Sport. Manage. Stud, 2024, 16(85): 43-62, Doi: 10.22089/smrj.2023.13983.3802

Sport Management Studies

Journal hompage: https://smrj.ssrc.ac.ir

Original Article

# Application of Artificial Neural Networks in Delay Modeling of Sports Construction Projects

**Fatemeh Ebrahimi[1], Ali Ghaedi[2], Seyed Hamid Sjadihazave, Zinat Nikaeen**

1. Graduated with a doctorate in sports management, employee of the Ministry of Sports and Youth
2. Assistant Professor, Department of Sport Management, Imam Ali Officers' University, Tehran, Iran
3. Azad University, Central Tehran
4. Azad University Centeral Tehran

**Received: 04/12/2022, Revised: 21/07/2023, Accepted: 26/08/2023**

* Corresponding Author: Ali Ghaedi, E-mail: ghaedi@iamu.ac.ir

**How to Cite:** Ebrahimi, F; Ghaedi, A; Sjadihazave, S. H; Nikaeen, Z. (2024). Application of Artificial Neural Networks in Delay Modeling of Sports Construction Projects. *Sport Management Studies*, 16(85), 43-62. In Persian.

## Extended Abstract

### Background and Purpose

Today, sports are widely recognized as a valuable tool that can exert numerous positive effects on society. Research indicates that sports can be effectively utilized as a development tool, fostering social, economic, and health benefits. This recognition has motivated countries and societies to harness the potential of sports through strategic planning and policy-making to promote sports development and leverage its benefits at the community level. In Iran, numerous plans have been formulated to advance sports development. For instance, the comprehensive document on sports development in the country outlines two broad dimensions: soft approaches and hard approaches. Soft approaches include the development of inputs such as technology, communication, human resources, legal frameworks, financial resources, and planning management. Hard approaches focus on the development of physical infrastructure, including sports facilities, equipment, and related amenities (Hanifa, 2020; Savadi, 2017).

Among these dimensions, the development of infrastructure stands out as a critical indicator of sports progress. It is widely acknowledged that sports development in any society cannot be realized without the establishment and enhancement of fundamental sports infrastructure, including venues and facilities (Kumar et al., 2018). Construction and infrastructure projects are therefore considered one of the most vital components in the advancement of sports in Iran (Malahi Koohi et al., 2017). Given the pivotal role of construction projects and infrastructure in meeting the sports needs of the country, delays in the implementation of these projects can lead to significant challenges and hinder sports development (Abraham, 2019).

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Timely execution of sports development plans represents a crucial opportunity for the growth of sports in the country. Conversely, delays transform this opportunity into a threat, impeding progress and diminishing potential benefits. At the time of this research, official statistics from relevant authorities indicated that nearly 4,000 sports-related projects in Iran were incomplete and suffering from implementation delays. This substantial number highlights a critical research gap and underscores the lack of scientific evidence regarding the factors contributing to these delays, their management, and strategies to mitigate them.

The present study aims to identify the factors influencing delays in sports construction projects and to develop a predictive model using artificial neural networks (ANN). The ultimate goal is to provide a scientific basis for timely intervention and reduction of delays in sports infrastructure projects, thereby facilitating the country's sports development objectives.

## Materials and Methods

The research employed a mixed-methods approach, integrating qualitative and quantitative methodologies. The qualitative phase focused on identifying delay factors in sports construction projects through expert interviews. Thirteen experts were purposively selected using snowball sampling. These experts included four university professors, four managers and engineers from the Development and Equipment Company responsible for sports venues, and five managers and technical supervisors from the Ministry of Sports and Youth's sports plans and venues department. Semi-structured interviews were conducted, and data were analyzed using a phenomenological approach with open, axial, and selective coding techniques. This process yielded 51 open codes, which were further distilled into ten selective codes representing the main categories of delay factors: financial, engineering, estimation, infrastructural, human, legal, support, supervisory, natural, and managerial.

In the quantitative phase, the focus shifted to modeling delay prediction using artificial neural networks. A sample of 750 project managers, including contractors, executive engineers, executive directors, and civil assistants from the general administration of provinces, was selected. These individuals were associated with 30 sports construction projects, with approximately 25 respondents per project. Based on the 51 open codes identified qualitatively, a comprehensive questionnaire was developed and validated by sports management professors and experts. Reliability testing using Cronbach's alpha confirmed the instrument's internal consistency.

The collected quantitative data served as input variables for the ANN model, while the duration of project delay (measured in months) was the criterion variable. The model was developed and validated using the Lowe method, with MATLAB 2018 software employed for coding and analysis.

## Findings

The study identified ten key factors affecting delays in sports construction projects: financial constraints, engineering challenges, inaccurate estimations, infrastructural deficiencies, human resource issues, legal obstacles, lack of support, supervisory weaknesses, natural factors, and managerial shortcomings. These factors collectively contribute to the complexity and prevalence of delays in sports infrastructure development.

The ANN model demonstrated robust predictive capability, with an average prediction accuracy of 88.34 percent based on the input indicators. This high level of accuracy indicates that the model effectively captures the multifaceted influences on project delays and can serve as a reliable tool for forecasting delay durations in sports construction projects.

The findings suggest that by employing this predictive model, stakeholders can anticipate potential delays early in the project lifecycle and implement corrective measures proactively. This capability is particularly valuable for managing resources, optimizing scheduling, and enhancing the overall efficiency of sports infrastructure development.

## Conclusion

Given the critical role of sports construction projects in promoting sports development and delivering community benefits, it is imperative to address and mitigate the factors causing delays. The present study's findings highlight the importance of recognizing and managing financial, technical, legal, and managerial challenges that impede timely project completion.

The proven efficacy of the ANN model in predicting delays based on identified factors offers a practical framework for early detection and intervention. By integrating this model into project management practices, decision-makers can better allocate resources, streamline processes, and reduce the incidence and impact of delays.

Furthermore, the study underscores the necessity of fostering a culture of accountability, transparency, and continuous improvement within sports construction management. This includes enhancing expertise among project managers, improving legal and supervisory frameworks, and ensuring adequate support and infrastructure to facilitate smooth project execution.

Ultimately, the application of advanced predictive analytics, combined with strategic planning and stakeholder collaboration, can significantly contribute to accelerating sports infrastructure development in Iran. This progress will enable the country to harness the full potential of sports as a driver of social, economic, and health benefits at the community level.

**Keywords:** Construction Projects, Sports, Prediction, Artificial Neural Networks, Delay.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مطالعات مدیریت ورزشی، مرداد و شهریور ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۸۵، صص. ۶۲-۴۳. Doi: 10.22089/smrj.2023.13983.3802

Sport Management Studies
Journal hompage: https://smrj.ssrc.ac.ir

مقالۀپژوهشی

# کاربرد شبکه‌های عصبی مصنوعی در مدل‌سازی تأخیر پروژه‌های عمرانی ورزشی

فهیمه ابراهیمی[۱]، علی قائدی[۲]*، سید حمید سجادی هزاوه، زینت نیک آیین

۱. دانش آموخته دکتری مدیریت ورزشی دانشگاه آزاد تهران مرکزی، کارمند وزارت ورزش
۲. استادیار، گروه مدیریت ورزشی، دانشگاه افسری امام علی (ع)، تهران، ایران
۳. استادیار، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی
۴. استادیار، دانشگاه آزاد واحد تهران مرکزی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۹/۱۳ ، تاریخ اصلاح: ۱۴۰۲/۰۴/۳۰ ، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۰۴

* Corresponding Author: Ali Ghaedi, E-mail: ghaedi@iamu.ac.ir

**How to Cite:** Ebrahimi, F; Ghaedi, A; Sjadihazave, S. H; Nikaeen, Z. (2024). Application of Artificial Neural Networks in Delay Modeling of Sports Construction Projects. *Sport Management Studies*, 16(85), 43-62. In Persian.

## چکیده

**طولانی شدن اجرای پروژه‌های ورزشی می‌تواند سبب بروز آثار منفی متعددی بر توسعه ورزش و به‌تبع آن توسعه کشور شود؛ ازاین‌رو تحقیق حاضر با هدف پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی انجام شد. روش تحقیق، آمیخته کیفی-کمی و از نوع تحقیقات کاربردی بود. جامعه آماری تحقیق در بخش کیفی، خبرگان حوزه پروژه‌های عمرانی ورزشی بودند که با روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله‌برفی به تعداد ۱۳ نفر از این خبرگان مراجعه شد و با انجام مصاحبه نیمه‌ساختارمند به شناسایی عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی پرداخته شد. جامعه دوم تحقیق در بخش کمّی به‌منظور پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی انجام شد که شامل عوامل مدیریتی ساخت پروژه عمرانی مانند پیمانکار، مهندسی اجرایی، مدیران اجرایی و معاونین عمرانی ادارات کل استان‌ها بود و تعداد ۷۵۰ نفر از آن‌ها در قالب ۲۵ نفر برای هر پروژه و درمجموع ۳۰ پروژه به روش دردسترس به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. برای دستیابی به مدل پیش‌بینی تأخیر از شبکه‌های عصبی مصنوعی و برای اعتبار سنجی کار از الگوریتم لوو استفاده شد. براساس نتایج، مدل ارائه‌شده توانست با دقت ۸۸/۳۴ میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی را شناسایی کند؛ بنابراین با توجه به این مدل می‌توان میزان تأخیر را در پروژه‌های عمرانی پیش‌بینی کرد و اقدام لازم در راستای کاهش آن انجام داد.**

**واژگان کلیدی:** پروژه‌های عمرانی، ورزش، پیش‌بینی، شبکه‌های عصبی مصنوعی، تأخیر.

Copyright: © 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

## مقدمه

امروزه از ورزش به‌عنوان یک ابزار ارزشمند دارای تأثیرات متعدد بر جامعه یاد می‌شود. تحقیقات نشان‌دهنده این است که از ورزش می‌توان به‌عنوان یک ابزار توسعه‌ای مناسب استفاده کرد. همین اهمیت و جایگاه باعث شده است که کشورها و جوامع در پی این باشند که از این ظرفیت استفاده کنند و با برنامه‌ریزی مناسب زمینه توسعه ورزش و بهره‌مندی از مزایای آن در سطح جامعه را فراهم آورند. در کشور ما هم برنامه‌ریزی‌های متعددی در جهت توسعه ورزش صورت می‌گیرد؛ به عنوان مثال، در سند جامع توسعه ورزش کشور، ابعاد توسعه ورزش شامل رویکردهای نرم (توسعه نهاده‌ها، توسعه فن‌آوری و ارتباطات، توسعه منابع انسانی، توسعه محیط حقوقی، توسعه منابع مالی، توسعه مدیریت برنامه‌ریزی و...) و رویکردهای سخت (توسعه امکانات، زیرساخت‌ها و تأسیسات و تجهیزات) توصیف شده است (حنیفه، ۲۰۲۰؛ سوادی، ۲۰۱۷). همان‌طورکه در سند جامع توسعه ورزش کشور بیان شده است، یکی از شاخص‌های مهم در توسعه ورزش، توسعه زیرساخت است. بدون‌شک، بدون توسعه زیرساخت‌های اولیه ورزشی ازجمله اماکن و تأسیسات ورزشی نمی‌توان ورزش را در جامعه توسعه داد (کومار و همکاران[1]، ۲۰۱۸). درواقع پروژه‌های عمرانی و زیرساختی یکی از ابعاد مهم حیاتی و مهم در توسعه ورزش ایران شناخته می‌شود (ملاهی کوهی، ۲۰۱۷).

با توجه به جایگاه مهم و کلیدی پروژه‌های عمرانی و به صورت کلی توسعه زیرساخت، در توسعه و رفع نیازهای ورزشی کشور، تأخیر در روند اجرای این پروژه‌ها می‌تواند مشکلات زیادی در این حوزه ایجاد کند (آبراهام[2]، ۲۰۱۹). اجرای به‌موقع طرح‌های عمرانی ورزشی فرصتی برای توسعه ورزش کشور است و تأخیر در اجرای آن‌ها این فرصت را به تهدید تبدیل می‌کند. ازجمله اثرات منفی تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی عبارت‌اند از: از بین رفتن توجیه‌پذیری طرح، افزایش قیمت تمام‌شده طرح، تحمیل نرخ تورم بر کشور، زیان حاصل از فقدان بهره‌برداری (خاندوزی، ۲۰۱۱)؛ بنابراین لزوم توجه به بعد زیرساختی و عمرانی در حوزه ورزش، به لحاظ توسعه و درنتیجه برخورداری از تأثیرات آن در امر توسعه‌یافتگی جامعه امری مهم و ضروری است. تحقیقات متعددی در زمینه تأخیر در پروژهای عمرانی و علل این تأخیرها صورت گرفته است که بیشتر این تحقیقات در پروژه‌های عمرانی غیرورزشی است. حنیفه (۲۰۲۰) بیان کرد که افزایش زمان تکمیل پروژه، افزایش هزینه‌های پروژه و نرسیدن به کیفیت موردنیاز ازجمله عواقب بروز تأخیر است. حقیقت (۲۰۱۹) اشاره کرد که مشکلات مالی یکی از مشکلات عمده در شکل‌گیری تأخیر در پروژه‌های عمرانی است. اوکورو و همکاران[3] (۲۰۲۰) بیان کردند، مشکلات انسانی و نبود نیروی انسانی ماهر مهم‌ترین عامل تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز کشور نیجریه است. گندوز و تهمار[4] (۲۰۲۰) تجربه مشاور، تجربه پیمانکار، کمبود مصالح و مشکلات تأمین اعتبار را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأخیر در پروژه‌های ورزشی نام بردند. تهمار[5] (۲۰۱۸) هشت گروه شامل تأخیر مربوط به دامنه کار، مدت‌زمان پروژه، مدیریت پروژه، مشاور، پیمانکار، فدراسیون‌های بین‌المللی، مقامات محلی و تأخیر مربوط به گروه را به‌عنوان مهم‌ترین علل تأخیر در تأسیسات ورزشی قطر نام برد. اگیومنسا و نایت[6] (۲۰۱۷) کمبود دانش و شایستگی، تصمیمات تجاری ضعیف، مدیریت ریسک ضعیف و مدیریت پشتیبانی نامناسب

1. Kumar
2. Abraham
3. Okoro
4. Gunduz & Tehemar
5. Tehemar
6. Agyekum-Mensah & Knight

را به‌عنوان مهم‌ترین دلایل عمده بروز تأخیر در پروژه‌های ورزشی نام بردند. گورگانی و همکاران (۲۰۱۹) مدیریت نامناسب پشتیبانی، رعایت نشدن اصول مهندسی مانند انتخاب پیمانکار و نظارت بر کار آن، رفع نشدن به‌موقع تعارضات حقوقی، تعامل نامناسب با سایر دستگاه‌های شهری و تخصیص نامناسب اعتبارات را به‌عنوان مهم‌ترین علل تأخیر در این پروژه‌ها نام بردند. الاوی و همکاران[1] (۲۰۱۶) مالکیت زمین، تخصص نداشتن پیمانکاران، طراحی مجدد و خدمات نامناسب پروژه را به‌عنوان مهم‌ترین عوامل ایجاد تأخیر در پروژه‌های عمرانی دانستند.

تحقیقاتی در حوزه پروژه‌های عمرانی در کشور ما و سایر کشورها انجام شده است، ولی در کشور ما حوزه پروژه‌های عمرانی ورزشی کمتر مدنظر قرار گرفته و تحقیقات اندکی در این حوزه انجام شده است. از طرفی بیشتر تحقیقات انجام‌شده در این حوزه به بررسی علل تأخیر پرداخته‌اند و به پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌ها کمتر توجه شده است. با پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی در اوایل کار پروژه می‌توان به بررسی عوامل مؤثر در تأخیر پرداخت و زمینه کاهش تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی را فراهم آورد. یکی از روش‌های مناسب در پیش‌بینی شبکه‌های عصبی مصنوعی است که با الهام از مغز انسان به‌عنوان مجموعه‌ای از روش‌های ساده و در عین حال قدرتمند محاسباتی شناخته می‌شود. این شبکه‌های عصبی توان پردازش بسیار دارند و قادر به انجام موفقیت‌آمیز اعمالی مانند تخمین توابع پیچیدهٔ غیرخطی و تشخیص و طبقه‌بندی الگوها هستند (میرفخرالدینی، ۲۰۱۱). پژوهشگران همواره بر کاربردهای شبکه‌های عصبی در تحلیل و بررسی یک حیطه تأکید کرده‌اند که می‌تواند در پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی استفاده شود. فقدان بهره‌گیری از شبکه‌های عصبی در پیش‌بینی تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی به‌عنوان یک خلأ آشکار در حوزه مطالعات مدیریت ورزشی درک‌شدنی است. در زمان نگارش این تحقیق و با مراجعه محقق به مراکز ذی‌صلاح، آمار پروژه‌های نیمه‌تمام دارای تأخیر کشور در حوزه ورزشی نزدیک به ۴۰۰۰ عنوان پروژه ذکر شد. با توجه به آمار قابل‌ملاحظه این پروژه‌ها، خلأ تحقیقاتی و نبود شواهد علمی درخصوص عوامل مؤثر بر بروز تأخیر، مدیریت و درنهایت کاهش تأخیر در این پروژه‌ها، تحقیق حاضر با هدف شناسایی عوامل مؤثر بر ایجاد تأخیر به‌منظور مدل‌سازی آن با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی انجام شد تا از این طریق به پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی بپردازد و با اقدام به‌موقع زمینه کاهش تأخیر در این پروژه‌ها را فراهم آورد.

## شبکه‌های عصبی مصنوعی[2]

شبکه عصبی مصنوعی یا به‌اختصار شبکه عصبی، یک ابزار محاسباتی الهام‌گرفته از مغز انسان است. الهام از مغز انسان، شبکه‌های عصبی مصنوعی را به مجموعه‌ای از روش‌های ساده و در عین حال قدرتمند محاسباتی تبدیل کرده است. ویژگی‌هایی همچون قدرت یادگیری و انطباق، قدرت تعمیم، پردازش زمینه‌ای اطلاعات، تحمل خطا و یکنواختی تحلیل و طراحی، باعث می‌شود شبکه‌های عصبی توان پردازش بسیاری داشته باشند و قادر به انجام موفقیت‌آمیز اعمالی مانند تخمین توابع پیچیدهٔ غیرخطی و تشخیص و طبقه‌بندی الگوها باشند (میر فخرالدینی، ۲۰۱۱). از مهم‌ترین ویژگی‌های شبکه‌های عصبی-مصنوعی وابسته نبودن آن‌ها به فرضیه‌های اولیه درباره داده‌های ورودی است؛ به این معنا که داده‌های ورودی می‌توانند هر گونه توزیع آماری دلخواهی داشته باشند و به صورت غیرخطی باشند. این ویژگی مهم شبکه‌های عصبی امتیاز ویژه آن‌ها در مقابل دیگر روش‌های آماری ازجمله رگرسیون است و به آن‌ها این توانایی را می‌دهد که به طور یکسان از انواع مختلف داده‌های ورودی با هر توزیع دلخواه استفاده کنند. همچنین با داشتن قابلیت‌های بسیار دیگری مانند سرعت پردازش زیاد (به

1. Elawi
2. Artificial Neural Networks

سبب پردازش‌های موازی)، داشتن توان بالقوه در حل مسائلی که شبیه‌سازی آن‌ها از طریق منطقی یا سایر روش‌ها مشکل یا غیر ممکن است، کار آمد بودن شبکه برای یادگیری و انطباق با محیط در صورت تغییر در موقعیت محیطی، فقدان از کار افتادگی شبکه در صورت آسیب‌دیدگی قسمتی از نورون‌ها و داشتن جواب منطقی برای داده‌های در شرایط اطمینان (اعم از آنکه فازی باشند یا توأم با دریافت نویز استخراج شده باشند)، علاقه‌مندی به استفاده از این روش را بیشتر می‌کند (بشیر و هاجمیر[1]، ۲۰۰۰).

شبکه‌های عصبی مصنوعی، سیستم‌ها و روش‌های محاسباتی نوین برای یادگیری ماشینی، نمایش دانش و در انتها اعمال دانش به‌دست‌آمده در جهت پیش‌بینی پاسخ‌های خروجی از سامانه‌های پیچیده هستند. ایده اصلی این‌گونه شبکه‌ها تا حدودی الهام‌گرفته از شیوه کارکرد سیستم عصبی زیستی برای پردازش داده‌ها و اطلاعات به‌منظور یادگیری و ایجاد دانش است. عنصر کلیدی این ایده، ایجاد ساختارهایی جدید برای سامانه پردازش اطلاعات است (قربانی، ۲۰۱۸). یک شبکه عصبی مصنوعی، فرایندی محاسباتی است که تلاش می‌کند برخی از روش‌های اساسی پردازش اطلاعات در مغز انسان را تقلید کند. مطالعه شبکه‌های عصبی، توجه بسیاری از محققان از طیف گسترده‌ای از رشته‌ها مانند زیست‌شناسی، مهندسی و ریاضیات را به خود جلب کرده است. این شبکه‌ها متشکل از بسیاری از عناصر پردازش ساده به نام نورون‌ها (سلول‌های عصبی) است. نورون‌ها در لایه‌های به‌هم‌پیوسته قرار دارند و به‌طور هم‌زمان محاسبات را به‌صورت موازی اجرا می‌کنند. مدل‌های شبکه‌های عصبی مصنوعی در زمینه‌های مختلف علمی توسعه یافته‌اند. هدف اصلی به دست آوردن معانی از مجموعه داده‌های پیچیده و ایجاد مدلی برای پیش‌بینی است. شبکه‌های عصبی مصنوعی یک روش جایگزین برای مدل‌سازی فیزیکی هستند. به‌علاوه، آن‌ها غالباً با برای تجزیه‌وتحلیل آماری و مدل‌سازی داده‌ها استفاده می‌شوند که نقش آن‌ها به‌عنوان جایگزینی برای روش‌های رگرسیون و یا تحلیل خوشه‌ای غیرخطی استاندارد مطرح می‌شود. شبکه‌های عصبی مصنوعی با موفقیت می‌توانند مسائل غیرخطی، کنترل داده‌های نویز و یا نامنظم با صدها متغیر یا پارامتر مرتبط را حل کنند و راه‌حل‌های کلی ارائه دهند (الواعلی و همکاران[2]، ۲۰۱۹)؛ بنابراین با توجه به ویژگی شبکه‌های عصبی و اینکه این شبکه‌ها به‌عنوان یک ابزار قدرتمند برای پیش‌بینی مسائل مختلف به‌کار می‌روند، در تحقیق حاضر از این شبکه‌ها به‌منظور پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی‌ورزشی استفاده شد.

## روش پژوهش

روش تحقیق حاضر، آمیخته کیفی-کمی و از نوع تحقیقات کاربردی بود. جامعه آماری تحقیق در بخش کیفی خبرگان حوزه پروژه‌های عمرانی ورزشی بودند که در با روش نمونه‌گیری هدفمند و تکنیک گلوله‌برفی به ۱۳ نفر از این خبرگان (۴ نفر از اساتید دانشگاهی، ۴ نفر از مدیران و مهندسان شرکت توسعه و تجهیز اماکن ورزشی و ۵ نفر از مدیران و کارشناسان دفتر فنی و نظارت بر طرح‌ها و اماکن ورزشی وزارت ورزش و جوانان) مراجعه شد و با انجام مصاحبه نیمه‌ساختارمند و با استفاده از روش پدیدار شناختی و کدگذاری باز، محوری و گزینشی به شناسایی عوامل مؤثر بر تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی پرداخته شد. در این مرحله از تحقیق تعداد ۵۱ کد باز و درنهایت ۱۰ کد گزینشی، مالی، مهندسی، برآوردی، زیرساختی، انسانی، حقوقی، پشتیبانی، نظارتی، طبیعی و مدیریتی به‌عنوان عوامل مؤثر بر ایجاد تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی

1. Basheer & Hajmeer
2. Al-Waeli

شناخته شد. جامعه دوم تحقیق در بخش کمی به‌منظور ارائه مدل پیش‌بینی تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی با استفاده از شبکه‌های عصبی مصنوعی شامل عوامل مدیریتی ساخت پروژه عمرانی مانند پیمانکار، مهندسی اجرایی، مدیران اجرایی و معاونان عمرانی ادارات کل استان‌ها بودند که ۷۵۰ نفر از آن‌ها در قالب ۲۵ نفر برای هر پروژه و درمجموع ۳۰ پروژه به روش دردسترس به‌عنوان نمونه انتخاب شدند. با توجه به ۵۱ کد باز شناسایی‌شده در بخش کیفی، پرسشنامه کمی تهیه شد و پس از تعیین روایی این پرسشنامه توسط اساتید و متخصصان حوزه مدیریت ورزشی و بررسی پایایی آن با استفاده از آلفای کرونباخ، داده‌های حاصل از این پرسشنامه به‌عنوان ورودی شبکه‌های عصبی مصنوعی لحاظ شد. برای اعتبار سنجی الگوریتم از روش لوو[1] و برای کدنویسی از نرم‌افزار متلب ۲۰۱۸ استفاده شد. در این تحقیق متغیرهای برآمده از انجام مصاحبه نیمه‌ساختار یافته (۵۱ کد باز) به‌عنوان متغیرهای پیش‌بین و مدت‌زمان تأخیر در پروژه براساس ماه به‌عنوان متغیر ملاک لحاظ شدند.

## شبکه‌های عصبی چند لایه پرسپترون[2]

شبکه‌های چندلایه پیشخور یکی از مهم‌ترین ساختارهای شبکه‌های عصبی مصنوعی هستند. به طور معمول این شبکه‌ها شامل مجموعه‌ای از واحدهای حسی (نرونهای پایه) هستند که تشکیل دهنده لایه ورودی، یک یا چند لایه پنهان و یک لایه خروجی‌اند. سیگنال ورودی در خلال شبکه و در مسیری رو به جلو به صورت لایه به لایه منتشر می‌شود. این نوع شبکه معمولاً با عنوان پرسپترون چندلایه (MLP) نامیده می‌شود. در تحقیق حاضر از این شبکه‌ها استفاده شد.

## داده‌های ورودی و خروجی شبکه

در مرحله اول، داده‌های مربوط از ۷۵۰ نمونه تحقیق تهیه شد و سپس اقدام به داده‌پردازی، محاسبه و ماتریس بندی داده‌ها شد. برای تعیین بهترین الگوی ورودی به شبکه، عوامل مختلفی که ممکن است در پدیده مؤثر باشند باید در نظر گرفته شوند. در این پژوهش با توجه به عوامل تأثیرگذار بر تأخیر پروژه‌های عمرانی ورزشی، لایه ورودی شبکه ۵۱ نورون شامل شاخص‌های به‌دست‌آمده از ۱۰ مقوله مالی، مهندسی، برآوردی، زیرساختی، انسانی، حقوقی، پشتیبانی، نظارتی، طبیعی و مدیریتی است. سیستم دارای سه لایه پنهان در مرحله پردازش نورون‌ها است. نورون خروجی را میزان قدرت پیش‌بینی تأخیر در اتمام پروژه‌های عمرانی ورزشی تشکیل می‌دهد.

$$\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN+TP}$$

**تابع ۱- تابع میزان قدرت پیش‌بینی شبکه عصبی مصنوعی**

**Function 1- The function of the prediction power of the artificial neural network**

TP: True Positive (تعداد پیش‌بینی‌های درست سیستم)

FN: False Negative (تعداد نادرست پیش‌بینی‌های نادرست سیستم)

FP: False Positive (تعداد پیش‌بینی‌های نادرست سیستم)

1. Leave-One-Out
2. Multilayer Perceptron

True Negative :TN (تعداد درست پیش ینی‌های سیستم)

**نرمالیزه کردن داده‌ها**

وارد کردن داده‌ها به صورت خام باعث کاهش سرعت و دقت شبکه می‌شود؛ ازاین‌رو داده‌های ورودی به شبکه باید نرمال شود. در این تحقیق برای نرمالیزه کردن داده‌ها از رابطه زیر استفاده شد که ورودی‌ها را بین ۰/۱ و ۰/۹ استاندارد می‌کند. درنهایت می‌توان خروجی‌های شبکه را با معکوس کردن الگوریتم استانداردسازی، به حالت اولیه برگرداند.

$$x_i = \lambda_i + (\lambda_2 - \lambda_1)(\frac{z_i - z_i^{min}}{z_i^{max} - z_i^{min}})$$

تابع ۲- تابع استانداردسازی شبکه عصبی

Function 2. Neural network standardization function

در این رابطه، $x_i$ مقدار نرمالیزه‌شده $z_i$ و $z_i$ متغیر مدنظر، $z_i^{min}$ و $z_i^{max}$ مقادیر حداکثر و حداقل $z_i$ هستند.

**تعداد لایه‌های پنهان**

تعداد لایه‌های پنهان تا حد مکان باید کم باشد. ثابت شده است که هر تابع می‌تواند حداکثر با سه لایه پنهان تقریب زده شود. ابتدا شبکه با یک لایه پنهان آموزش داده می‌شود که در صورت عملکرد نامناسب، تعداد لایه‌های پنهان افزایش خواهد یافت. (گلابی، ۲۰۱۳).

**تعداد نورون‌های لایه پنهان**

اندازه یک لایه مخفی عموماً به طور تجربی به دست می‌آید. برای یک شبکه عصبی با اندازه معقول تعداد نورون‌های مخفی با نسبت کوچکی از تعداد ورودی‌ها انتخاب می‌شود. اگر شبکه به جواب مطلوب همگرا نشود، تعداد نورون‌های لایه مخفی را افزایش می‌دهند و اگر شبکه همگرا شد و از قدرت تعمیم خوبی برخوردار بود، در صورت امکان تعداد نورون‌های مخفی کمتری را آزمایش می‌کنند (گلابی، ۲۰۱۳). در پژوهش حاضر از سه لایه پنهان استفاده شد.

**توابع محرک**

نورون‌ها می‌توانند از توابع محرک متفاوتی برای تولید خروجی استفاده کنند. که از رایج‌ترین آن‌ها می‌توان به توابع لگاریتم سیگموئیدی، تانژانت سیگموئیدی و تابع محرک خطی اشاره کرد. با توجه به آنچه بیان شد، مشخصات شبکه عصبی به‌کاررفته در تحقیق در جدول (۱) نشان داده شده است.

**جدول ۱- مشخصات شبکه عصبی به‌کاررفته در تحقیق**

**Table 1- Characteristics of the neural network used in the research**

| | |
|---|---|
| تعداد لایه‌های ورودی<br>Number of input layers | 1 |
| تعداد نورون‌های ورودی<br>Number of input layers | 3 |
| تعداد لایه‌های پنهان<br>Number of input layers | 51 |
| تعداد نورون‌های لایه‌های پنهان<br>Number of input layers | 18-16-17 |

**جدول ۱- مشخصات شبکه عصبی به‌کاررفته در تحقیق**

**Table 1- Characteristics of the neural network used in the research**

| | |
|---|---|
| تعداد نورون‌های خروجی<br>number of output neurons | 1 |
| نوع تابع شبکه<br>Network function type | سیگموئید<br>sigmoid |
| نوع آموزش شبکه<br>Network training type | پس انتشار خطا<br>sigmoid |
| نرخ یادگیری<br>Network training type | 0.1 |
| تعداد تکرار<br>Network training type | 1700 |

## روش اعتبارسنجی لوو

با استفاده از روش لوو به اعتبارسنجی الگوریتم‌ها پرداخته شد. مشاهداتی از جامعه به صورت یک نمونه تصادفی در دسترس است که قرار است از آن‌ها در مدل‌سازی استفاده شود. هدف اعتبارسنجی متقابل، دستیابی به مدلی است که تعداد پارامترهای آن بهینه باشد؛ یعنی پیدا کردن مدلی است که دچار بیش‌پرازش نباشد. برای دستیابی به این هدف در یادگیری ماشین معمولاً داده‌ها را به دو قسمت تفکیک می‌کنند.

### قسمت داده‌های آموزشی

از این بخش از داده‌ها به‌منظور ایجاد مدل و برآورد پارامترهای آن استفاده می‌شود.

### قسمت داده‌های آزمایشی

این قسمت از داده‌ها برای بررسی کارایی مدل استفاده می‌شود. اهمیت این بخش از داده‌ها در این نکته است که این مشاهدات شامل مقدارهای متغیرهای مستقل($x$) ها و پاسخی ($y$) هستند که در مدل به کار نرفته‌اند، ولی امکان مقایسه مقدار پیش‌بینی‌شده ($\hat{y}$) با مقدار واقعی را به ما می‌دهند؛ البته توجه داریم که این داده‌ها مدل را تحت‌تأثیر قرار نداده‌اند؛ پس در تعیین پارامترهای مدل نقشی ندارند و فقط برای ارزیابی و بهینه‌سازی مدل به کار می‌روند.

با توجه به تفکیکی که برای این دو گروه داده در نظر گرفته شد، مدل‌سازی فقط براساس بخش داده‌های آموزشی خواهد بود؛ ولی در روش اعتبارسنجی متقابل طی یک فرایند تکرارشونده، قسمت داده‌های آموزشی که به‌منظور مدل‌سازی به کار می‌رود، خود به دو بخش تفکیک می‌شود. در هر بار تکرار فرایند اعتبارسنجی متقابل، بخشی از داده‌ها برای آموزش و بخشی دیگر برای آزمایش مدل به کار می‌رود؛ به این ترتیب این فرایند یک روش بازنمونه‌گیری به‌منظور برآورد خطای مدل محسوب می‌شود.

این اعتبارسنجی علاوه‌بر آزمون و آموزش، به خبره‌سازی الگوریتم هوشمند طراحی‌شده در هریک از روش‌های استفاده‌شده کمک می‌کند تا از سویی امکان خطای پیش‌بینی کاهش یابد و از سوی دیگر در صورت شناسایی دقیق نشدن شاخص‌های پیش‌بین، بتوان به بازنگری مجدد آن‌ها پرداخت. درنهایت، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در روش شبکه عصبی مصنوعی، تعداد ماه تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی تخمین زده شد.

## نتایج

ویژگی‌های جمعیت شناختی نمونه‌های تحقیق در جدول (۲) بیان شده است.

**جدول ۲- ویژگی‌های جمعیت‌شناختی نمونه‌های تحقیق در قسمت شبکه‌های عصبی**

**Table 2- Demographic characteristics of research samples in the field of neural networks**

| متغیر Variable | گروه Group | تعداد Number | درصد فراوانی Frequency |
|---|---|---|---|
| جنسیت sex | زن Male | 156 | 20.8 |
| | مرد Female | 594 | 79.2 |
| سن adge | کمتر از ۴۰ Less than 40 | 189 | 25.2 |
| | بین ۴۰ تا ۵۰ Between 40 and 50 | 368 | 49.06 |
| | بیشتر از ۵۰ More than 50 | 193 | 25.73 |
| تحصیلات education | کارشناسی bachelor | 416 | 55.46 |
| | کارشناسی ارشد Masters | 295 | 39.33 |
| | دکتری PhD | 39 | 5.2 |
| شغل Job | مدیران و کارشناسان دفتر نظارت براماکن ورزشی وزارت ورزش و جوانان Managers and experts of the Sports Venues Supervision Office of the Ministry of Sports and Youth | 5 | 0.6 |
| | مدیر کل و معاون توسعه مدیریت و منابع انسانی ادارات ورزش و جوانان استان و کارشناسان این حوزه General Manager and Deputy Director of Management and Human Resources Development of Sports and Youth Departments of the province and experts in this field | 76 | 10.13 |
| | رئیس و معاون اداره ورزش و جوانان شهرستان The head and deputy of the sports and youth department of the city | 48 | 6.4 |
| | کارشناس، مهندسین و مدیران دفتر فنی و مهندسی ادارات ورزش و جوانان استان Experts, engineers and managers of the technical and engineering office of the sports and youth department of the province | 75 | 10 |
| | مدیران و کارشناسان شاغل در دفتر حقوقی و املاک، هماهنگی و امور استان‌ها و دفتر برنامه و بودجه وزارت ورزش و جوانان Managers and experts working in the legal and real estate office, coordination and affairs of the provinces and the program and budget office of the Ministry of Sports and Youth | 33 | 4.4 |
| | مدیران وکارشناسان شاغل در اداره حقوقی ادارات کل ورزش و جوانان استان Managers and experts working in the legal department of the General Directorate of Sports and Youth of the province | 87 | 11.6 |
| | پیمانکار | 51 | 6.8 |

| متغیر Variable | گروه Group | تعداد Number | درصد فراوانی Frequency |
|---|---|---|---|
| | Contractors | | |
| | مدیر پروژه project manager | 76 | 10.13 |
| | مدیران و کارشناسان دفاترذیحسابی ورزش و جوانان استان Managers and experts of sports and youth accounting offices of the province | 89 | 11.86 |
| | ناظر و مشاور پروژه Project supervisor and consultant | 98 | 130.6 |
| | سایر مدیران و کارشناسان آگاه به موضوع در ادارات کل ورزش جوانان استان و شهرستان‌ها و هیئت‌های ورزشی Other managers and experts knowledgeable about the issue in the general administrations of youth sports of the province and cities and sports boards | 112 | 14.93 |

مشخصات پروژه‌های عمرانی ورزشی بررسی‌شده در جدول (۳) آورده شده است. این پروژه‌ها به صورت میانگین دارای ۳۹ ماه تأخیر بودند.

**جدول ۳- مشخصات پروژه‌های بررسی‌شده**

**Table 3- Specifications of the reviewed projects**

| ردیف Row | مساحت (مترمربع) (Area) square meters | تاریخ شروع پروژه Project start date | مدت‌زمان تأخیر Delay time |
|---|---|---|---|
| 1 | 1400 | 1396 | 22 |
| 2 | 1030 | 1396 | 14 |
| 3 | 1800 | 1392 | 60 |
| 4 | 1300 | 1392 | 60 |
| 5 | 1500 | 1393 | 48 |
| 6 | 1500 | 1391 | 74 |
| 7 | 1000 | 1396 | 24 |
| 8 | 1000 | 1390 | 71 |
| 9 | 1450 | 1396 | 12 |
| 10 | 1600 | 1390 | 72 |
| 11 | 1200 | 1396 | 12 |
| 12 | 1050 | 1391 | 84 |
| 13 | 1500 | 1396 | 13 |
| 14 | 1500 | 1389 | 90 |
| 15 | 1200 | 1396 | 24 |
| 16 | 2000 | 1393 | 45 |

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

**جدول ۳- مشخصات پروژه‌های بررسی‌شده**
**Table 3- Specifications of the reviewed projects**

| ردیف Row | مساحت (مترمربع) (Area) square meters | تاریخ شروع پروژه Project start date | مدت‌زمان تأخیر Delay time |
|---|---|---|---|
| 17 | 1200 | 1391 | 60 |
| 18 | 1400 | 1395 | 24 |
| 19 | 1500 | 1395 | 24 |
| 20 | 1500 | 1396 | 12 |
| 21 | 1150 | 1396 | 14 |
| 22 | 500 | 1391 | 72 |
| 23 | - | 1396 | 24 |
| 24 | 1500 | 1396 | 24 |
| 25 | 810 | 1397 | 11 |
| 26 | 1400 | 1396 | 12 |
| 27 | 1200 | 1397 | 36 |
| 28 | 800 | 1390 | 78 |
| 29 | 1000 | 1397 | 12 |
| 30 | 850 | 1396 | 39 |

در راستای جمع‌آوری اطلاعات موردنیاز برای ارائه مدل پیش‌بینی تأخیر پروژه‌های عمرانی ورزشی با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی، مقوله‌های کیفی مستخرج از تحقیق در قالب پرسشنامه پنج‌ارزشی لیکرت طراحی شد و بین عوامل اجرایی پروژه‌ها توزیع شد. سپس داده‌های جمع‌آوری‌شده به‌عنوان داده ورودی به سیستم شبکه عصبی مصنوعی وارد شد. با استفاده از روش لوو و به‌کارگیری همه اطلاعات مربوط به شاخص‌های تأخیر پروژه‌های عمرانی ورزشی و همچنین میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی، خبره‌سازی مدل انجام شد. در این روش مجموعه داده‌های آموزشی یک مشاهده، خارج شده و براساس بقیه مشاهده‌ها، پارامترها برآورد می‌شود. سپس میزان خطای مدل برای مشاهده خارج‌شده محاسبه می‌شود. از آنجایی‌که در این روش در هر مرحله از فرایند اعتبارسنجی متقابل فقط یکی از مشاهده‌ها خارج می‌شود، تعداد مراحل تکرار فرایند اعتبارسنجی متقابل با تعداد داده‌های آموزشی برابر است؛ درنتیجه زمان محاسبه خطای مدل کوتاه بوده و به راحتی نیز قابل‌پیاده‌سازی است. به اختصار این روش را لوو می‌نامند. نمونه کد زیر نشان‌دهنده مراحل اجرای این روش اعتبارسنجی متقابل است.

```
Input:

x, {vector of length N with x-values of data points}

y, {vector of length N with y-values of data points}

Output:

err, {estimate for the prediction error}

Steps:

err ← 0

for i ← 1, . . . , N do

// define the cross-validation subsets

x_in ← (x[1], . . . , x[i − 1], x[i + 1], . . . , x[N])

y_in ← (y[1], . . . , y[i − 1], y[i + 1], . . . , y[N]

x_out ← x[i]

interpolate(x_in, y_in, x_out, y_out)

err ← err + (y[i] − y_out)^2

end for

err ← err/N
```

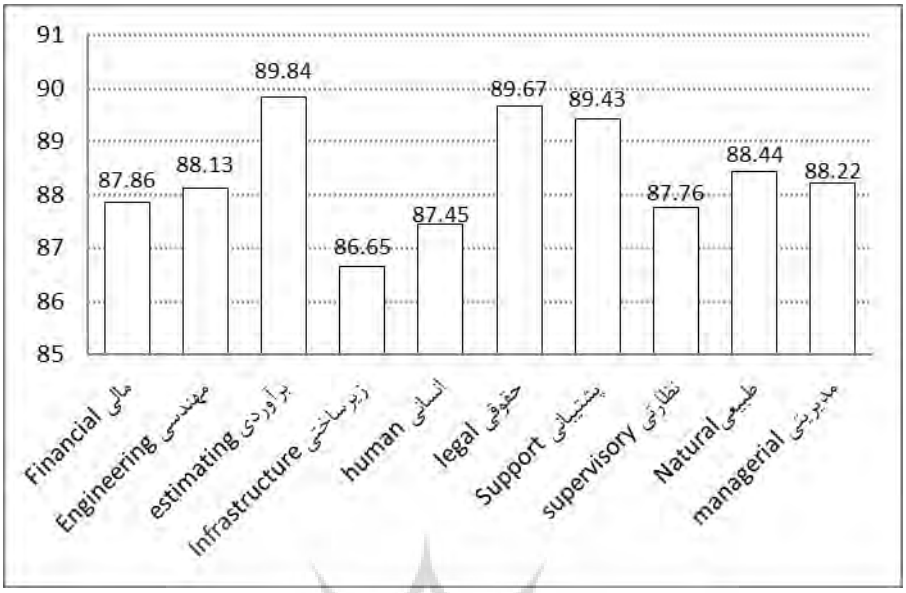
**شکل ۱- نمونه کدنویسی روش لوو**

**Figure 1- Leave method coding example**

همان‌طورکه در شکل (۱) دیده می‌شود، در مرحله i ام، مشاهده i ام از مجموعه داده‌های آموزشی خارج شده و مدل توسط تابعInterpolate برآورد می‌شود و مقدار تخمینی برای متغیر پاسخ در مشاهده i ام توسط مدل به دست می‌آید. مربع فاصله مقدار واقعی متغیر پاسخ (y[i]) از مقدار برآوردشده (y_out) نیز به‌عنوان برآورد خطای مدل در نظر گرفته شده و در انتها، میانگین خطای همه مدل‌ها به‌عنوان برآورد خطای کلی محاسبه شده است.

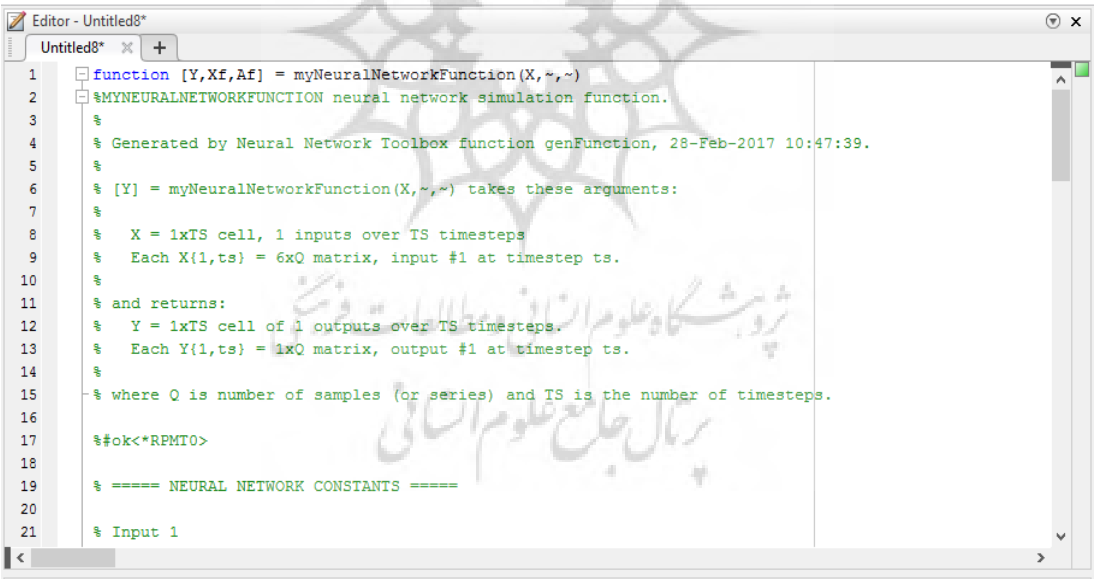
براساس نتایج مدل شبکه عصبی مصنوعی، دقت مدل در هریک از مقوله‌ها به شرح زیر محاسبه شد: مقوله‌های مدیریتی (۸۸/۲۲)، مهندسی (۸۸/۱۳)، نظارتی (۸۷/۷۶)، مالی (۸۷/۸۶)، حقوقی (۸۹/۶۷)، پشتیبانی (۸۹/۴۳)، انسانی (۸۷/۴۵)، زیرساختی (۸۶/۶۵)، طبیعی (۸۸/۴۴) و برآوردی (۸۹/۸۴). همان‌طورکه در شکل (۲) مشخص است، ترتیب عوامل در مدل شبکه‌های عصبی از بیشترین به کمترین دقت عبارت‌اند از: برآوردی، حقوقی، پشتیبانی، طبیعی، مدیرتی، مهندسی، مالی، نظارتی، انسانی و زیرساختی.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی




**شکل ۲- میزان دقت پیش‌بینی تعداد ماه تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی با روش شبکه عصبی**

**Figure 2- The accuracy of predicting the number of months of delay in sports construction projects with the neural network method**




**شکل ۳- نمونه کدهای نوشته‌شده شبکه عصبی در نرم‌افزار متلب**

**Figure 3- Examples of neural network codes written in MATLAB software**

خروجی سیستم، میانگین دقت پیش‌بینی برای روش شبکه عصبی در پروژه‌های عمرانی ورزشی براساس شاخص‌های ورودی با استفاده از تابع $\text{Accuracy} = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN+TP}$ عدد (۸۸.۳۴) را نشان داد. در جدول (۳)، مقادیر واقعی و درصد خطا به

همراه دقت پیش‌بینی در روش شبکه عصبی مصنوعی برای مقوله‌های برآوردی، حقوقی، پشتیبانی، طبیعی، مدیرتی، مهندسی، مالی، نظارتی، انسانی و زیرساختی گزارش شده است.

**جدول ۳- میزان دقت پیش‌بینی و میزان خطا در هر یک از عوامل**

**Table 3- The amount of prediction accuracy and the amount of error in each of the factors**

| مدیریتی managerial | طبیعی Natural | نظارتی supervisory | پشتیبانی Support | حقوقی legal | انسانی human | زیرساختی Infrastructure | برآوردی estimating | مهندسی Engineering | مالی Financial | مقوله category |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 88.22 | 88.44 | 87.76 | 89.43 | 89.67 | 87.45 | 86.65 | 89.84 | 88.13 | 87.86 | مقدار واقعی Real Value |
| 11.78 | 11.56 | 12.24 | 10.57 | 10.33 | 12.55 | 13.34 | 10.16 | 11.86 | 12.13 | درصد خطا percentage error |

پس از پردازش داده‌ها براساس تابع غیرخطی خروجی سیستم به صورت کد دودویی در جدول (۴) نشان داده شد.

**جدول ۴- خروجی پیش‌بینی تعداد ماه تأخیر با استفاده از شبکه عصبی مصنوعی**

**Table 4- Output of predicting the number of months of delay using an artificial neural network**

| مدت‌زمان پردازش Processing time | خروجی دودویی Binary output | | | تعداد ماه Number of months |
|---|---|---|---|---|
| Time | Out put | Out put | Out put | Delay Months |
| 15:25 | 0 | 0 | 1 | 2 |
| 15:26 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 15:27 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15:24 | 1 | 1 | 0 | 6 |
| 15:23 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 15:22 | 0 | 1 | 0 | 2 |
| 15:23 | 1 | 0 | 1 | 5 |
| 15:24 | 1 | 1 | 0 | 7 |
| 15:23 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| 15:25 | 1 | 1 | 0 | 7 |

در تفسیر جدول (۴) باید بیان شود، با توجه به دودویی بودن خروجی، باید این زبان تبدیل به ده ده‌یی شود؛ لذا پس از تبدیل خروجی به صورت جدول (۵) نمایش داده شد.

**جدول ۵- تبدیل خروجی دودویی به دهدهی تعداد ماه تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی**

**Table 5- Conversion of binary output to decimal number of months of delay in sports construction projects**

| تعداد ماه<br>Number of months | خروجی هر نورون<br>output of each neuron | تبدیل به خروجی دهدهی<br>Convert to decimal output |
|---|---|---|
| 39 | 2 | $2^2*0+2^1*1+2^0*0$ |
| | 4 | $2^2*1+2^1*0+2^0*0$ |
| | 0 | $2^2*0+2^1*0+2^0*0$ |
| | 6 | $2^2*1+2^1*1+2^0*0$ |
| | 2 | $2^2*0+2^1*1+2^0*0$ |
| | 2 | $2^2*0+2^1*1+2^0*0$ |
| | 5 | $2^2*1+2^1*0+2^0*1$ |
| | 7 | $2^2*1+2^1*1+2^0*1$ |
| | 4 | $2^2*1+2^1*0+2^0*0$ |
| | 7 | $2^2*1+2^1*1+2^0*1$ |

## بحث و نتیجه‌گیری

افزایش مدت‌زمان اجرای پروژه‌های عمرانی باعث معطل شدن منابع انسانی و سرمایه‌ای کشور و عدم تخصیص بهینه منابع می‌شود. بررسی‌ها نشان می‌دهد، به‌طور متوسط سالانه ۴۶۰ میلیون تومان زیان به علت تأخیر در اجرای پروژه‌های عمرانی بر اقتصاد کشور وارد می‌شود (حنیفه، ۲۰۲۰). طولانی شدن مدت اجرای طرح‌های عمرانی علاوه بر زیان‌های اقتصادی دارای پیامدهای اجتماعی و اقتصادی در ابعاد داخلی و خارجی نیز می‌شود. از نظر اقتصادی در بعد داخلی اطمینان به اجرای پروژه‌های عمرانی کاهش می‌یابد و سرمایه‌گذاران داخلی تمایل به سرمایه‌گذاری نخواهند داشت. سرمایه‌گذاران خارجی نیز حاضر به سرمایه‌گذاری برای مدت‌زمان طولانی نخواهند بود و تمایل به مشارکت با دولت در اجرای پروژه‌ها نخواهند داشت؛ چراکه سرمایه و سرمایه‌گذار هیچ‌وقت معطل نمی‌ماند و سرمایه به‌جایی می‌رود که بستر مناسب فراهم باشد (آشفته، ۲۰۱۸). اجرای پروژه‌های عمرانی در مدت‌زمان طولانی باعث می‌شود که دولت نتواند مطابق برنامه‌ریزی‌های خود عمل کند و این امر پیامدی جز افزایش هزینه طرح‌هاو اتلاف منابع به دنبال ندارد. به‌طبع، پروژه‌های عمرانی ورزشی هم از این امر مستثنا نخواهند بود؛ بنابراین لزوم توجه به عواملی که باعث ایجاد تأخیر در این پروژه‌ها می‌شود و اقدام در راستای رفع این عوامل به‌منظور بهره‌برداری از مزایایی توسعه ورزش در ابعاد مختلف، ضروری و حیاتی است.

در تحقیق حاضر، ۱۰ عامل مالی، مهندسی، برآوردی، زیرساختی، انسانی، حقوقی، پشتیبانی، نظارتی، طبیعی و مدیریتی به‌عنوان عوامل مؤثر بر کاهش تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی شناسایی شده و برای مدل‌سازی تأخیر با شبکه‌های عصبی استفاده شد. در بحث عامل مالی، به نظر می‌رسد به علت اتکای بودجه کشور به درآمدهای نفتی، نوسانات قیمت نفت و همچنین شرایط خاص کشور به لحاظ تحریم، میزان درآمدهای بودجه‌ای متغیر است و درنتیجه نمی‌توان اعتبارات مصوب را به‌موقع به پروژه‌ها اختصاص داد و این امر زمینه‌ساز بروز تأخیر می‌شود. این نتایج با نتایج تحقیق حقیقت (۲۰۱۹) همخوان است. از دیگر عوامل شناسایی‌شده، عامل مهندسی بود. به نظر می‌رسد با رعایت عوامل مهندسی قبل از اجرا مانند، انتخاب پیمانکار اصلح، تهیه و تنظیم قرارداد استاندارد و... و همچنین در حین اجرا مانند نظارت فنی کارفرما و استفاده از مهندسی هم‌زمان می‌توان زمینه بروز تأخیر را کاهش داد. این نتایج با نتایج تحقیق گورکانی و همکاران (۲۰۱۹) مبنی بر نقش عوامل

مهندسی در کاهش تأخیر پروژه‌های عمرانی همخوان است. از عوامل دیگر شناسایی‌شده، عامل برآوردی (تخمینی) بود. اگر در مراحل اولیه کار برآورد مناسب و علمی در حوزه‌های مختلف پروژه مانند زمان، هزینه، تورم و... وجود داشته باشد و متناسب با این برآوردها برنامه‌ریزی مناسب انجام شود، می‌توان انتظار داشت که میزان تأخیر در این پروژه‌ها به حداقل برسد. در حوزه عوامل زیرساختی می‌توان به مواردی مانند تهیه زمین مناسب، انجام مطالعات پایه‌ای در ابتدای کار، ایجاد ساختارهای مناسب، در جهت بروز تأخیر اشاره کرد که باید در مرحله پیش‌ساخت مدنظر قرار گیرند. این نتایج با نتایج تحقیق الاوی و همکاران (۲۰۱۶) که عوامل زیرساختی مانند تملک زمین را به‌عنوان یکی از عوامل مؤثر بر کاهش تأخیر در پروژه‌های عمرانی نام بردند، همخوان است. در بخش عوامل انسانی می‌توان با جذب و به‌کارگیری نیروی انسانی متخصص و ماهر و همچنین پرهیز از به‌کارگیری افراد غیرمتخصص ولی دارای نفوذ، موجبات کاهش تأخیر را فراهم کرد. این نتایج با نتایج تحقیق، اکورو و همکاران (۲۰۲۰) همخوان است. در عامل حقوقی، شفاف بودن قوانین و مدارک پیمان، تنظیم قراردادهای مناسب با ذکر تعهدات، وظایف و حقوق ذی‌نفعان، به‌کارگیری مشاوران حقوقی متخصص و... می‌تواند سبب جلوگیری از تعارضات حقوقی و ایجاد اختلال در اجرای پروژه‌های عمرانی ورزشی شود. این نتایج با نتایج تحقیق گورگانی و همکاران (۲۰۱۹) که بیان کردند یکی از عوامل بروز تأخیر در پروژه‌های عمرانی وجود معرضین حقوقی است، همخوان است. در بخش پشتیبانی می‌توان با تهیه و تدارک به‌موقع منابع و مصالح راهبردی مانند سیمان، میلگرد و...، مدیریت افزایش میزان نرخ خدمات، هماهنگی مناسب میان بخش‌های مختلف پشتیبانی، تأخیرهای ناشی از این عامل را کاهش داد. این نتایج با نتایج تحقیقات گندوز و تهمار (۲۰۲۰) مبنی بر نقش مدیریت پشتیبانی مناسب بر کاهش تأخیر در پروژه‌های عمرانی همخوان است. در بخش نظارت مواردی مانند نظارت اثربخش دستگاه‌های اجرایی، بررسی به‌موقع اسناد و گزارش‌های پیمانکار، نظارت بر برنامه زمانبندی، جلوگیری از نفوذ گروه‌ها و افراد سیاسی، پرهیز از کلنگ‌زنی سیاسی و... اشاره کرد. در بسیاری از موارد، برنامه‌ریزی‌ها به صورت مناسب انجام می‌شود، اما به دلیل ضعف ساختارهای ارتباطی و نظارتی، بازخورد مناسبی برای اصلاح روش‌ها وجود ندارد. این نتایج با نتایج تحقیق اگیومنسا و نایت (۲۰۱۷) همخوان است. در بخش عوامل طبیعی می‌توان با پیش‌بینی مناسب درحوزه‌هایی مانند سیل، زلزله، حوادث غیرمترقبه، این عوامل را مدیریت کرد و زمینه بروز تأخیر و همچنین مشکلات ناشی از این عوامل بعد از بهره‌برداری را کاهش داد. از دیگر عوامل مهم و اثرگذار بر کاهش تأخیر پروژهای عمرانی ورزشی، عامل مدیریتی است. به نظر می‌رسد این عامل می‌تواند سایر عوامل را پوشش دهد و به‌عنوان حلقه مفقوده اصلی ایجاد تأخیر و تکمیل پروژه‌های عمرانی ورزشی شناخته شود. در این حوزه می‌توان به مواردی مانند استفاده از مدیران متخصص و متعهد، پرهیز از سیاسی بازی در انتصاب و عزل مدیران، ثبات مدیریت و پرهیز از تغییرات مدیریتی در سطوح مختلف پروژه، برنامه‌ریزی دقیق و دارای قابلیت اجرا، مدیریت بحران مناسب مانند مدیریت تبعات ناشی از تحریم، کاهش میزان بروکراسی اداری در فرایند پروژه و... اشاره کرد. این نتایج با نتایج تحقیق اگیومنسا و نایت (۲۰۱۷) که ذکر کردند، یکی از علل تأخیر در پروژه‌های عمرانی عامل مدیریتی است، همخوانی دارد.

درنهایت با استفاده از ۱۰ عامل شناسایی‌شده و شبکه‌های عصبی مصنوعی به مدل‌سازی تأخیر در این پروژه‌ها پرداخته شد. شبکه‌های عصبی مصنوعی به‌عنوان یکی از روش‌های بسیار قدرتمند پیش‌بینی در حوزه‌های مختلف ازجمله حوزه ورزشی شناخته می‌شود. ویژگی‌های این شبکه‌ها همچون قدرت یادگیری و انطباق، قدرت تعمیم، پردازش زمینه‌ای اطلاعات، تحمل خطا و یکنواختی تحلیل و طراحی، باعث می‌شود پردازش بسیاری داشته باشند و قادر به انجام موفقیت‌آمیز اعمالی مانند

تخمین توابع پیچیدهٔ غیرخطی و تشخیص و طبقه‌بندی الگوها باشند؛ بنابراین می‌توان با استفاده از این شبکه‌ها در حوزه پروژه‌های عمرانی ورزشی می‌توان میزان تأخیر را پیش‌بینی کرد؛ لذا در تحقیق حاضر از این شبکه‌ها استفاده شد.

با توجه به نتایج تحقیق در بخش شبکه‌های عصبی عوامل شناسایی‌شده به ترتیب از بیشترین دقت به کمترین دقت پیش‌بینی در مدل شبکه عصبی به ترتیب عبارت‌اند از: برآوردی، حقوقی، پشتیبانی، طبیعی، مدیرتی، مهندسی، مالی، نظارتی، انسانی و زیرساختی. همچنین به صورت کلی و براساس خروجی سیستم، میانگین دقت پیش‌بینی برای روش شبکه عصبی در پروژه‌های عمرانی ورزشی براساس شاخص‌های ورودی با استفاده از تابع دقت عدد ۸۸/۳۴ بود که درمجموع نشان‌دهنده برازش مناسب مدل پیش‌بینی تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی کشور بود؛ بنابراین براساس میزان دقت به‌دست‌آمده، مدل شبکه عصبی از برازش مناسب برخوردار است و می‌توان براساس این مدل و داده‌های ورودی (۵۱ کد باز) با دقت مناسبی میزان تأخیر را در پروژه‌های عمرانی ورزشی پیش‌بینی کرد؛ لذا می‌توان از کد نویسی مذکور به‌عنوان مبنایی برای پیش‌بینی میزان تأخیر در پروژه‌های عمرانی ورزشی در ابتدای شروع به کار استفاده کرد و با توجه به پیش‌بینی انجام‌شده، اقدامات لازم را در جهت کاهش و حذف تأخیر انجام داد.

## References


1. Abraham, S. (2019). Are the public subsidies of professional sports stadiums worth the cost of building them? CMC Senior Theses.
2. Agyekum-Mensah, G., & Knight, A. D. (2017). The professionals' perspective on the causes of project delay in the construction industry. Engineering, Construction and Architectural Management, 24(5), 832-841.
3. Al-Waeli, A. H., Sopian, K., Yousif, J. H., Kazem, H. A., Boland, J., & Chaichan, M. T. (2019). Artificial neural network modeling and analysis of photovoltaic/thermal system based on the experimental study . Energy Conversion and Management, 186, 368-379.
4. Ashfteh, A., Taghizadeh, M., & Nateghi, A. (2018). Providing a system dynamics model for analyzing the delay of construction projects. Paper presented at the Second National Conference on Iranian Dynamics-Systems Engineering ,Tehran. (Persian)
5. Basheer, I. A., & Hajmeer, M. (2000).Artificial neural networks: Fundamentals, computing, design, and application. Journal of Microbiological Methods, 43(1), 3-31.
6. Elawi, G. S. A., Algahtany, M., & Kashiwagi, D. (2016). Owners' perspective of factors contributing to project delay: Case studies of road and bridge projects in Saudi Arabia. Procedia Engineering, 145, 1402-1409.
7. Ghorbani, A. (2018). Applications of artificial neural network in business intelligence. Paper presented at the 2nd International Conference on Electrical Engineering, Computer Science and Information Technology, Hamedan. (Persian)
8. Gurkhani, I., Mohammadi, M., & Sabet, A. (2019). Identifying the effective factors in the occurrence of delays and cost increases in projects Mehr Housing Case Study. Paper presented at the First National Conference on Management, Ethics and Business, Shiraz, Apadana Institute of Higher Education. (Persian)
9. Haghighat, M. H., & Ghorbani, A. (2019). Modeling delays in neural network based construction projects to determine the contribution of factors affecting delays in building construction projects in Tehran. Civil and Project Monthly, 1, 73-90 .(Persian)
10. Hanifa, M., & Ghasemi, P. (2020). Identifying the factors affecting the delays of EPC projects of Iran railway lines (in engineering phase, procurement phase and implementation phase). Road, 28(10), 51-58. (Persian)

11. Khanzadi, M., Dabirian, S., & Piroozfar, R. (2011). Investigating the reasons for the delay of development projects in Iran and the ways out of it. Paper presented at the Second International Conference on Strategic Project Management, Tehran, Sharif University of Technology Shahid Rezaei Research Institute. (Persian)
12. Kumar, H., Manoli, A. E., Hodgkinson ,I. R., & Downward, P. (2018). Sport participation: From policy, through facilities, to users' health, well-being, and social capital. Sport Management Review, 21(5), 549-562.
13. Malahi Koohi, M., Ramezani Nejad, R., Javadipour, M., & Yasouri, M. (2017). Investigating the effective factors on the development of championship sports in the provinces of Iran and presenting a proposed model". Journal of Sports Management, 4, 61-70. (Persian)
14. Mirfakhreddini, H., Taheri, M., & Mansouri, H. (2011). Artificial neural networks: A new approach in assessing the quality of university library services. Library and Information Science, 13, 205-225. (Persian)
15. Okoro, C. O., Mansur, S. A., Yahya, K., Igwe, U. S., & Obiefuna, J. I. (2020). Impact of skilled workforce induced delay on project delivery and construction sustainability in Nigeria. International Journal of Business and Technology Management, 2(1), 15-26.
16. Savadi, M., Hemmatinejad, M., Gholizadeh, M., & Gohar Rostami, H. (2017). Designing a model for the development of public sports in Hormozgan province. Quarterly Journal of Sports Management and Development, 2, 87-102 .(Persian)
17. Tehemar, S. R. S. (2018). Evaluation of delay's causes and effects on sport facilities. Retrieved from https://qspace.qu.edu.qa/handle/10576/11438

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی