدار (t) تأثیر ریسک‌های حاصل از دستهٔ مشاور بر اهداف پروژه‌ها، ریسک‌های حاصل از دستهٔ سازمان‌های خدماتی بر طراحی فاز صفر، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بلاهای طبیعی بر آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مشاور بر طراحی فاز صفر، ریسک‌های حاصل از دستهٔ درآمد بر طراحی

فاز صفر، ریسک‌های حاصل از دسته سازمان‌های خدماتی بر نظام‌مهندسی، ریسک‌های حاصل از دسته آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب بر تصویب پروژه، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مشاور بر نظام‌مهندسی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ درآمد بر نظام‌مهندسی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ اجرایی پیمانکار بر تصویب پروژه، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مناقصات بر آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مناقصات بر ریسک اجرایی حاصل از پیمانکار، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مدیریتی بر آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بلاهای طبیعی بر بانک و مؤسسات مالی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ پیمانکار بر ریسک حاصل از تجهیز، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بلاهای طبیعی بر معارضات، ریسک‌های حاصل از دسته مدیریتی بر ریسک اجرایی حاصل از پیمانکار، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بانک و مؤسسات مالی بر آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها، ریسک‌های حاصل از دستهٔ معارضات بر آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بیمه و مالیات بر ایمنی شهرهای خواهرخوانده بر جمع‌آوری الزامات، ریسک‌های حاصل از دستهٔ شورای شهر بر رکود و تورم، ریسک‌های حاصل از دستهٔ اجرایی پیمانکار بر آزادسازی حاصل از توافقات و تخریب، ریسک‌های حاصل از دستهٔ شورای شهر بر جمع‌آوری الزامات، ریسک‌های حاصل از دستهٔ شورای شهر بر ریسک حاصل از بهره‌برداری، ریسک‌های حاصل از دستهٔ نظام‌مهندسی بر طراحی فاز صفر، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بلاهای طبیعی بر ایمنی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ درآمد بر سازمان‌های خدماتی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ طراحی و تصویب طراحی فاز ۱ بر طراحی و تصویب طراحی فاز ۲، ریسک‌های حاصل از دستهٔ درآمد بر مشاور، ریسک‌های حاصل از دستهٔ مشاور بر سازمان‌های خدماتی، ریسک‌های حاصل از دستهٔ بانک و مؤسسات مالی بر معارضات، بیشتر از ۱/۹۶ و معنادار بوده‌اند و با توجه به اینکه مقدار تی– ولیو آنها کمتر از ۱/۹۶ است، معنادار نبودند و تأثیر آنها تأیید نشد. همان‌طور که مشخص است، بر اساس ضرایب مسیر، در سطح سوم ساختار شکست ریسک مشخص شد ریسک‌های حاصل از دستهٔ مشاور بر اهداف پروژه‌ها، طراحی فاز صفر پروژه‌ها، نظام‌مهندسی و سازمان‌های خدماتی تأثیر دارد و بیشترین تأثیر به ریسک‌های حاصل از دستهٔ پیمانکار بر ریسک حاصل از تجهیز، مشاور بر سازمان‌های خدماتی، بانک و مؤسسات مالی بر معارضات، معارضات بر آزادسازی حاصل از معارضات و مجوزها، طراحی و تصویب طراحی فاز ۱ بر طراحی و تصویب طراحی فاز ۲ مربوط می‌شود. رومینا و ممیزان (۱۳۹۴) طی پژوهش خود با عنوان «انواع ریسک در پروژه‌های نوسازی و بازسازی بافت‌های فرسودهٔ شهری،

مطالعهٔ موردی: طرح مجد مشهد» بیان می‌کنند ریسک‌های نقش‌آفرین در بازسازی بافت فرسودهٔ طرح مجد عبارت‌اند از: ریسک‌های مالی و اقتصادی، فنی، اجتماعی، سیاسی و زیست‌محیطی. پس از تجزیه‌وتحلیل، ریسک مالی و اقتصادی دارای بیشترین میزان اثرگذاری و ریسک زیست‌محیطی دارای کمترین میزان ریسک در پروژهٔ مربوط است. نتایج این پژوهش با مطالعهٔ حاضر همسو بوده است؛ همچنین نصیرپور و همکاران (۱۳۹۵) در طی پژوهش خود با نام «شناسایی و رتبه‌بندی ریسک‌های پروژهٔ عمرانی بر اساس ابعاد پایداری با استفاده از تصمیم‌گیری چند شاخصه فازی» به این نتیجه رسیدند که مسألهٔ پایداری توجه به ریسک‌های بُعد زیست‌محیطی و اجتماعی در پژوهش‌ها کمتر وارد شده است

جانینگ و همکاران[1] (۲۰۱۷) در پژوهشی با نام «بهبود ارزیابی و تحلیل ریسک‌های امکان‌سنجی مالی پروژه‌های مهندسی و بین‌المللی» عنوان می‌کنند که تمرکز بر پارامترهایی از قبیل درآمد، فروش و انتظارات منجر به بهبود ارزیابی ریسک پروژه‌ها می‌شود و این تحقیق در واقع به همان نقش و تأثیر ریسک‌های مالی که در مطالعهٔ حاضر جزو ریسک‌های تأییدشده است، اشاره دارد.

شیا و همکاران[2] (۲۰۱۳) طی پژوهش خود با عنوان «ارزیابی قابلیت مدیریت ریسک پیمانکاران در پروژه‌های مترو در کشور چین» مطرح می‌کنند قابلیت مدیریت ریسک پیمانکار می‌تواند در حد مابین و متوسط باشد؛ بااین‌حال، نگرش پیمانکاران مدیریت ریسک نسبتاً کمتر از ریسک حاصل از بهره‌برداری پروژه است. در مطالعهٔ حاضر نیز بیشترین تأثیر را ریسک‌های حاصل از دسته‌های پیمانکار به خود اختصاص داده‌اند.

زو و همکاران[3] (۲۰۰۷) در مطالعهٔ خود ریسک‌های اجرای پیمانکار را دارای بیشترین تأثیر می‌دانند که در پژوهش حاضر نیز جزء ریسک‌های تأییدشده است. در مطالعهٔ چن و همکاران[4] (۲۰۱۷) بیشترین تأثیر به ریسک‌های سیاسی و مرحلهٔ اجرا متعلق است که با نتایج پژوهش حاضر همخوانی دارد.

این بدان معناست که استقرار نظام مدیریت ریسک در پروژه‌ها مستقیماً سبب بهبود اهداف پروژه‌ها خواهد شد و پروژه‌ها به‌منظور بهبود شاخص‌های اهداف، شامل حداقل زمان، بالاترین کیفیت، محدودهٔ مناسب، ایمنی بالا، کمترین هزینه و ارتقای رضایت شهروندان، مدنظر قرار گیرند.

1.Junying Liu, Feng Jin, Qunxia Xie, Martin Skitmore
2.Shiyu Mu a, Hu Cheng, Mohamed Chohr, Wei Peng
3.Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J.
4. Chen, Z., Yuan, J., & Li, Q.

در مطالعهٔ دیگری با عنوان «ارزیابی و رتبه‌بندی ریسک‌های ایمنی پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان» که بُعد ایمنی را با تکنیک تاکسونومی و رویکرد ساختار شکست ریسک بررسی کرده، نتیجه‌گیری شده است که باتوجه به فاکتورهای ریسک به‌دست‌آمده در پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان، ریسک‌های ایمنی بسیار اهمیت دارند و بهبود ایمنی در پروژه‌های شهری همچنان یکی از اولویت‌های اصلی کلان‌شهرها محسوب می‌شود؛ همچنین این ریسک‌ها با در نظر گرفتن اثراتشان به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم روی اهداف پروژه تأثیر می‌گذارند (نادعلی و همکاران، ۱۳۹۷). مطالعهٔ حاضر با نتایج این پژوهش نیز در یک راستا قرار دارند.

در پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان نیز راه‌حل‌هایی به نظر می‌رسد که به شرح زیر ارائه می‌گردد:

- دسته ریسک بانک و مؤسسات مالی – راه‌حل: فروش اوراق مشارکت و پرداخت کارفرما مطابق انتظارات و جریان نقدینگی – استفاده از بانک داخلی و طرف قرارداد شهرداری
- دسته ریسک نظام‌مهندسی – راه‌حل: تدوین فرآیند و بسترسازی قوانین نظام‌مهندسی در شهرداری
- دسته مشاور – راه‌حل: استفاده از مشاوران با رتبه‌های مناسب و رزومه قوی در پروژه.
- دسته معارضات – راه‌حل: تهیه از بیلت معارضات جامع شهری قبل از ورود به مراحل اجرا پروژه‌ها
- دسته طراحی فاز صفر و یک – راه‌حل: در نظر گرفتن ضریب تاخیرات پروژه برای واحد طراحی – واگذاری طرح‌های به پیمانکاران خارجی
- دسته اجرای حاصل از پیمانکار و کارفرما – راه‌حل: عدم استفاده از پیمانکاران لیست سیاه– مذاکره با چندین پیمانکار مورد تأیید به‌صورت موازی
- دسته مناقصات – راه‌حل: تدوین فرآیند شیوه انجام کار به‌صورت انواع مناقصه و محدود شدن ترک تشریفات
- دسته کارفرما و پیمانکار – راه‌حل: صدور معرفی‌نامه از طرف کارفرما برای پیمانکار–ارائه شیوه‌نامه تأمین مصالح استاندارد
- دسته جمع‌آوری الزامات و مطالعات توجیهی – راه‌حل: صدور فرم مستندسازی پروژه با تعیین کلیه اطلاعات پروژه– الصاق سند مطالعات موضوعی پروژه
- دسته توافقات – راه‌حل: زمان‌بندی املاک در مسیر پروژه جهت توافق و تخریب– استفاده از شیوه تملک به‌صورت کلید به کلید

≠ دسته شورای شهر –راه‌حل: تشکیل کمیته‌های نظارتی شورای در پروژه‌ها – کاهش نقش تصدی‌گری در حوزه اجرای پروژه

≠ دسته بهره‌برداری – راه‌حل: تعیین نیازسنجی شهروندی در خصوص بهره برداری–تدوین ضمانت اجرایی پیمانکار جهت تحویل به‌موقع پروژه

≠ دسته تجهیز پروژه – راه‌حل: پیش‌نیازی مراحل قبل از اتمام پروژه در خصوص تجهیز در برنامه زمان‌بندی – ارائه تجهیز توسط پیمانکار تأمین‌کننده– اتخاذ تمهیداتی جهت انبار کالا و تجهیزات موردنیاز پروژه.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش در خصوص پروژه‌های عمرانی شهرداری اصفهان و نیز روش تحلیل ریسک اهداف پروژه‌ها با استفاده از شبکه باور بیزین متمرکز است. در همین راستا ابتدا در خصوص ویژگی‌های این‌گونه پروژه‌ها بحث شده و ریسک‌های مهم آنها شناسایی شده است. ریسک‌های متداول شناسایی شده می‌توانند به‌عنوان یک‌پایه برای پژوهش‌های بعدی استفاده شوند. در گام بعد از دسته‌بندی ریسک‌ها و تعیین ساختار شکست ریسک توسط تکنیک تجزیه‌وتحلیل حالات خطا و آثار ریسک دسته‌های ریسک رتبه‌بندی گردید و با استفاده از تلفیق معادلات ساختاری و شبکه باور بیزین تحلیل ریسک انجام شده و میزان حساسیت به‌دست‌آمده است. برای این منظور فرآیند تحلیل ریسک در سه مرحله توسعه‌یافته است: ابتدا ارزیابی ارتباطات علت – اثر توسط معادلات ساختاری و تحلیل مسیر انجام شده و با استفاده از آن ساختار کلی شبکه بیزین پروژه شکل گرفته است و سپس با استفاده از نظرات خبرگان و پرسشنامه احتمالات شرطی رخداد ریسک‌های مختلف و نحوه اثرگذاری آنها روی همدیگر به‌دست‌آمده است. این اطلاعات به‌عنوان داده‌های ورودی در نرم‌افزار MSBNX وارد شده و تحلیل ریسک انجام گرفته است. یافته‌های این بخش حاکی از آن است که در حالت پایه در سه استراتژی کنترل ریسک اهداف دارای احتمالات تقریباً یکسان می‌باشند که این نشان از کارایی بالای روش شبکه‌های اعتقادی بیزین در آنالیز ریسک پروژه‌ها بر اهداف می‌باشد.

تقدیر و تشکر

نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند ازمعاونت برنامه‌ریزی و توسعه سرمایه انسانی ومدیریت پژوهشی شهرداری اصفهان که درراستایی این پژوهش مشارکت داشته‌اند،سپاسگزاری نماید.

تعارض منافع: نویسندگان هیچ‌گونه تعارض منافعی برای اعلام ندارند.

References

Adams, F. K. (2006). Expert elicitation and Bayesian analysis of construction contract risks: an investigation. Construction Management and Economics, 24(1), 81-96.

Analytics, C. R. (2004). Inc. About Bayesian belief networks. Cam bridge: Charles River Analytics: Inc, 1-14.

Arunraj, N., Mandal, S., & Maiti, J. (2013). Modeling uncertainty in risk assessment: an integrated approach with fuzzy set theory and Monte Carlo simulation. Accident Analysis & Prevention, 55(3), 242-255.

Assaf, S., Hassanain, M. A., & Al-Zahrani, S. (2015). Causes of Contractors. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 9(3), 158-164.

Baccarini, D., & Archer, R. (2001). The risk ranking of projects: a methodology. International Journal of Project Management, 19(3), 139-145.

Bahrami, M., Bazzaz, D. H., & Sajjadi, S. M. (2012). Innovation and improvements in project implementation and management; using FMEA technique. Procedia-Social and Behavioral Sciences, 41, 418-425.

Carbone, T. A., & Tippett, D. D. (2004). Project risk management using the project risk FMEA. Engineering Management Journal, 16(4), 28-35.

Chapman, C., & Ward, S. (2002). Managing project risk and uncertainty: A constructively simple approach to decision making: John Wiley & Sons, 1-512.

Chapman, R. J. (2001). The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. International Journal of Project Management, 19(3), 147-160.

Chen, Z., Yuan, J., & Li, Q. (2017). Financing risk analysis and case study of Public-private partnerships infrastructure project. Paper presented at the

Proceedings of the 20th International Symposium on Advancement of Construction Management and Real Estate, 9(35), 405-416.

Cheng, J., Greiner, R., Kelly, J., Bell, D., & Liu, W. (2002). Learning Bayesian networks from data: an information-theory based approach. Artificial intelligence, 137(1-2), 43-90.

Del Cano, A., & de la Cruz, M. P. (2002). Integrated methodology for project risk management. Journal of Construction Engineering and Management, 128(6), 473-485.

Dikmen, I., Birgonul, M. T., & Han, S. (2007). Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. International Journal of Project Management, 25(5), 494-505.

Edwards, P. J., & Bowen, P. A. (1998). Risk and risk management in construction: a review and future directions for research. Engineering, Construction and Architectural Management, 5(4), 339-349.

El-Sayegh, S. M. (2008). Risk assessment and allocation in the UAE construction industry. International Journal of Project Management, 26(4), 431-438.

Fan, C.-F., & Yu, Y.-C. (2004). BBN-based software project risk management. Journal of Systems and Software, 73(2), 193-203.

The fifth five-year plan of Isfahan Municipality with a Strategic Approach (2017). Assistance Planning Research and Information Technology, Revision 1, 2, 3 and 4 Isfahan 1400(In Persian).

Nadali Jelokhani, A. H., Agha Davood, S. R., Karbassian, M., & Abdul Baghi, A. M. (2018). A model for Measuring the Effect of Risk Breakdown Structure on the Purpose of the Construction Projects of Isfahan Municipality by Structural Equations Approach. Urban Economics, 3(1), 97-116. (In Persian).

Nadali Jelokhani A H, Agha Davood S R, Karbassian M, Abdul Baghi A M. Evaluating and Ranking Safety Risks of Isfahan Municipality Construction

Projects Using Taxonomic Techniques and Risk Breakdown Structure Approach. ohhp. 2018; 2(2) :89-102(In Persian).

Han, S. H., & Diekmann, J. E. (2001). Approaches for making risk-based go/no-go decision for international projects. Journal of Construction Engineering and Management, 127(4), 300-308.

Heckerman, D. (1997). Bayesian networks for data mining. Data mining and knowledge discovery, 1(1), 79-119.

Joslin, R., & Müller, R. (2015). Relationships between a project management methodology and project success in different project governance contexts. International Journal of Project Management, 33(6), 1377-1392.

Junying Liu, Feng Jin, Qunxia Xie, Martin Skitmore .(2017). Improving risk assessment in financial feasibility of international engineering projects: A risk driver perspective. International Journal of Project Management 35(2), 204–211.

Kangari, R., & Riggs, L. S. (1989). Construction risk assessment by linguistics. IEEE transactions on engineering management, 36(2), 126-131.

Khaksar, M., shafei, r., & Visi, B. a. (2009). Recognition the risk roots in constructional projects and the methods of their management. (A case study).Scientific Journal Management System, 2(4(7)), 139-160. (In Persian).

Kendrick, T. (2009). Identifying and Managing project Risk: Essential Tools for Failure-Proofing Your Project. New York, 1-357.

Khodeir, L. M., & Mohamed, A. H. M. (2015). Identifying the latest risk probabilities affecting construction projects in Egypt according to political and economic variables. From January 2011 to January 2013. HBRC Journal, 11(1), 129-135.

Kim, S.-Y., Van Tuan, N., & Ogunlana, S. O. (2009). Quantifying schedule risk in construction projects using Bayesian belief networks. International Journal of Project Management, 27(1), 39- 50.

Kuo, Y.-C., & Lu, S.-T. (2013). Using fuzzy multiple criteria decision making approach to enhance risk assessment for metropolitan construction projects. International Journal of Project Management, 31(4), 602-614.

Lechler, T. G., & Dvir, D. (2010). An alternative taxonomy of project management structures: linking project management structures and project success. IEEE transactions on engineering management, 57(2), 198-210.

Lee, E., Park, Y., & Shin, J. G. (2009). Large engineering project risk management using a Bayesian belief network. Expert Systems with Applications, 36(3), 5880-5887.

Lyons, T., & Skitmore, M. (2004). Project risk management in the Queensland engineering construction industry: a survey. International Journal of Project Management, 22(1), 51-61.

McCabe, B., AbouRizk, S. M., & Goebel, R. (1998). Belief networks for construction performance diagnostics. Journal of Computing in Civil Engineering, 12(2), 93-100.

Mousavi, S. M., Tavakkoli-Moghaddam, R., Azaron, A., Mojtahedi, S., & Hashemi, H. (2011). Risk assessment for highway projects using jackknife technique. Expert Systems with Applications, 38(5), 5514-5524.

Mustafa, M. A., & Al-Bahar, J. F. (1991). Project risk assessment using the analytic hierarchy process. IEEE transactions on engineering management, 38(1), 46-52.

Nasir, D., McCabe, B., & Hartono, L. (2003). Evaluating risk in construction–schedule model (ERIC–S): construction schedule risk model. Journal of Construction Engineering and Management, 129(5), 518-527.

Nieto-Morote, A., & Ruz-Vila, F. (2011). A fuzzy approach to construction project risk assessment. International Journal of Project Management, 29(2), 220-231.

Pearl, J. (1988). Probabilistic reasoning in intelligent systems: Networks of plausible inference. morgan kauffman pub, 1-552.

Raz, T., & Michael, E. (2001). Use and benefits of tools for project risk management. International Journal of Project Management, 19(1), 9-17.

Rezaie, K., Amalnik, M. S., Gereie, A., Ostadi, B., & Shakhseniaee, M. (2007). Using extended Monte Carlo simulation method for the improvement of risk management: Consideration of relationships between uncertainties. Applied Mathematics and Computation, 190(2), 1492-1501.

Rose, K. H. (2013). A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)-Fifth Edition. Project management journal, 44(3), 1-616.

Romina,E.,Momizan,A.(2015).Risks in projects of modernization and reconstruction of old urban tissue Case Study: Mashhad Majd project. territory, 12(47), 81-92(In Persian).

Salah, A., & Moselhi, O.(2016). Risk identification and assessment for engineering procurement construction management projects using fuzzy set theory. Canadian Journal of Civil Engineering, 43(5), 429-442.

Shen, L., Wu, G. W., & Ng, C. S. (2001). Risk assessment for construction joint ventures in China. Journal of Construction Engineering and Management, 127(1), 76-81.

Shiyu Mu a, Hu Cheng, Mohamed Chohr, Wei Peng (2013).Assessing risk management capability of contractors in subway projects in mainland China .International Journal of Project Management, 32(3), 452-460.

Simister, S. J. (1994). Usage and benefits of project risk analysis and management. International Journal of Project Management, 12(1), 5-8.

Tchankova, L. (2002). Risk identification–basic stage in risk management. Environmental Management and Health, 13(3), 290-297.

Termini, M. J. (1999). Strategic project management: Tools and techniques for planning, decision making, and implementation: Society of Manufacturing Engineers.

Troldborg, M., Aalders, I., Towers, W., Hallett, P. D., McKenzie, B. M., Bengough, A. G., . . . Hough, R. L. (2013). Application of Bayesian Belief Networks to quantify and map areas at risk to soil threats: Using soil compaction as an example. Soil and Tillage Research, 132, 56-68.

Ugwoeri, J. C. (2012). A holistic survey of risk management in building construction project. Paper presented at the Proceedings of 4th West Africa Built Environment Research (WABER) Conference, 24À26 July, Abuja, Nigeria.

Ülengin, F., Önsel, Ş., Topçu, Y. I., Aktaş, E., & Kabak, Ö. (2007). An integrated transportation decision support system for transportation policy decisions: The case of Turkey. Transportation Research Part A: Policy and Practice, 41(1), 80-97.

Uusitalo, L. (2007). Advantages and challenges of Bayesian networks in environmental modelling. Ecological modelling, 203(3-4), 312-318.

Van Der Gaag, L. C. (1996). Bayesian belief networks: odds and ends. The Computer Journal, 39(2), 97-113.

Wang, F., Ding, L., Luo, H., & Love, P. E. (2014). Probabilistic risk assessment of tunneling-induced damage to existing properties. Expert Systems with Applications, 41(4), 951-961.

Williams, T. (1993). Risk-management infrastructures. International Journal of Project Management, 11(1), 5-10.

Zavadskas, E. K., Turskis, Z., & Tamošaitiene, J. (2010). Risk assessment of construction projects. Journal of civil engineering and management, 16(1), 33-46.

Zou, P. X., Zhang, G., & Wang, J. (2007). Understanding the key risks in construction projects in China. International Journal of Project Management, 25(6), 601-614.