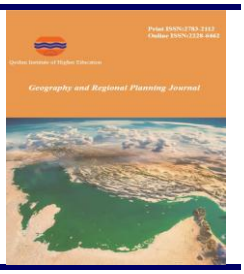
Iranian Association of Geopolitical

Geography and Regional Planning

ISSN (Print): 2783-2112 - ISSN (Online): 2228-6462

Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/



Comparative analysis of construction project delivery methods using artificial neural networks in the context of urban construction geography

Moein Pashaian[1], Babak Fazli Malidareh[1], Seyedeh Mona Tabandeh[2]

1. partment of Civil Engineering, Sari Branch, Islamic Azad University, Sari, Iran. Email: lawmaghleandtarjome@yahoo.com
2. Department of Civil Engineering, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran. Email: jjaaxd54@gmail.com
3. Department of Civil Engineering, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran. Email: sadeghhrazavi234@gmail.com

ARTICLEINFO

Article type:
Research Paper

Article history:
Received: July 7, 2025
Revised: September 28, 2025
Accepted: June 15, 2026
Published: June 15, 2026

Keywords:
Artificial neural network, Cronbach' s alpha test, data mining ,algorithms

Abstract

The main purpose of this research was to present an artificial neural network (ANN) model for the relationship between organizational characteristics and construction project delivery methods. The present research was developmental research in terms of its purpose, applied in terms of its achievement or result, and descriptive-survey in terms of its data collection method. The statistical population was 360 people and the sample size was 354 people using a random sampling method. The validity of the research was face-content, and Cronbach's alpha test was used for the reliability of the research. In order to analyze the data, artificial neural network data mining algorithms were used using Rapid miner software. According to the results, the artificial neural network (ANN) model has the ability to predict the correct method of delivery of construction projects based on organizational characteristics. Also, the contribution of organizational characteristics in predicting the correct method of delivery of construction projects using the artificial neural network model is different. Also, the accuracy of the artificial neural network model is higher compared to other data mining models.

How to cite: Pashaian, M, Fazli Malidareh, B and Tabandeh, S M . (2026). Comparative analysis of construction project delivery methods using artificial neural networks in the context of urban construction geographyGeography and Regional Planning, 16(63).73-95. https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.527069.4295

© Author(s) retain the copyright and full publishing rights
DOI: https://doi.org/10.22034/jgeoq.2026.527069.4295

Publisher: Qeshm Institute of Higher Education

Introduction

The construction industry, as one of the most critical economic sectors in Iran, allocates a significant portion of the national budget to civil projects; however, it consistently suffers from low productivity, cost overruns, and extended project timelines. One of the primary reasons for these persistent challenges is the lack of a systematic and data-driven approach to selecting appropriate project delivery methods (PDMs). While various delivery systems—such as Design-Build (DB), Construction Management (CM), Multiple Prime, EPC, BOT, and traditional lump-sum or unit-price contracts—are available, their effectiveness largely depends on organizational characteristics including managerial capabilities, financial resources, contextual infrastructure, energy optimization strategies, and human resource expertise. Unfortunately, in many cases, project delivery methods are selected arbitrarily or based on routine practices rather than on an objective alignment with organizational attributes, leading to poor performance, increased risks, and failure to meet project objectives. Moreover, although Building Information Modeling (BIM) has been recognized globally as a transformative approach to improving construction efficiency, its successful implementation in Iran has been hampered by the mismatch between delivery methods and BIM requirements. Given the complexity and nonlinear relationships between organizational specifications and project delivery outcomes, traditional statistical models fall short in providing accurate predictions. Therefore, this study aims to develop an Artificial Neural Network (ANN) model to establish a predictive framework that links organizational characteristics to the optimal project delivery method. By employing data mining algorithms, specifically ANN within the Rapid Miner environment, this research seeks to identify the most influential organizational factors and to compare the predictive accuracy of ANN against other classification models. The ultimate goal is to provide construction practitioners and decision-makers with a reliable tool for selecting the most appropriate delivery method, thereby enhancing project efficiency, reducing costs, and improving overall performance in the Iranian construction sector.

Methodology

This research adopts a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative techniques to develop and validate an Artificial Neural Network (ANN) model for predicting construction project delivery methods based on organizational characteristics. The study is developmental-applied in nature and employs a descriptive-survey design for data collection. In the qualitative phase, a comprehensive literature review was conducted to identify 35 initial organizational indicators across five dimensions: managerial, financial, contextual, energy optimization, and human resources. These indicators were then refined and validated using a two-round Delphi technique with a panel of 15 experts, applying the Content Validity Ratio (CVR) and one-sample t-tests (with a significance level of $p < 0.05$) to ensure content validity and consensus. Indicators with CVR values below 62% or non-significant t-test results were eliminated, resulting in 29 final validated indicators. In the quantitative phase, a researcher-developed questionnaire based on a 5-point Likert scale was administered to a statistical population of 360 construction specialists in the province, from which a sample of 354 respondents was selected through simple random sampling using Cochran's formula. The questionnaire's reliability was confirmed through Cronbach's alpha coefficient, with all constructs exceeding the acceptable threshold of 0.70. For data analysis, descriptive statistics (frequency, mean, standard deviation) and inferential statistics were employed, with the core predictive modeling performed using Artificial Neural Network (ANN) algorithms within the Rapid Miner software environment. The ANN architecture was configured as a multi-layer perceptron (MLP) with one hidden layer containing six neurons and a sigmoid activation function. To evaluate the model's

performance, the dataset was split into training and testing subsets, and the predictive accuracy of the ANN was compared against other data mining algorithms, including Naïve Bayes, Decision Tree, Random Forest, and Support Vector Machine (SVM). Model performance was assessed based on classification accuracy, and the relative contribution of each organizational characteristic to the prediction was determined through the analysis of connection weights in the trained neural network. This comprehensive methodology enables both the identification of key organizational predictors and the development of a robust predictive tool for optimizing project delivery method selection in the Iranian construction industry.

Results and Discussion

The findings of this study demonstrate that the developed Artificial Neural Network (ANN) model effectively predicts the appropriate construction project delivery method based on organizational characteristics, achieving an overall classification accuracy of 76.42%. The optimal network architecture was identified as a multi-layer perceptron with one hidden layer containing six neurons and a sigmoid activation function, which outperformed all other data mining algorithms tested. Specifically, the ANN's predictive accuracy significantly exceeded that of Naïve Bayes (48.11%), Decision Tree (26.42%), Random Forest (13.21%), and Support Vector Machine (SVM) (13.21%), confirming the superiority of neural network-based approaches for this complex, nonlinear classification problem. The results also revealed that organizational characteristics contribute differently to the prediction of delivery methods, with the financial dimension demonstrating the highest relative importance, followed sequentially by managerial, contextual, energy optimization, and human resource factors. This differential contribution underscores that financial stability and management capabilities are the most critical determinants in selecting appropriate project delivery systems, while human resource factors, although significant, play a comparatively lesser role. The validation process through the Delphi technique successfully reduced the initial 35 indicators to 29 validated variables, all of which met the statistical significance criteria ($p < 0.05$) and CVR thresholds above 62%, ensuring the robustness and content validity of the measurement framework. Furthermore, the model's ability to correctly predict delivery methods for approximately 77 out of every 100 construction projects highlights its practical utility as a decision-support tool for project managers and organizational leaders. The superior performance of the ANN can be attributed to its capacity to capture the complex, non-linear interactions among organizational variables—a capability that traditional statistical methods and simpler machine learning algorithms lack. These findings align with previous research emphasizing the importance of aligning project delivery methods with organizational capabilities and contextual factors, while also extending the literature by providing a quantifiable, predictive framework tailored to the Iranian construction industry. The results suggest that organizations with stronger financial resources and robust managerial structures are better positioned to adopt more integrated and complex delivery methods such as Design-Build (DB) or EPC, whereas those with limited capabilities may benefit from simpler approaches like unit-price or lump-sum contracts. Additionally, the study highlights the critical role of energy optimization and contextual infrastructure as emerging factors influencing delivery method selection, reflecting the growing emphasis on sustainability and technological readiness in modern construction practices. The comparative analysis of different data mining models confirms that the ANN approach offers the highest reliability and accuracy, making it a valuable tool for evidence-based decision-making in project management. However, the model's accuracy, while promising, indicates that there remains room for improvement through the incorporation of additional organizational and project-specific variables, as well as through the application of hybrid algorithms or ensemble methods. Overall, the results provide strong empirical

evidence supporting the use of ANN as an effective predictive instrument for optimizing project delivery method selection, thereby contributing to enhanced project efficiency, reduced cost overruns, and improved overall performance in the construction sector.

Conclusion

This study successfully developed and validated an Artificial Neural Network (ANN) model to predict appropriate construction project delivery methods based on organizational characteristics within the Iranian construction industry. The findings conclusively demonstrate that the ANN model, with a multi-layer perceptron architecture comprising one hidden layer and six neurons, achieves a predictive accuracy of 76.42%, significantly outperforming other data mining algorithms including Naïve Bayes, Decision Tree, Random Forest, and Support Vector Machine. The research confirms that organizational characteristics substantially influence the selection of project delivery methods, with financial, managerial, contextual, energy optimization, and human resource factors contributing differentially to the prediction—financial and managerial dimensions exhibiting the greatest impact. Through a rigorous two-round Delphi process, 29 validated indicators were established across five organizational dimensions, ensuring the robustness and content validity of the measurement framework. The practical implications of this research are considerable: the proposed ANN model provides project managers, organizational leaders, and construction practitioners with a reliable, evidence-based decision-support tool for selecting optimal delivery methods, thereby mitigating risks of cost overruns, schedule delays, and project failures that have historically plagued the Iranian construction sector. Moreover, the findings underscore the necessity of aligning project delivery systems with organizational capabilities and contextual factors, particularly emphasizing the growing importance of energy optimization and technological infrastructure in contemporary construction practices. For future research, it is recommended that this model be applied to diverse construction organizations and project datasets to further validate its generalizability, while hybrid algorithms and ensemble methods should be explored to enhance predictive accuracy beyond the current 76.42%. Additionally, incorporating project-specific variables such as project size, complexity, geographic location, and stakeholder dynamics could further refine the model's predictive power. Ultimately, this research contributes to the body of knowledge by bridging the gap between organizational theory and construction project management, offering a quantifiable, systematic approach to one of the most critical decisions in the project lifecycle—the selection of the appropriate delivery method. The successful application of ANN in this context paves the way for broader adoption of artificial intelligence and data mining techniques in construction management, promoting efficiency, sustainability, and performance excellence in the built environment.

Ethical considerations

Following the principles of research ethics

The authors have observed the principles of ethics in conducting and publishing this scientific research, and this is confirmed by all of them.

Data Availability Statement

Data available on request from the authors.

Acknowledgements

First author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Second author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Third author: Preparation of samples, conducting experiments and collecting data, performing calculations, statistical analysis of data, analysis and interpretation of information and results, preparing a draft of the article.

Ethical Considerations

The authors affirm that they have adhered to ethical research practices, avoiding plagiarism, misconduct, data fabrication or falsification, and have provided their consent for this article's publication.

Funding

This research was conducted without any financial support from Payam Noor University.

Conflict of Interest

The authors declare no conflict of interest

فصلنامه جغرافیا و برنامه ریزی منطقه ای

شاپا چاپی: ۶۴۶۲- ۲۲۲۸ شاپا الکترونیکی: ۲۱۱۲ -۲۷۸۳

Homepage: https://www.jgeoqeshm.ir/

انجمن ژئوپلیتیک ایران

تحلیل تطبیقی روش‌های تحویل پروژه‌های ساختمانی با بهره‌گیری از شبکه عصبی مصنوعی در بستر جغرافیای ساخت‌وساز شهری

معین پاشائیان[۱]، بابک فضلی مالیدره[۲]✉، سیده منا تابنده[۳]

۱. دانشجوی دکتری، دانشکده فنی و مهندسی، واحد ساری، دانشگاه آزاد اسلامی، ساری، ایران. رایانامه: samaneh.zangeneh@iau.ac.ir

۲. استادیار گروه مهندسی عمران، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. رایانامه: efatemi@iau.ac.ir

۳. استادیار گروه عمران، واحد بابل، دانشگاه آزاد اسلامی، بابل، ایران. رایانامه: a.tahmasebi1981@iau.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله: مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۱۶

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۷/۷

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۳/۲۵

تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۳/۲۵

کلیدواژه ها:

شبکه عصبی مصنوعی آزمون آلفا کرونباخ الگوریتم های داده کاوی

چکیده

هدف اصلی از انجام این تحقیق ارائه یک مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) برای ارتباط مشخصات سازمان و روش‌های تحویل پروژه‌های ساختمانی بوده است. پژوهش حاضر بر حسب هدف از نوع تحقیقات توسعه‌ای و بر حسب دستاورد یا نتیجه تحقیق از نوع کاربردی و از لحاظ روش گردآوری اطلاعات توصیفی- پیمایشی بوده است. جامعه آماری به تعداد ۳۶۰ نفر و حجم نمونه با استفاده از روش نمونه‌گیری تصادفی به تعداد۳۵۴ نفر انتخاب گردید. روایی تحقیق مورد نظر صوری-محتوایی و برای پایایی تحقیق از آزمون آلفا کرونباخ استفاده شده است. به منظور تجزیه و تحلیل داده ها از الگوریتم‌های داده کاوی شبکه عصبی مصنوعی به کمک نرم افزار Rapid miner انجام گرفت. با توجه به نتایج، مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) توانایی پیش بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی را بر اساس مشخصات سازمان دارد. و همچنین، سهم مشخصه‌های سازمانی در پیش بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی متفاوت است. و همچنین دقت مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با سایر مدل‌های داده کاوی بالاتر می‌باشد.

استناد: پاشائیان، معین، فضلی مالیدره، بابک و تابنده، سیده منا . (۱۴۰۵). تحلیل تطبیقی روش‌های تحویل پروژه‌های ساختمانی با بهره‌گیری از شبکه عصبی مصنوعی در بستر جغرافیای ساخت‌وساز شهری. جغرافیا و برنامه ریزی منطقه‌ای، ۱۶(۶۳). ۷۳-۹۵. DOI: 10.22034/jgeoq.2026.527069.4295.

ناشر: موسسه آموزش عالی قشم

© نویسندگان.

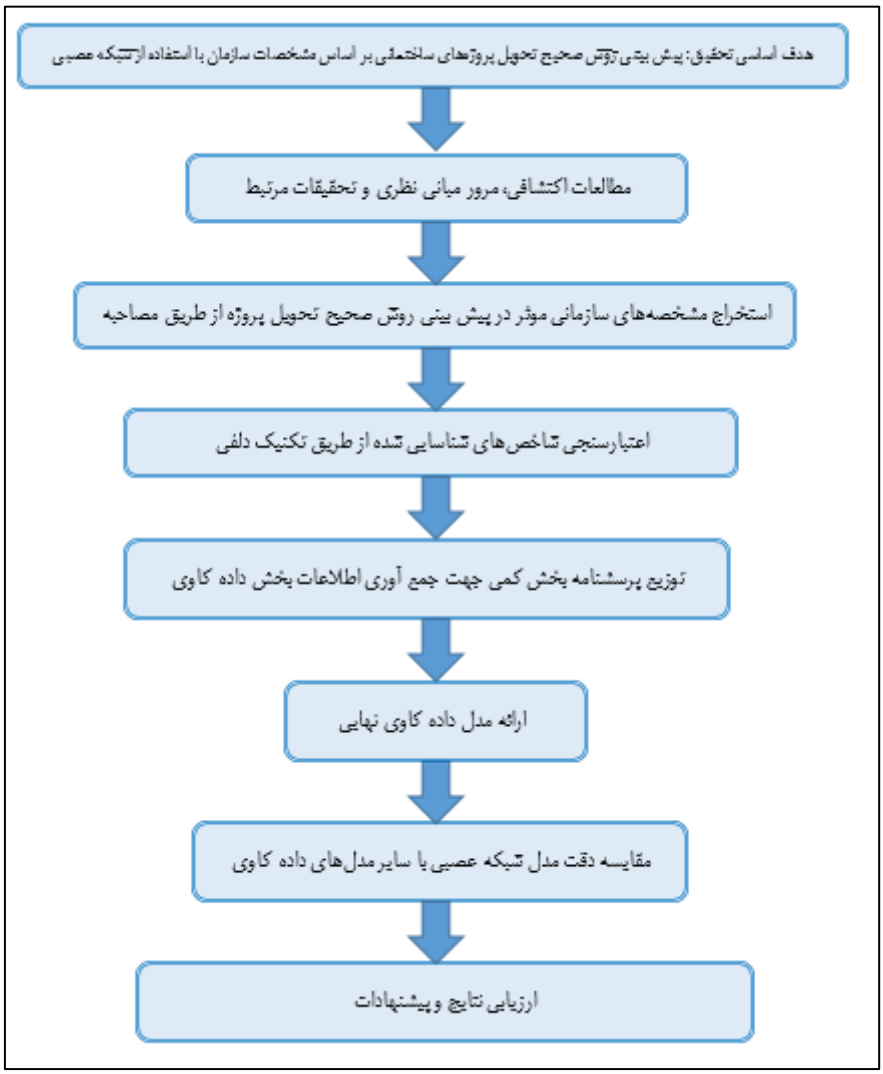
مقدمه

مدیریت پروژه، به کارگیری دانش، مهارتها، ابزار و شیوه های لازم در اداره جریان فعالیت ها به منظور رفع نیازهای پروژه از طریق تحقق فرآیندهای آغازین، برنامه‌ریزی، اجرایی، کنترلی و اختتامی است (Ghorbani, 2023). با افزایش زمان و هزینه طرح‌های عمرانی، به نحوی که عمدتاً مشمول اضافه پرداخت می‌شود، ضرورت تجدید نظر اساسی در مدیریت و اجرای یکسان طرح‌ها احساس می‌شود (Battistella et al., 2024). این ضرورت از آنجا ناشی می‌شود که سهم قابل توجهی از مشکلات پروژه‌ها همچون افزایش زمان و هزینه، محفوظ نماندن یکپارچگی طرح و ضعف نظام کارفرمایی دولتی در مدیریت پیمانکاران و مشاوران متعدد، ریشه در عدم ارتباط فرآیندهای طراحی و ساخت، تمرکز ریسک در مجموعه کارفرمایی با قابلیت ریسک پذیری پایین و اتکا کردن به منابع مالی دولتی دارد و مرتفع کردن چنین مشکلاتی با توسل به یکی از وجوه راهبردی در فرآیند مدیریت پروژه، یعنی انتخاب روش بهینه اجرا، ممکن می‌شود (Cano et al., 2023). تحویل یکپارچه اقلام پروژه در واقع یک واکنش به همکاری وسیع مورد نیاز در پروژه‌های پیچیده قرن بیست و یکم است، که افراد زیادی در سازمانهای مختلف را تحت تأثیر قرار می دهد. به دلیل جدید بودن روش مذکور انتظار میرود با هر پروژهی جدید، اصلاحی در آن صورت گیرد (Ghorbani, 2023). در حال حاضر تفکر غالب بر دستگاههای اجرایی این است که پیمانکاران خطا کارند مگر عکس این مسأله ثابت شود. اینگونه نگرش تأثیری جز افزایش تنش بین کارفرمایان و پیمانکاران نداشته و در سطح کلان سبب کاهش راندمان و تأخیر در اجرای پروژه‌های عمرانی میگردد. در حالیکه جایگاه حرفه پیمانکاران در طرح‌های زیر بنایی عمرانی بسیار حائز اهمیت است (Radujković & Sjekavica, 2017). تحقیقات انجام گرفته در کشورهای پیشرفته صنعتی نشان داده است که انتخاب صحیح و مناسب سیستم قرارداد پروژه می‌تواند تا ۵ درصد در کاهش هزینه‌های آن تأثیرگذار باشد و از آنجایی که یکی از شاخصه ای مهم توسعه، تولید ناخالص ملی است و هرساله سهم پروژه‌های عمرانی در تولید ناخالص ملی کشور ما به طور متوسط ۱۵ درصد می‌باشد، لذا هرگونه بهبودی در کارآیی و کارآمدی آن به طور قابل ملاحظه ای در پیشرفت کشور مؤثر خواهد بود. این امر میسر نخواهد شد مگر با شناخت کامل و دقیق مفهوم سیستم قرارداد پروژه، انواع مختلف آن، مسائل و معیارهای مؤثر در انتخاب آنها و نهایتاً انتخاب صحیح و مناسب یک سیستم قرارداد (Surco-Guillen et al., 2022). اکثر طرح‌های عمرانی در حال حاضر با مشکل طولانی شدن مدت اجرا و چند برابر شدن هزینه اتمام مواجه هستند. طولانی شدن مدت اجرای طرح‌ها به معنای معطل ماندن منابع مالی و فیزیکی کشور به صورت طرح‌های نیمه تمام و افزایش هزینه تمام شده طرح‌ها و نیز نشان دهنده آن است که متناسب با اعتبارات عمرانی مصرف شده ظرفیت‌های جدید به وجود نمی آید. چنانچه هزینه فرصت (نبود سود) حاصل از معطل ماندن منابع نیز به هزینه ی تمام شده طرح‌ها اضافه شود، عدم کارایی نظام اجرایی طرح‌های عمرانی کشور وضوح بیشتری پیدا می‌کند (Srinivasan & Dhivya, 2020). می‌توان ادعا کرد که در فضای پروژهای امروز، اجرای متعارف خدمات طراحی و ساخت در یک فرآیند خصمانه درگیر شده است که منجر به عدم کارایی و بی اعتمادی بین کارفرما، مشاور، پیمانکار، پیمانکاران جزء و تأمین کنندگان شده است. ساختمانه ای جدید، ماشین‌های پیچیده ای هستند که برای تکمیل، نیازمند مهارت و تخصص بسیاری از افراد حرفه ای هستند (Sayed et al., 2023). یکی از کلیدی ترین تصمیمات هر پروژه انتخاب روش تحویل می‌باشد. اگر روش تحویل پروژه با اقتضائات پروژه سازگار نباشد، پروژه در دستیابی به اهداف خود ناکام خواهد شد. از طرف دیگر مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان یک ضرورت مورد توجه عمده کشورهای توسعه یافته قرار گرفته است و در این راستا ضوابط و قوانینی وضع شده است (Farouk et al., 2023). در ایران هم با تاخیر قابل توجه بکارگیری مدل سازی اطلاعات ساختمان در دستور کار نقش آفرینان صنعت ساختمان قرار گرفته و بعضا تعداد معدودی پروژه با این رویکرد در کشور عملیاتی شده است. مدل سازی اطلاعات ساختمان در حوزه‌های مختلف نیازمند زمینه‌ها و ملزوماتی است که بی‌توجهی به آنها باعث کاهش اثربخشی آن می‌شود. یکی از آن ملزومات روش تحویل پروژه است که باید با اقتضائات مدل سازی اطلاعات ساختمان هماهنگ شود تا زمینه مناسب برای کاهش زمان هزینه و افزایش کیفیت اجرا که از اهداف

محوری مدل سازی اطلاعات است فراهم شود (Tariq & Gardezi, 2023). یکی از مسائل کلیدی در صنعت ساختمان ایران استفاده از روش‌های ناکارآمد طراحی و اجرای ساختمان است (Parsamehr et al., 2023a). براساس پژوهش‌های موجود ضعف در اسناد فنی پروژه و ناهماهنگی بین عوامل مختلف، تبعات جدی برای صنعت ساختمان ایران در پی داشته است و بهره‌وری را به میزان قابل توجهی کاهش داده است (Simonaitis et al., 2023). در دنیا بالغ بر ۱۰ سال است که مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان مقوله محوری در ارتقای کارآمدی این صنعت مورد استفاده قرار گرفته است اما این امر در ایران با موانع فراوانی روبرو شده و هنوز به صورت جدی نهادینه نشده است. در برخی موارد هم به واسطه بی‌توجهی به برخی الزامات و اقتضائات، مدل سازی اطلاعات ساختمان نتوانسته تاثیر چندانی در ارتقای بهره‌وری صنعت ساختمان ایفا نماید. یکی از زمینه‌هایی که باعث کاهش اثربخشی این موضوع شده است بی‌توجهی به انطباق روش تحویل پروژه با نیازها و ملزومات مدل سازی اطلاعات ساختمان است. اگر روش درست تحویل پروژه بکار گرفته نشود اهداف مدل سازی اطلاعات محقق نمی‌شود و صرف هزینه بیشتر در بهره‌مندی از این رویکرد نوین صنعت ساختمان هم نمی‌تواند کمکی به دستیابی به اهداف پروژه بکند. برای این منظور هماهنگی روش تحویل پروژه با ملزومات مدل‌سازی اطلاعات یک ضرورت اجتناب ناپذیر است (Parsamehr et al., 2023b). هشتاد درصد وقت روزانه یک مدیر اجرایی صرف دریافت، تبادل و بکارگیری اطلاعات در مجموعه گسترده‌ای از امور می‌شود. از انجا که اطلاعات بصورت بالقوه، مبنای انجام کلیه فعالیت‌ها در سازمان است از این رو می‌بایست سیستم‌هایی جهت تولید و مدیریت آنها توسعه یابند و هدف این سیستم‌ها تضمین در دسترس بودن اطلاعات قابل اطمینان و دقیق و به هنگام در صورت نیاز به آنها و نیز ارائه آنها به صورتی قابل استفاده است (Sompolgrunk et al., 2023). پروژه‌های ساخت نیز با توجه به وسعت کارها و درگیر بودن طیف وسیعی از متخصصان و کارکنان و استفاده از منابع مالی هنگفت اهمیت فوق العاده‌ای در میان سایر صنایع در تمامی کشورها دارد. در کشور ایران که بخش عمده از بودجه جاری کشور به این گونه پروژه‌ها اختصاص دارد و با یادآوری اینکه معمولا چرخ صنعت کشور به چرخ پروژه‌های ساخت (عمرانی) وابسته است، طبیعتا موضوع حساس‌تر می‌باشد. ولی متاسفانه علیرغم درگیری بخش عمده‌ای از انرژی، منابع و سرمایه‌های کشور در این صنعت، به اذعان اکثریت متخصصان بی‌طرف، بهره‌وری این صنعت بسیار پایین می‌باشد (Wuni, 2023).

روش تحقیق

در یک دید کلی فرایند کلی پژوهش حاضر (شکل ۱)، از پرسش آغازین شروع شده، با مرور مبانی نظری و مصاحبه‌های اکتشافی، طراحی مدل اولیه صورت پذیرفته، سپس با استفاده از نظرسنجی از صاحب نظران مدل نهایی ارائه و در نهایت مدل ارائه شده در شرکت‌های ساخت و ساز استان اجرا و نتایج آن مورد بررسی قرار گرفته و منجر به ارائه پیشنهادات در این زمینه می گردد. براین اساس در مرحله مطالعات اکتشافی، مرور مبانی نظری و تحقیقات مرتبط به بررسی کتب، رساله‌ها، پایان نامه‌ها و مقالات معتبر داخلی و خارجی در جهت شناسایی عوامل موثر بر فروش شرکت بررسی گردید و بر این اساس مدل اولیه تدوین شد. در مرحله بعد از نظرات خبرگان در جهت تایید مشخصه‌های سازمانی موثر و همچنین شناسایی شاخص‌های مغفول مانده استفاده شد. پس از حذف مشخصه‌های سازمانی غیرمرتبط و اضافه کردن شاخص‌های موثر به مدل پیشنهادی، مدل نهایی تدوین گردید. پس از ارائه مدل با استفاده از پرسشنامه کمی به آزمون مدل و ارزیابی آن در شرکت پرداخته شد. در نهایت نتایج بدست آمده مورد بحث و تجزیه و تحلیل قرار گرفت و پیشنهادات کاربردی در جهت افزایش فروش بر اساس مشخصه‌های سازمانی شناسایی شده ارائه گردید.



شکل (۱) : فرآیند کلی تحقیق

پژوهش حاضر بر حسب هدف از نوع تحقیقات توسعه‌ای[1] است. همچنین این پژوهش بر حسب دستاورد یا نتیجه تحقیق از نوع کاربردی[2] و از لحاظ روش گردآوری اطلاعات توصیفی – پیمایشی[3] محسوب می‌شود. جمع‌آوری داده‌ها نیز با روش ترکیبی کیفی و کمی صورت گرفته که جمع‌آوری داده‌های کیفی از طریق تحلیل محتوای متون و با کسب نظر خبرگان[4] انجام و داده‌های کمی نیز از طریق پرسشنامه[5] گردآوری گردید.

هدف از انجام تحقیق توسعه‌ای، ایجاد یک معرف جامع‌تر از نتایج تحقیقات انجام شده و گسترش دامنه مطالعات این تحقیقات است. بنابر این وقتی تحقیقی در ادامه تحقیقات قبلی و برای بررسی ابعاد و موضوعات تکمیلی انجام می‌شود، آن را تحقیق توسعه‌ای می‌خوانند تحقیقات کاربردی نیز در جستجوی دستیابی به یک هدف عملی است و تأکید آن بر تأمین سعادت و رفاه توده مردم و مطلوب بودن فعالیت است. تحقیق توصیفی نیز شامل مجموعه روش‌هایی است که هدف آن‌ها توصیف کردن شرایط یا پدیده‌های مورد بررسی است. اجرای تحقیق توصیفی می‌تواند صرفاً برای شناخت بیشتر شرایط موجود یا یاری دادن

[1] . Research development
[2] . Applied
[3] . Descriptive - survey
[4] . Key informants
[5] . questionnaire

به فرایند تصمیم‌گیری باشد. متداول‌ترین راه جمع‌آوری اطلاعات پرسشنامه است. محقق به وسیله پرسش‌هایی اطلاعات مورد نیاز خود را از تعدادی پاسخ‌گو دریافت می‌کند تا وضعیت نگرش افراد نسبت به یک واقعیت از طریق آن ارزیابی شود .لذا در این پژوهش نیز محقق علاوه بر آزمون ابعاد، سطح‌ها و شاخص‌ها در مرحله دلفی، بر آن است با توزیع پرسشنامه بین خبرگان، اطلاعات مورد نیاز را از جامعه آماری دریافت کند تا وضعیت نگرش افراد نسبت به واقعیت از طریق آن ارزیابی گردد. معیار انتخاب خبرگان در این تحقیق بدین صورت بود که در خصوص گروه اول خبرگان که در سطوح بالای دانشگاهی سوابق کاری شایسته داشتند استفاده گردید که تعداد آنها در حدود ۲۰ نفر می‌باشد. در گروه دوم (بخش کمی) پیاده سازی مدل شبکه عصبی در مورد مطالعه، جامعه مورد نظر کلیه کارشناسان ساخت و ساز در سطح استان به تعداد ۳۶۰ نفر می‌باشد. در پژوهش حاضر برای بخش کیفی (انتخاب خبرگان)، روش نمونه‌گیری گلوله برفی[1] لحاظ شده است و برای بخش کمی کارشناسان شرکت‌های ساخت و ساز استان از روش نمونه‌گیری تصادفی استفاده گردیده است. جهت شناسایی مشخصه‌های سازمانی موثر در پیش بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی توسط خبرگان با تجربه، ابتدا ۵ نفر از خبرگان برجسته شناسایی شدند. فرم دعوت از خبرگان از طریق ایمیل برای آنها ارسال و به صورت حضوری یا تلفنی هماهنگ گردید و پس از توضیح لازم در زمینه مبانی موضوع و اهداف تحقیق، موافقت اکثر آنان برای مشارکت جلب گردید. از افراد خواسته شده بود که با توجه به اهداف پژوهش چنانچه فرد یا افرادی را برای مشارکت مناسب می‌دانند، معرفی نمایند. به این ترتیب به صورت زنجیره ای ۲۰ نفر دیگر توسط خبرگان معرفی شدند و در نهایت با کسر افراد انصراف داده شده، تعداد هیات خبرگان به ۱۵ نفر رسید و فرم پرسشنامه در هر دو مرحله برای تمام این افراد ایمیل گردید. با عنایت به اینکه روش نمونه گیری تصادفی ساده بوده است، لذا با استفاده از فرمول کوکران تعداد ۳۵۴ نفر انتخاب گردید. لازم به توضیح است با توجه به اینکه حجم نمونه ۳۵۴ نفر به دست آمد برای حصول اطمینان بیشتر ۳۶۰ پرسشنامه بین کارشناسان توزیع شد که تعداد ۳ پرسشنامه بازگردانده نشد و ۳ عدد پرسشنامه به دلیل ناقص بودن کنار گذاشته شد و داده‌ها با ۳۵۴ عدد پرسشنامه مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. در این پژوهش، جهت گردآوری اطلاعات در دو بخش از ابزار پرسشنامه استفاده شد. یکی در بخش کیفی (مراحل دلفی) و دیگری در بخش کمی (نظرسنجی از کارشناسان شرکت‌های ساخت و ساز استان). در بخش کیفی پرسشنامه برای دریافت نظرات خبرگان و ایجاد همگرایی بین نظرات از طریق روش دلفی تنظیم گردید که بنا به ضرورت دو مرحله پرسشنامه از طریق پست الکترونیک بین خبرگان توزیع شد. هر دو مرحله پرسشنامه دلفی متشکل از دو قسمت بود که ابتدا سوالات بسته برای تمامی شاخص‌ها و امتیازدهی به شاخص‌ها در قالب طیف لیکرت ۵ تایی صورت گرفته و سپس در انتهای آن از سوال باز برای ارائه نظرات و پیشنهادات برای بهبود الگو استفاده شده است. در بخش کمی نیز از پرسشنامه جهت بررسی مشخصه‌های سازمانی شناسایی شده در قالب یک پرسشنامه استفاده شد. در این تحقیق در بخش طراحی مدل از نظرات خبرگان و روش دلفی به کارگرفته شد. همچنین با توجه به استفاده از پرسشنامه‌های محقق ساخته، روایی و پایایی پرسشنامه‌ها مورد آزمون قرار گرفت. در تحقیق حاضر به منظور افزایش روایی تحقیق سعی گردید تا :

- از مشارکت کنندگانی استفاده شود که در حوزه مربوط صاحب تخصص و از انگیزه و تمایل کافی برخوردار باشند.
- از دورهای متعددی در اجرای پرسشنامه‌ها استفاده شود.

به منظور حفظ پایایی تحقیق نیز موارد ذیل مورد توجه قرارگرفت :

- ✓ روش دلفی برای موضوع یا مشکلی خاص مورد استفاده قرار گرفت.
- ✓ پاسخگویانی با تخصص‌های مرتبط انتخاب شدند.

[1] . snowball sampling

- ✓ پاسخ‌های به دست آمده پس از انجام هر دور دلفی به پاسخگویان بازخورد داده شد.
- ✓ در نهایت سعی شد تا سطحی از اجماع ایجاد شود.

در بخش ارزیابی مدل در شرکت مورد مطالعه و نظر سنجی از کارشناسان، سنجش روایی و پایایی به طرق متداول و به شرحی که در ادامه آمده است انجام گردید. پس از طراحی اولیه پرسشنامه، ۱۵ پرسشنامه میان برخی از کارشناسان توزیع و به صورت آزمایشی به مورد اجرا گذاشته شد و با استفاده از پیشنهادات کارشناسان، خطاهای ظاهری و مفهومی پرسش‌ها برطرف گردید. در مرحله بعد با استفاده از روایی محتوایی (نظرات اساتید و کارشناسان مربوطه)، سوالات پرسشنامه به شکل نهایی اصلاح شد تا با تغییرات به عمل آمده روش‌ها و ابزارهای سنجش از روایی و تناسب لازم برخوردار شوند. در این تحقیق به منظور تعیین پایایی پرسشنامه‌ها، ابتدا ۳۰ نفر از جامعه آماری انتخاب و پرسشنامه در اختیار آن‌ها قرار گرفت و سپس از روش آلفای کرونباخ جهت تعیین پایایی استفاده گردید. بدین منظور برای محاسبه ضریب آلفای کرونباخ ابتدا باید واریانس نمره‌های هر زیرمجموعه سؤال‌های پرسشنامه (یا زیر آزمون) و واریانس کل را محاسبه و سپس با استفاده از رابطه (۱) مقدار ضریب آلفا را محاسبه کرد.

(۱)

$$r_a = \frac{J}{J-1}\left(1 - \frac{\sum S^2{}_j}{s^2}\right)$$

که در آن:

J= تعداد زیر مجموعهٔ سؤال‌های پرسشنامه یا آزمون،

S_i^2 = واریانس زیر آزمون J اُم

S^2 = واریانس کل آزمون (همان منبع: ۲۳۴).

J = تعداد زیر مجموعه‌های سؤال‌های پرسشنامه یا آزمون

S^2_j = واریانس زیر آزمون Jام

S^2 = واریانس کل آزمون

از نظر میزان اعتبار پرسشنامه در روش آلفای کرونباخ داشتن ضریب آلفا کمتر از ۶۰% عموماً ضعیف تلقی می‌شود و اعتبار با حداقل ۷۰ ٪ قابل قبول و بالاتر از ۸۰% است (دانایی فرد و همکاران: ۱۳۹۲). بر اساس جدول نتایج بدست آمده مقدار آلفا برای تمام سازه‌ها دارای مقداری بالاتر از ۰/۷ است که نشان‌دهنده اعتبار پرسشنامه و برداشت فکری مناسب و یکسان پاسخگویان از محتوای متغیرهای مربوط به هر سازه است.

به صورت کلی گردآوری اطلاعات در این تحقیق به صورت ترکیبی، روش کتابخانه‌ای و میدانی می‌باشد. بدین طریق که در بخش طراحی و تبیین مدل مفهومی مورد اشاره محقق در ابتدا با مطالعه و بررسی مبانی نظری و تحقیقات قبلی مرتبط، به چارچوب اصلی مدل دست پیدا نموده و سطح‌ها، ابعاد و شاخص‌های مربوطه را استخراج شده است؛ سپس با استفاده از روش میدانی- دلفی با امتیازگذاری به عوامل مستخرج از مبانی نظری، توسط پانل صاحبنظرانِ دلفی طی دو مرحله با استفاده از پرسشنامه به نتایج مناسب دست یافته شد. در خصوص چگونگی مراحل جمع آوری داده‌ها و روش دلفی(نظر سنجی از اعضای گروه صاحب‌نظران) به روش زیر اقدام شد: پس از بررسی ادبیات موضوع و مطالعه پژوهش‌های مرتبط و طراحی چارچوب اولیه، سپس ابعاد و معیارها و شاخص‌های بدست آمده، در قالب یک پرسشنامه بر اساس طیف لیکرت ۵ گزینه‌ای برای خبرگان ارسال شد. در مرحله اول ابتدا فهرست سطح‌ها، ابعاد و شاخص‌های مدل در اختیار اعضای دلفی قرار گرفت تا در مورد آن‌ها اظهار نظر

نمایند. همچنین از آن‌ها خواسته شد که نظرات خود را در قالب پیشنهاد یا اصلاح شاخص به مجموعه اضافه کنند. پس از جمع آوری نتایج تعدادی از گزینه‌ها حذف، تعدادی ترکیب و بخشی اضافه و یا در سطح‌ها ابعاد دیگر قرار داده شد و مجدداً ساختار اصلاح شده طی دو مرحله به اعضا ارائه و نتایج جمع‌بندی شد. در پایان هر مرحله، پژوهشگر با توجه به نظرات خبرگان دلفی، اصلاحات لازم را انجام می‌داد. نتایج حاصله هر مرحله در مرحله بعدی به خبرگان گزارش داده شد (میانگین، مد و میانه نتایج در اختیار گروه‌های پنل قرار گرفت). نهایتاً در دور سوم پنل به یک اتفاق نظر مناسب رسید. با توجه به نتایج حاصله و تائید سطح‌ها، ابعاد و شاخص‌های مرحله آخر، مدل نهایی تبیین شد. پس از جمع‌آوری داده‌ها، جهت اتخاذ تصمیم مناسب و نتیجه‌گیری، اطلاعات جمع‌آوری شده باید مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. در پژوهش حاضر در بخش آمار توصیفی، شاخص‌های آماری نظیر فراوانی، درصد، میانگین و در بخش آمار استنباطی، از الگوریتم‌های داده کاوی شبکه عصبی مصنوعی در نرم افزار Rapid miner به کار گرفته‌شده است. در ادامه به بررسی آمار توصیفی و استنباطی تحقیق پرداخته می شود. در این پژوهش در سطح توصیفی از شاخص‌های آماری و نمودارهای زیر استفاده شده است :

۱- تهیه و تنظیم جدول توزیع فراوانی[1] و ترسیم نمودارها

۲- شاخص‌های مرکزی (مد، میانه و میانگین)[2]

۳- شاخص‌های پراکندگی[3](انحراف معیار، چولگی و کشیدگی)

در خصوص آمار استنباطی نیز در این تحقیق از آزمون‌های تحلیل عاملی تاییدی چند سطحی، تی تک نمونه‌ای و مدل شبکه عصبی مصنوعی استفاده گردید.

در نهایت امر به بررسی مدل شبکه عصبی (که از نوع شبکه عصبی مصنوعی می باشد) مورد نظر در تحقیق پرداخته می شود. در این خصوص مروری بر روش گردیده و مختصرا در خصوص آن توضیح داده می شود.

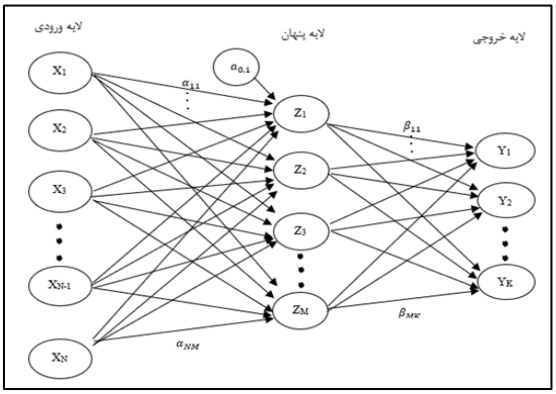
شبکه‌های عصبی مصنوعی که از این پس به اختصار آن را شبکه‌های عصبی می‌نامیم، رده‌ای از روش‌های یادگیری ماشین است که در زمینه‌های آماری و هوش مصنوعی رشد و توسعه یافته است و دارای قابلیت رگرسیونی و رده‌بندی می‌باشد. اساس این روش از شبکه‌های عصبی پیچیده‌ی موجود در مغز انسان، الگوبرداری شده است. در مدل شبکه عصبی، متغیرهای توضیحی و متغیر پاسخ می‌توانند از نوع کمی یا کیفی باشند و همچنین متغیر پاسخ، رابطه‌ای غیرخطی و غیرمستقیم با متغیرهای توضیحی دارد (هستی[4] و همکاران، ۲۰۰۹). چارچوب شبکه‌های عصبی از چند لایه به نام‌های لایه ورودی، لایه(های) پنهان و لایه خروجی تشکیل شده است. شکلی که در ادامه می‌بینید، ساختار شماتیکی یک شبکه عصبی را با یک لایه پنهان، N متغیر توضیحی و یک متغیر پاسخ با K سطح را نشان می‌دهد. که در آن Z_mها و Y_kها با استفاده از توابع خطی یا غیرخطی از گره‌های لایه‌های قبل محاسبه می‌شوند.

هر یک از لایه‌ها شامل اجزائی هستند که در اصطلاح نورون یا گره[5] نامیده می‌شوند. مجموعه‌های $\{X_1, X_2, \dots, X_N\}$، $\{Z_1, Z_2, \dots, Z_M\}$، $\{Y_1, Y_2, \dots, Y_K\}$ به‌ترتیب مجموعه گره‌های ورودی، مجموعه گره‌های لایه پنهان و مجموعه گره‌های لایه خروجی هستند. هر یک از اتصالات موجود بین دو گره با وزن (ضریب) خاصی صورت می‌پذیرد. به‌عنوان مثال در شکل زیر، گره‌ی X_1 در لایه ورودی با وزن $\alpha_{1,1}$ به گره‌ی Z_1 متصل می‌شود. همچنین ممکن است در یک شبکه عصبی علاوه بر مقادیر گره‌های موجود در لایه‌های قبل که به یک گره‌ی خاص در لایه‌های بعد وارد می‌شوند، یک مقدار نیز به عنوان مقدار اریبی به آن گره‌ی خاص وارد شود. مثلاً در شکل زیر علاوه بر گره‌های $X_1, X_2, \dots, X_N$ که به گره‌ی Z_1 متصل شده‌اند، یک مقدار ثابتی با نام α_{01} نیز به Z_1 وارد شده است. بنابراین به‌طور کلی می‌توان گفت α_{0m} و β_{0k} به‌ترتیب مقادیر

---

[1] . The frequency distribution table
[2] . Standard deviation
[3] . Dispersion indices
[4] Hastie
[5] Node

اریبی هستند که به گره‌های Z_m و Y_k وارد می‌شوند و α_{im} و β_{mk} به‌ترتیب وزن اتصال‌دهنده‌هایی است که گره‌ی X_i را به Z_m و گره‌ی Z_m را به گره‌ی Y_k متصل می‌کنند.



شکل (۲) : شمایی از ساختار شبکه عصبی با یک لایه پنهان

بسته به نوع متغیرهای توضیحی و پاسخ، تعداد گره‌ها در لایه ورودی و خروجی تعیین می‌شوند. در لایه ورودی، به ازای هر متغیر توضیحی از نوع کمی یک گره، و به ازای هر متغیر توضیحی از نوع کیفی دارای l کلاس، l گره در نظر گرفته می‌شود. در لایه خروجی برای حالت رگرسیون، زمانی که K متغیر پاسخ داشته باشیم، K گره و برای حالت رده‌بندی با K رده، K گره در لایه‌ی خروجی در نظر گرفته می‌شود. تعداد گره‌ها در لایه‌های پنهان به‌طور دلخواه انتخاب می‌شود.

یافته ها

نتایج برگرفته از تحلیل مطالعات گذشته

در این تحقیق از روش کتابخانه ای و تکنیک دلفی برای استخراج و غربالگری شاخص‌های تحویل پروژه توسط شرکت استفاده شده است. نتایج حاصل از انجام مطالعات کتابخانه ای در غالب جدول (۱) نشان داده شده است.

جدول (۱) : نتایج حاصل از انجام مصاحبه نیم ساختار یافته

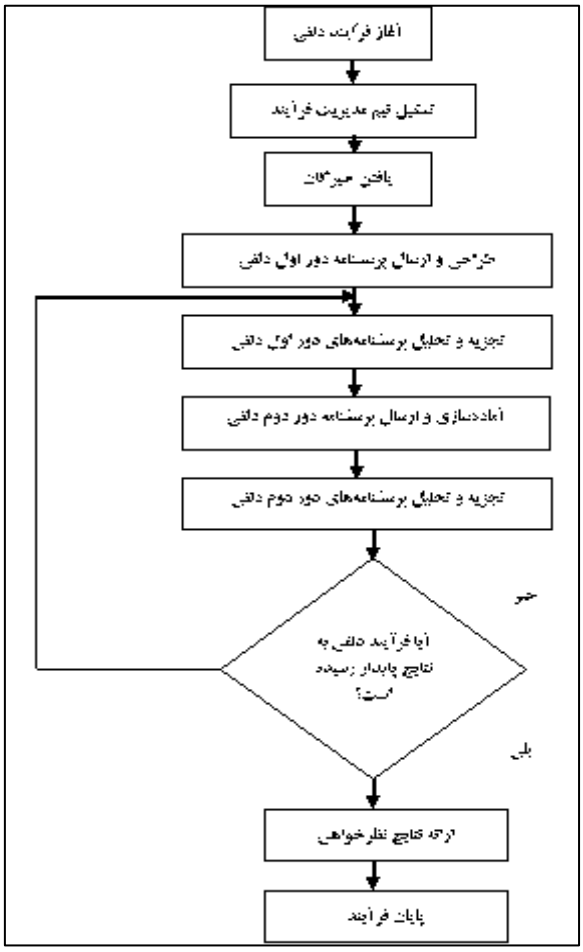
متغیر	شاخص سنجش	محدوده نمره گذاری	منبع مصاحبه
مدیریتی	وجود برنامه جامع مدیریت پروژه شامل مدیریت محدوده زمان، هزینه، کیفیت و ریسک پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۴-۲
	مدیریت اثربخش کارفرما توسط تیم نظارت در سازمان	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۴-۳-۱
	برنامه ریزی و زمانبندی صحیح پروژه توسط سازمان	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۵-۲
	تمایل بالای مدیران میانی به مدیریت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۳-۱
	شناخت و آگاهی کافی کارکنان از سیستم برنامه ریزی	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۸-۶-۳
	هماهنگی مناسب واحد برنامه ریزی و سایر واحدهای درگیر در پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۱۰-۹-۷-۲
	احساس مسئولیت کلیه واحدها در پیشبرد اهداف برنامه ریزی و کنترل پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۴-۳-۱
	حمایت کافی مدیران عالی و میانی سازمان از برنامه کنترل پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۷-۴-۲-۱
	وجود آگاهی وتمایل در مدیران سنتی نسبت به اتخاذ شیوه‌های نوین برنامه ریزی	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۵-۴-۲
	نظارت و کنترل مستمر تیم مدیریت در مراحل مختلف پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۱۰-۷-۴-۱

مالی	تامین منابع مالی مورد نیاز پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۸-۲
	پرداخت به موقع توسط سازمان در مراحل مختلف پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۷-۲-۱
	برنامه ریزی هزینه ای واقعی و همسو با ملزومات پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۷-۴-۳
	برنامه ریزی، استقرار و اجرای سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۷-۶-۱
	قیمت گذاری صحیح پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۱۰-۹-۶-۳-۲
	بررسی دقیق توجیح اقتصادی پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۷-۴-۲
	ایجاد منابع مالی جدید برای توسعه پروژه‌ها	لیکرت ۵ گزینه ای	۷-۵-۳
زمینه ای	طراحی سیستم‌های برخط نظارت بر پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۲
	در دسترس بودن اطلاعات صحیح و دقیق پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۶-۵-۱
	وجود زیر ساخت مناسب و مورد نیاز برای تشکیل تیم پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۱۰-۸-۵-۱
	بهینه سازی سیستم گزارش دهی جدید در تیم پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۷-۳-۲
	گسترش و آموزش فرهنگ اجرای سیستم مدیریت و کنترل پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۷-۴-۱
	استفاده از نرم‌افزارها و عدم حضور کافی در محل اجرای پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۵-۴-۲
بهینه سازی سیستم	تهیه و به روز رسانی برنامه جامع بهینه سازی مصرف	لیکرت ۵ گزینه ای	۴-۱
	بسترسازی مناسب فنی برای بهینه سازی انرژی	لیکرت ۵ گزینه ای	۶-۴-۲
	رفع موانع حقوقی قانونی		۱۰-۹-۸-۳
	جامع نگری در تدوین و تنظیم قوانین در جهت بهینه سازی		۹-۵-۴-۲
	وجود سیستم منظم نظارت بر بهینه سازی در تیم پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۶-۱
نیروی انسانی	استفاده از تجارب نیروی انسانی خبره در نظارت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۵-۴-۲
	وجود نیروی متخصص در تیم نظارت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۱
	تجربه و مهارت کافی تیم مدیریت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۱۰-۷-۲
	آموزش ناظران و دست اندرکاران مدیریت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۷-۳-۱
	رضایت نیروی اانسانی سازمان از سیستم نظارت بر پروژه‌های واگذار شده	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۶-۲
	حضور فعال تیم کنترل پروژه و سایر مدیران اصلی در تصمیم‌گیریهای پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۸-۳-۱
	استفاده از نظرات کارکنان برای مدیریت و نظارت پروژه	لیکرت ۵ گزینه ای	۹-۵-۲

با توجه به نتایج مرور مطالعات کتابخانه ای صورت گرفته، نتایج حاکی از این بوده که ۳۵ متغیر شناسایی شدند.

نتایج برگرفته از روش دلفی

پس از استخراج متغیرها، اعتبار متغیرهای شناسایی شده با استفاده از تکنیک دلفی و نظر خبرگان بررسی و تایید شد. جامعه آماری پژوهش شامل ۱۰ نفر از خبرگان بودند. در واقع، دلفی روشی است برای ساختاردهی به یک فرایند ارتباط گروهی، به گونه‌ای که فرایند به اعضای گروه اجازه چالش با مسأله را می‌دهد. برای اجرای این ارتباط ساختاریافته نیاز به بازخورد در مورد نقش افراد، ارزیابی قضاوت گروه، فرصت اصلاح دیدگاه‌ها و سطحی از ناشناس ماندن می‌باشد. بنابراین، هدف از این روش دسترسی به مطمئن ترین توافق گروهی خبرگان درباره موضوعی خاص است که با استفاده از پرسشنامه و نظرخواهی از خبرگان به دفعات با توجه به بازخورد حاصل از آنها صورت می‌پذیرد. شکل (۲) فرآیند اجرای دلفی بر اساس موارد ذکر شده فوق را نشان می‌دهد. همان‌طور که در بالا نیز گفته شده است مراحل ۶ تا ۸ می‌تواند تا زمان رسیدن خبرگان به اجماع تکرار گردد.



شکل (۳) : فرآیند اجرایی دلفی

برای بررسی اعتبار، پرسشنامه دلفی محقق شاخته مبتنی بر ابعاد و مولفه‌های استخراجی از دیدگاه صاحبنظران گوناگون است که روایی صوری و محتوایی آن پس از مطالعه توسط متخصصان دانشگاهی تایید شده و در جامعه آماری ابهامات آن رفع شد، شاخص‌هایی که بر حسب محاسبات آماری دارای ضریب توافقی بالاتر از ۶۰ درصد بودند و هم چنین در آزمون تی در سطح اطمینان ۹۵٪ معنادار شده اند، پذیرفته می‌شوند. در ادامه نتایج نشان داده شده است.

جدول (۲) : نتایج دور اول دلفی

متغیرهای تحقیق	آزمون تی تک نمونه ای میانگین ارتباط (مقدار آزمون= ۲)				CVR
	میانگین	انحراف معیار	آماره t	معناداری	
۱. وجود برنامه جامع مدیریت پروژه شامل مدیریت محدوده زمان، هزینه، کیفیت و ریسک پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۲. مدیریت اثربخش کارفرما توسط تیم نظارت در سازمان	3.00	.000[a]	10.000	.000	100.00
۳. برنامه ریزی و زمانبندی صحیح پروژه توسط سازمان	2.80	.632	4.000	.003	90.00
٤. تمایل بالای مدیران میانی به مدیریت پروژه	2.50	.850	1.861	.096	70.00
٥. شناخت و آگاهی کافی کارکنان از سیستم برنامه ریزی	2.00	.816	.000	1.000	30.00
٦. هماهنگی مناسب واحد برنامه ریزی و سایر واحدهای درگیر در پروژه	2.60	.699	2.714	.024	70.00
۷. احساس مسئولیت کلیه واحدها در پیشبرد اهداف برنامه ریزی و کنترل پروژه	1.90	.876	-.361	.726	30.00
۸. حمایت کافی مدیران عالی و میانی سازمان از برنامه کنترل پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۹. وجود آگاهی وتمایل در مدیران سنتی نسبت به اتخاذ شیوه‌های نوین برنامه ریزی	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۱۰. نظارت و کنترل مستمر تیم مدیریت در مراحل مختلف پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۱۱. تامین منابع مالی مورد نیاز پروژه	2.40	.699	1.809	.104	50.00
۱۲. پرداخت به موقع توسط سازمان در مراحل مختلف پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۱۳. برنامه ریزی هزینه ای واقعی و همسو با ملزومات پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۱٤. برنامه ریزی، استقرار و اجرای سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه	3.00	.000[a]	10.000	.000	100.00
۱٥. قیمت گذاری صحیح پروژه	2.60	.699	2.714	.024	70.00
۱٦. بررسی دقیق توجیح اقتصادی پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۱۷. ایجاد منابع مالی جدید برای توسعه پروژه‌ها	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۱۸. طراحی سیستم‌های برخط نظارت بر پروژه	2.60	.699	2.714	.024	70.00
۱۹. در دسترس بودن اطلاعات صحیح و دقیق پروژه	2.50	.527	3.000	.015	50.00
۲۰. وجود زیر ساخت مناسب و مورد نیاز برای تشکیل تیم پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۲۱. بهینه سازی سیستم گزارش دهی جدید در تیم پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۲۲. گسترش و آموزش فرهنگ اجرای سیستم مدیریت و کنترل پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۲۳. استفاده از نرم‌افزارها و عدم حضور کافی در محل اجرای پروژه	2.70	.675	3.280	.010	80.00
۲٤. تهیه و به روز رسانی برنامه جامع بهینه سازی مصرف	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۲٥. بسترسازی مناسب فنی برای بهینه سازی انرژی	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۲٦. رفع موانع حقوقی قانونی	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۲۷. جامع نگری در تدوین و تنظیم قوانین در جهت بهینه سازی	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۲۸. وجود سیستم منظم نظارت بر بهینه سازی در تیم پروژه	3.00	.000[a]	10.000	.000	100.00

متغیرهای تحقیق	آزمون تی تک نمونه ای میانگین ارتباط (مقدار آزمون= ۲)				CVR
	میانگین	انحراف معیار	آماره t	معناداری	
۲۹. استفاده از تجارب نیروی انسانی خبره در نظارت پروژه	2.80	.632	4.000	.003	90.00
۳۰. وجود نیروی متخصص در تیم نظارت پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۳۱. تجربه و مهارت کافی تیم مدیریت پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۳۲. آموزش ناظران و دست اندرکاران مدیریت پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80.00
۳۳. رضایت نیروی اانسانی سازمان از سیستم نظارت بر پروژه‌های واگذار شده	2.70	.483	4.583	.001	70.00
۳٤. حضور فعال تیم کنترل پروژه و سایر مدیران اصلی در تصمیم‌گیریهای پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90.00
۳۵. استفاده از نظرات کارکنان برای مدیریت و نظارت پروژه	2.00	.816	.000	1.000	30.00

در مرحله اول دلفی تعداد ۱۰ پرسشنامه بین خبرگان توزیع شده است، و پس از یک ماه پیگیری و حداقل دو بار مراجعه مجدد[1] در نهایت ۱۰ پرسشنامه جمع آوری شده است. در این مرحله شاخص‌هایی که (دارای سطح معناداری بزرگتر از ۰.۰۵ بوده اند و یا شاخص‌هایی که دارای سطح معناداری کمتر از ۰.۰۵ بوده و میانگین کوچکتر از حد متوسط (عدد ۲) داشته اند) از دور اول حذف می‌شوند و در دور دوم وارد نمی‌شوند، شاخص‌هایی که دارایی مقدار میانگین بالاتر از ۲ و سطح معنی داری کمتر از ۰/۰۵ بوده اند باقی مانده اند. برای باقیمانده ماندن در دور دوم، علاوه بر آزمون تی از شاخص CVR نیز استفاده شده است. شاخص‌هایی که دارای CVR کمتر از ۰/۶۲ درصد هستند از دور اول حذف شوند و در دور دوم وارد نمی‌شوند. شاخص‌هایی که در این مرحله باقی مانده اند برای دور دوم دلفی مجددا آماده و در اختیار خبرگان قرار گذاشته می‌شود. در مجموع نتایج دور اول نشان داده است برخی از متغیرها که در جدول بالا بولد شده و زیر آنها خط کشیده شده، شرایط ماندن در دلفی را نداشته اند و در نتیجه از فرایند تحلیل حذف می‌شوند. پرسشنامه مجددا بر اساس شاخص‌های باقیمانده بارگذاری می‌شود و در اختیار خبرگان قرار خواهد گرفت.

جدول (۳) : نتایج دور دوم دلفی

متغیرهای تحقیق	آزمون تی تک نمونه ای میانگین ارتباط (مقدار آزمون= ۲)				CVR
	میانگین	انحراف معیار	آماره t	معناداری	
۱. وجود برنامه جامع مدیریت پروژه شامل مدیریت محدوده زمان، هزینه، کیفیت و ریسک پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70
۲. مدیریت اثربخش کارفرما توسط تیم نظارت در سازمان	3.00	.000[a]	9.000	.000	100
۳. برنامه ریزی و زمانبندی صحیح پروژه توسط سازمان	3.00	.000[a]	9.000	.000	100
٤. هماهنگی مناسب واحد برنامه ریزی و سایر واحدهای درگیر در پروژه	2.90	.316	10.000	.000	90

[1] Callback

متغیرهای تحقیق	آزمون تی تک نمونه ای میانگین ارتباط (مقدار آزمون= ۲)				CVR
	میانگین	انحراف معیار	tآماره	معناداری	
۵. حمایت کافی مدیران عالی و میانی سازمان از برنامه کنترل پروژه	2.90	.316	10.000	.000	90
٦. وجود آگاهی وتمایل در مدیران سنتی نسبت به اتخاذ شیوه‌های نوین برنامه ریزی	2.80	.422	6.000	.000	80
۷. نظارت و کنترل مستمر تیم مدیریت در مراحل مختلف پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۸. پرداخت به موقع توسط سازمان در مراحل مختلف پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۹. برنامه ریزی هزینه ای واقعی و همسو با ملزومات پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۱۰. برنامه ریزی، استقرار و اجرای سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90
۱۱. قیمت گذاری صحیح پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90
۱۲. بررسی دقیق توجیح اقتصادی پروژه	3.00	.000[a]	10.000	.000	100
۱۳. ایجاد منابع مالی جدید برای توسعه پروژه‌ها	2.80	.422	6.000	.000	80
۱٤. طراحی سیستم‌های برخط نظارت بر پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۱۵. وجود زیر ساخت مناسب و مورد نیاز برای تشکیل تیم پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۱٦. بهینه سازی سیستم گزارش دهی جدید در تیم پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۱۷. گسترش و آموزش فرهنگ اجرای سیستم مدیریت و کنترل پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90
۱۸. استفاده از نرم‌افزارها و عدم حضور کافی در محل اجرای پروژه	2.90	.316	9.000	.000	90
۱۹. تهیه و به روز رسانی برنامه جامع بهینه سازی مصرف	2.70	.675	3.280	.010	80
۲۰. بسترسازی مناسب فنی برای بهینه سازی انرژی	2.70	.483	4.583	.001	70
۲۱. رفع موانع حقوقی قانونی	2.80	.422	6.000	.000	80
۲۲. جامع نگری در تدوین و تنظیم قوانین در جهت بهینه سازی	2.90	.316	9.000	.000	90
۲۳. وجود سیستم منظم نظارت بر بهینه سازی در تیم پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۲٤. استفاده از تجارب نیروی انسانی خبره در نظارت پروژه	3.00	.000[a]	10.000	.000	100
۲۵. وجود نیروی متخصص در تیم نظارت پروژه	2.80	.632	4.000	.003	90
۲٦. تجربه و مهارت کافی تیم مدیریت پروژه	2.80	.422	6.000	.000	80
۲۷. آموزش ناظران و دست اندرکاران مدیریت پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70
۲۸. رضایت نیروی اانسانی سازمان از سیستم نظارت بر پروژه‌های واگذار شده	2.80	.422	6.000	.000	80
۲۹. حضور فعال تیم کنترل پروژه و سایر مدیران اصلی در تصمیم‌گیریهای پروژه	2.70	.483	4.583	.001	70

در این مرحله تعداد ۱۰ پرسشنامه بین خبرگان توزیع شده است، و پس از دو هفته پیگیری و حداقل سه بار مراجعه مجدد در نهایت ۱۰ پرسشنامه جمع آوری شده است، در بخش اول پرسشنامه مجددا ضمن معرفی موضوع پژوهش، هدف بیان مسئله، ضرورت پژوهش و مفاهیم برای پاسخ دهندگان بیان شده است. نتایج دور دوم دلفی شامل میانگین، انحراف استاندارد،

شاخص CVR و نتایج آزمون تی تی-تک‌نمونه‌ای در جدول ۴-۳ نشان داده شده است. نتایج دور دوم نشان از معنادار بودن و معتبر بودن تمامی‌شاخص‌های باقیمانده می‌باشد (برای باقی مانده در مدل نهایی هر دو شرط آزمون تی و بیشتر بودن مقدار CVR از ۶۲٪) برای نمونه ۱۰ نفری حداقل CVR لازم است ۶۲٪ باشد) لازم است). و در نتیجه می‌توان به دورهای دو گانه دلفی پایان داد. در نهایت شاخص‌های باقی مانده در جدول (۴) نشان داده شده اند.

جدول (۴) : شاخص های نهایی باقیمانده

متغیر	شاخص سنجش
مدیریتی	۱. وجود برنامه جامع مدیریت پروژه شامل مدیریت محدوده زمان، هزینه، کیفیت و ریسک پروژه
	۲. مدیریت اثربخش کارفرما توسط تیم نظارت در سازمان
	۳. برنامه ریزی و زمانبندی صحیح پروژه توسط سازمان
	٤. هماهنگی مناسب واحد برنامه ریزی و سایر واحدهای درگیر در پروژه
	٥. حمایت کافی مدیران عالی و میانی سازمان از برنامه کنترل پروژه
	٦. وجود آگاهی وتمایل در مدیران سنتی نسبت به اتخاذ شیوه‌های نوین برنامه ریزی
	۷. نظارت و کنترل مستمر تیم مدیریت در مراحل مختلف پروژه
مالی	۸. پرداخت به موقع توسط سازمان در مراحل مختلف پروژه
	۹. برنامه ریزی هزینه ای واقعی و همسو با ملزومات پروژه
	۱۰. برنامه ریزی، استقرار و اجرای سیستم برنامه ریزی و کنترل پروژه
	۱۱. قیمت گذاری صحیح پروژه
	۱۲. بررسی دقیق توجیح اقتصادی پروژه
	۱۳. ایجاد منابع مالی جدید برای توسعه پروژه‌ها
زمینه ای	۱٤. طراحی سیستم‌های برخط نظارت بر پروژه
	۱٥. وجود زیر ساخت مناسب و مورد نیاز برای تشکیل تیم پروژه
	۱٦. رفع موانع حقوقی قانونی
	۱۷. گسترش و آموزش فرهنگ اجرای سیستم مدیریت و کنترل پروژه
	۱۸. استفاده از نرم‌افزارها و عدم حضور کافی در محل اجرای پروژه
بهینه سازی مصرف انرژی	۱۹. تهیه و به روز رسانی برنامه جامع بهینه سازی مصرف
	۲۰. بسترسازی مناسب فنی برای بهینه سازی انرژی
	۲۱. بهینه سازی سیستم گزارش دهی جدید در تیم پروژه
	۲۲. جامع نگری در تدوین و تنظیم قوانین در جهت بهینه سازی
	۲۳. وجود سیستم منظم نظارت بر بهینه سازی در تیم پروژه
نیروی انسانی	۲٤. استفاده از تجارب نیروی انسانی خبره در نظارت پروژه
	۲٥. وجود نیروی متخصص در تیم نظارت پروژه
	۲٦. تجربه و مهارت کافی تیم مدیریت پروژه
	۲۷. آموزش ناظران و دست اندرکاران مدیریت پروژه
	۲۸. رضایت نیروی اانسانی سازمان از سیستم نظارت بر پروژه‌های واگذار شده
	۲۹. حضور فعال تیم کنترل پروژه و سایر مدیران اصلی در تصمیم‌گیری‌های پروژه

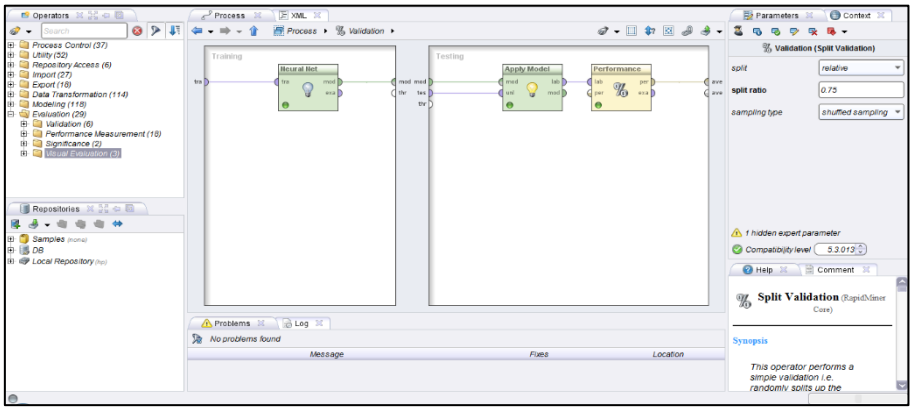
روش‌های تحویل پروژه که به عنوان متغیر پاسخ در مدل نقش آفرینی می‌کنند شامل ۱۲ روش می‌باشد که در جدول (۵) نشان داده شده است.

جدول (۵) : روش‌های تحویل پروژه

روش‌های تحویل پروژه	امانی(یک عاملی)
	درصدی
	قیمت واحد
	فهرست بهاء (بدون مصالح یا با مصالح)
	پیمان مدیریتی (MC)
	ساخت، بهره برداری، انتقال (BOT)
	خرید و نصب
	طراحی، خرید (تدارکات)، اجرا (EPC) یا طرح و ساخت
	روش‌های اجرا و تحویل پروژه (Project Delivery Systems)
	روش چندعاملی (Multiple Prime)
	روش مدیر ساخت (Construction Manager)
	روش طرح و ساخت (DB)

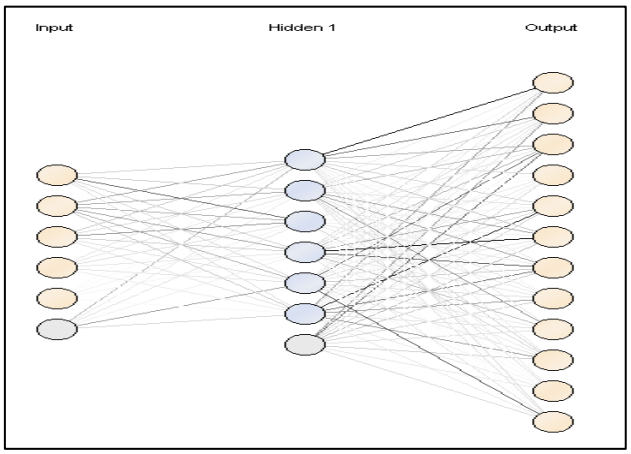
نتایج برازش مدل شبکه عصبی

در این قسمت به بیان نتایج حاصل از برازش مدل شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی متغیر پاسخ (روش تحویل پروژه) می‌پردازیم. شمایی از پیاده سازی مدل شبکه عصبی در نرم افزار Rapid miner در نمودار شکل (۴) نشان داده شده است.

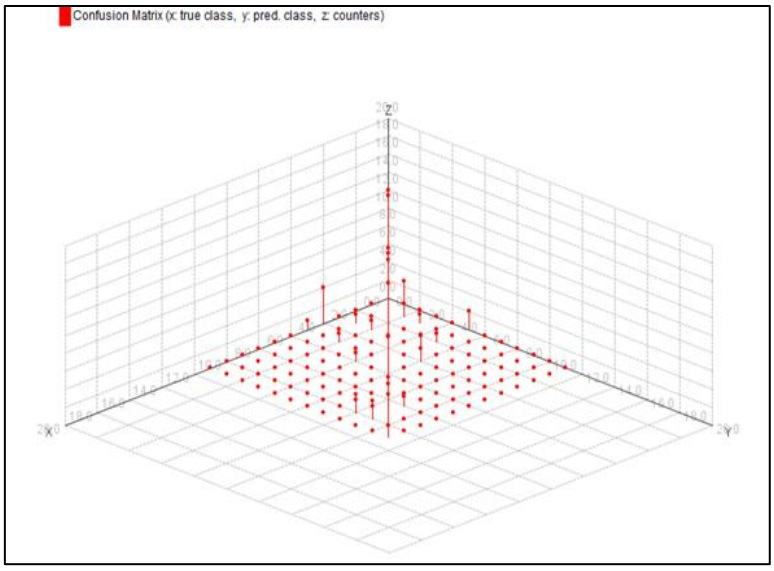


شکل (٤) : برازش مدل شبکه عصبی در نرم افزار Rapid Miner

نتایج نشان از این داشته که بهترین تعداد برای لایه پنهان یک لایه و بهترین تعداد برای نرون در لایه پنهان شش نرون می‌باشد.



شکل (۵) : نمودار مدل شبکه عصبی با یک لایه پنهان و شش نرون در لایه پنهان



شکل (۶) : نتیجه دقت کلاس بندی داده‌ها

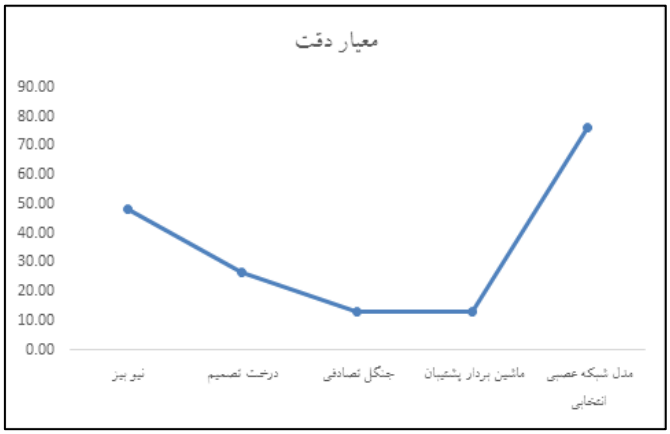
با توجه به نتایج مدل شبکه عصبی با یک لایه پنهان و ۶ نرون در لایه پنهان با تابع فعالسازی سیگموئید شاهد این بودیم که این مدل توانسته با دقت ۷۶.۴۲٪ به درستی پیش بینی کند که روش تحویل پروژه عمرانی چه می‌باشد.

بررسی دقت سایر مدل‌های داده کاوی در پیش بینی روش‌های تحویل پروژه

به منظور مقایسه نتایج دقت مدل شبکه عصبی با دقت سایر مدل‌های داده کاوی، مدل‌های چاید، درخت تصادفی، جنگل تصادفی، ماشین بردار پشتیبان را بر روی داده‌ها پیاده سازی کرده که نتایج آن به قرار جدول (۶) و نمودار شکل (۷) است.

جدول (۶) : روش‌های تحویل پروژه

مدل‌ها	معیار دقت
نیو بیز	۴۸.۱۱
درخت تصمیم	۲۶.۴۲
جنگل تصادفی	۱۳.۲۱
ماشین بردار پشتیبان	۱۳.۲۱
مدل شبکه عصبی انتخابی	۷۶.۴۲



شکل (۷) : دقت مدل‌های داده کاوی

با توجه به نتایج جدول و نمودار فوق، الگوریتم شبمه عصبی شناسایی شده در این پژوهش بیشترین دقت را در بین الگوریتم‌های داده کاوی از خود نشان داده است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

همان‌طور که از نتایج به‌دست آمده در فصل چهارم بر می‌آید، می‌توان به صورت زیر برای هر یک از سوالات تحقیق نتیجه‌گیری کرد :

فرضیه اصلی تحقیق :

مدل شبکه عصبی مصنوعی (ANN) توانایی پیش بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی را بر اساس مشخصات سازمان دارد.

با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی را بر اساس مشخصات سازمان، نتایج نشان داد که مدل‌های شبکه عصبی با ساختار پرسپترون چند لایه با یک لایه پنهان و ۶ نرون در لایه پنهان با دقتی معادل ۷۶.۴۲٪ عمل پیش‌بینی رابرای شناسایی روش صحیح تحویل پروژه ارائه نماید. به عبارت دیگر مدل شبکه عصبی توانسته از هر ۱۰۰ پروژه ساخت برای حدود ۷۷ پروژه به درستی پیش بینی نماید که روش تحویل پروژه آن چه باشد.

فرضیه فرعی اول تحقیق :

سهم مشخصه‌های سازمانی در پیش بینی روش صحیح تحویل پروژه‌های ساختمانی با استفاده از مدل شبکه عصبی مصنوعی متفاوت است.

با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل شبکه عصبی به منظور پیش‌بینی روش تحویل پروژه بر اساس مشخصه‌های سازمانی، نتایج نشان داد که مشخصه‌های سازمانی با وزن‌های مختلفی در عمل پیش بینی روش تحویل پروژه نقش آفرینی می‌نمایند. با توجه به ضرایب متغیرهای ورودی در مدل شاهد این هستیم که متغیر مالی، مدیریتی، زمینه ای، بهینه سازی و نیروی انسانی به ترتیب تقریبا بیشترین اوزان را در برآورد وزن‌های گره‌های پنهان و خروجی از خود نشان داده اند.

فرضیه فرعی دوم تحقیق :

دقت مدل شبکه عصبی مصنوعی در مقایسه با سایر مدل‌های داده کاوی بالاتر می‌باشد.

با توجه به نتایج حاصل از برازش مدل‌های مختلف داده کاوی بر روی داده‌های این پژوهش شاهد این بودیم که مدل شبکه عصبی مصنوعی با ساختار پرسپترون چند لایه با تابع فعال سازی سیگموئید و با یک لایه پنهان و ۶ نرون در لایه پنهان توانسته

بالاترین دقت را در بین مدل‌های داده کاوی از خود نشان دهد. به عبارت دیگر در بین الگوریتم‌های داده کاوی مرسومی که برای کلاس بندی متغیرهای کیفی استفاده می‌شوند مدل شبکه عصبی توانسته بیشترین کارایی را از خود نشان دهد.

۴-۲- پیشنهادات مبتنی بر نتایج تحقیق

با توجه به نتایج حاصل از فرضیات تحقیق پیشنهادات زیر ارائه می‌گردد :

- ❖ پیشنهاد می‌شود به منظور پیش‌بینی روش‌های تحویل پروژه از مدل شبکه عصبی استفاده شود
- ❖ پیشنهاد می‌شود مدل بهینه شناسایی شده در این پژوهش بر روی داده‌های سایر پروژه‌های ساخت پیاده سازی شود و دقت مدل‌ها مورد بررسی قرار گیرد.
- ❖ پیشنهاد می‌شود مدل ریاضی برگرفته از الگوریتم شبکه عصبی بصورت نرم افزاری تعبیه شده و در اختیار مدیران ارشد و مدیران پروژه قرار گیرد.
- ❖ پیشنهاد می‌شود شیوه‌های ارتقای دقت مدل شناسایی شده شناسایی شود و از سایر مدل‌ها و الگوریتم‌ها در جهت بهبود دقت مدل بهره گرفته شود.

۴-۳- پیشنهادات برای پژوهشگران آتی

پیشنهادهایی به شرح ذیل برای انجام تحقیقات بعدی برای پژوهشگران آتی ارائه می‌گردد :

- پیشنهاد می‌شود از سایر ابزارهای ساده و ترکیبی کلاس‌بندی از جمله الگوریتم‌های ترکیبی داده کاوی از قبیل الگوریتم ووت و الگوریتم پشته‌سازی برای پیش‌بینی شیوه تحویل پروژه استفاده شود.

❖ پیشنهاد می‌شود این پژوهش به دفعات بر روی انبار داده‌های جدید که هر کدام مربوط به اطلاعات سازمانی پروژه‌های ساخت در شرکت‌های مختلف است، انجام شود تا دقت مدل‌ها به دفعات بررسی شده تا صحت نتایج مورد تایید قرار گیرد.

References

Ghorbani, A. (2023). A review of successful construction project managers' competencies and leadership profile. Journal of Rehabilitation in Civil Engineering, 11(1), 76-95.

Battistella, C., Bortolotti, T., Boscari, S., Nonino, F., & Palombi, G. (2024). The impact of cultural dimensions on project management performance. International Journal of Organizational Analysis, 32(1), 108-130.

Cano, C. A. G., Castillo, V. S., & Rojas, E. E. M. (2023). Strategy for improving learning in the Financial Tools and Project Management Course through the use of Second Life-SL. Metaverse Basic and Applied Research, 2, 31-31.

Ghorbani, A. (2023). A review of successful construction project managers' competencies and leadership profile. Journal of Rehabilitation in Civil Engineering, 11(1), 76-95.

Radujković, M., & Sjekavica, M. (2017). Project management success factors. Procedia engineering, 196, 607-615.

Surco-Guillen, Y. C., Romero, J., Rodríguez-Rivero, R., & Ortiz-Marcos, I. (2022). Success Factors in Management of Development Projects. Sustainability, 14(2), 780.

Srinivasan, N. P., & Dhivya, S. (2020). An empirical study on stakeholder management in construction projects. Materials Today: Proceedings, 21, 60-62.

Sayed, M., Abdel-Hamid, M., & El-Dash, K. (2023). Improving cost estimation in construction projects. International Journal of Construction Management, 23(1), 135-143.

Farouk, A. M., Zulhisham, A. Z., Lee, Y. S., Rajabi, M. S., & Rahman, R. A. (2023). Factors, challenges and strategies of trust in BIM-Based construction projects: A case study in Malaysia. Infrastructures, 8(1), 13.

Tariq, J., & Gardezi, S. S. S. (2023). Study the delays and conflicts for construction projects and their mutual relationship: A review. Ain Shams Engineering Journal, 14(1), 101815.

Parsamehr, M., Perera, U. S., Dodanwala, T. C., Perera, P., & Ruparathna, R. (2023). A review of construction management challenges and BIM-based solutions: perspectives from the schedule, cost, quality, and safety management. Asian Journal of Civil Engineering, 24(1), 353-389.

Simonaitis, A., Daukšys, M., & Mockienė, J. (2023). A comparison of the project management methodologies PRINCE2 and PMBOK in managing repetitive construction projects. Buildings, 13(7), 1796.

Parsamehr, M., Dodanwala, T. C., Perera, P., & Ruparathna, R. (2023). Building information modeling (BIM)-based model checking to ensure occupant safety in institutional buildings. Innovative Infrastructure Solutions, 8(6), 174.

Sompolgrunk, A., Banihashemi, S., & Mohandes, S. R. (2023). Building information modelling (BIM) and the return on investment: a systematic analysis. Construction Innovation, 23(1), 129-154.

Wuni, I. Y. (2023). A systematic review of the critical success factors for implementing circular economy in construction projects. Sustainable Development, 31(3), 1195-1213.