



Examining the Effects of Construction Project Delays on Costs from the Perspective of Stakeholders Using a System Dynamics Approach: Insights from a Commercial Complex Project in Qom

Amirhosein Saffarinia* 

*Corresponding Author, PhD Candidate, Department of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: a.saffarinia@ut.ac.ir

Hamidreza Yazdani 

Associate Prof., Department of Business Management, Farabi Campus, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: hryzdani@ut.ac.ir

Abstract

Objective

Project delays are a prevalent issue in construction projects, particularly in Iran. The project schedule is established and approved after signing the contract and designing the plans, however, most of the project managers cannot complete the project on time and projects often overrun their scheduled completion dates. Generally speaking, the project is "delayed". Various factors contribute to these delays, and extensive research has been conducted to explore their causes. Disagreements between contractors and employers over the causes of delays often result in disputes and negotiations regarding costs and accountability. Consequently, delays are generally a costly problem. In some cases, it has been observed that delays may not be costly for all parties involved and can create conflicts of interest. In addition, project delays have many varied effects that increase the complexity of the problem. When explaining the cause-and-effect relationships of delay impacts, the System Dynamics model illustrates the outcomes of management decisions related to these delays. This paper aims to examine the consequences of construction projects' delays and the relationships between them from the perspectives of various stakeholders.

Methods

This research utilized a combination of qualitative and quantitative methods, as well as nested methods. First, delay effects were gathered from various sources and compared with expert opinions during the initial interview. After categorizing these delay effects, a conceptual model was developed. The case study centered on a construction project in the central Iranian city of Qom. Due to the limitations of the case study, the number of project delay effects was reduced. Relevant variables were defined and incorporated into the System Dynamics model for simulation. Additionally, the perspectives of project actors from a

second interview were considered. These viewpoints informed the development of policies and conditions, which were then, analyzed using the System Dynamics model

Results

The results of this study revealed that, in inflationary conditions, costs increased exponentially over time. However, employing contract termination could prevent the imposition of more costs in such a situation. Nonetheless, if managers prioritize reputation over cost, they would increase the project's budget allocation to avoid additional expenses and expedite its completion. Moreover, the simulation of project financing during price fluctuations indicated that the purchase profit at a lower price could compensate for the cost of delays of up to two months. In a speculative scenario, up to 10% of the project budget could be invested in other medium-term projects, with the resulting revenues supporting the primary project.

Conclusion

This paper investigated the assertion that delays are costly in all construction projects. After setting up a list of delays and categorizing them, this paper simulated a System Dynamics model. This study confirmed that delays are almost always costly. However, their impact depends on the managers' mindset and project conditions. This paper proved that project managers could strategically introduce temporal delays. Specifically, under the two analyzed scenarios, managers could arrange delays such that the benefits from the delay would outweigh its costs.

Keywords: Stakeholders' perspective, Construction projects, Effects of delays, Project delays, System Dynamics.

Citation: Saffarinia, Amirhosein & Yazdani, Hamidreza (2024). Examining the Effects of Construction Project Delays on Costs from the Perspective of Stakeholders Using a System Dynamics Approach: Insights from a Commercial Complex Project in Qom. *Industrial Management Journal*, 16(2), 250-281. (in Persian)

Industrial Management Journal, 2024, Vol. 16, No 2, pp. 250-281

Published by University of Tehran, Faculty of Management

<https://doi.org/10.22059/IMJ.2024.373955.1008137>

Article Type: Research Paper

© Authors

Received: March 14, 2024

Received in revised form: April 19, 2024

Accepted: July 07, 2024

Published online: July 20, 2024



بررسی آثار تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز بر افزایش هزینه‌های نهایی پروژه، از دیدگاه بازیگران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم (مطالعه موردی: پروژه مجتمع تجاری در قم)

امیرحسین صفاری نیا*

* نویسنده مسئول، دانشجوی دکتری، گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: a.saffarinia@ut.ac.ir

حمیدرضا یزدانی

دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی و کسب‌وکار، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشکده‌گان فارابی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: hryazdani@ut.ac.ir

چکیده

هدف: تأخیر پروژه یکی از مشکلات بسیار رایج پروژه‌های ساخت‌وساز، به‌خصوص در ایران است. پس از انعقاد قرارداد و طراحی نقشه‌ها، برنامه زمان‌بندی پروژه تدوین و تصویب می‌شود؛ اما اغلب مجریان پروژه نمی‌توانند به‌موقع و مطابق برنامه زمان‌بندی پروژه را به اتمام برسانند و به بیان دیگر، پروژه دچار «تأخیر» می‌شود. تأخیر در اتمام پروژه دلایل مختلفی دارد و پژوهش‌های بسیاری در این زمینه صورت گرفته است. پیمانکار و کارفرما در فرایند بررسی نوع علل تأخیرها، قابلیت کنترل آن‌ها و توجیه آن‌ها دچار اختلاف می‌شوند و برای جریمه یا ادعا مذاکره می‌کنند. بنابراین اغلب تأخیرها به‌عنوان مسئله هزینه‌ساز مطرح می‌شوند. اما در مواردی مشاهده شده است که تأخیرها می‌تواند برای تمامی بازیگران هزینه‌ساز نباشد و برای آن‌ها تعارض منافع ایجاد کند. از طرف دیگر، تأخیرهای پروژه می‌تواند آثار متعدد و متنوعی داشته باشد که پیچیدگی مسئله را افزایش می‌دهد. مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها ضمن تبیین روابط علت‌ومعلولی آثار پروژه، نتایج ناشی از اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی در قبال تأخیرها را نشان می‌دهد. هدف این پژوهش بررسی آثار تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز و روابط بین آن‌ها از دیدگاه بازیگران مختلف است.

روش: روش پژوهش آمیخته و از نوع لانه‌ای است. آثار تأخیر از منابع مختلف گردآوری و با نظر خبرگان در مصاحبه اول مقایسه شد؛ سپس فهرستی از آثار تأخیر تهیه و دسته‌بندی شد و از این طریق مدل مفهومی اولیه به‌دست آمد. مطالعه موردی یک پروژه ساخت‌وساز در شهر قم بود که دچار تأخیر شده بود. پس از محدود کردن فهرست تأخیرها مطابق با مطالعه موردی، متغیرهای مرتبطی تعریف و برای شبیه‌سازی وارد مدل پویا شد. در این مقاله از دیدگاه بازیگران پروژه در مصاحبه دوم، برای پیش‌بینی اقدام‌های مقتضی در هر حالت بهره‌برده شد تا با استفاده از مدل پویایی سیستم‌ها بتوان نتایج کمی تصمیم‌ها را بررسی کرد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش نشان می‌دهد در حالت باتلاق تورمی که هزینه‌ها بعد از مدتی به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد، دیدگاه فسخ قرارداد می‌تواند از تحمیل هزینه‌های بیشتر جلوگیری کند؛ اما اگر از دیدگاه مدیریت، اعتبار بیشتر از هزینه اهمیت داشته باشد، مدیریت حاضر است با افزایش تخصیص بودجه به پروژه، درعین حال که هزینه‌ها افزایش می‌یابد، از تأخیرهای بیشتر جلوگیری کند و پروژه‌ها را به اتمام برساند. همچنین شبیه‌سازی دیدگاه مدیریت در تعلق تأمین هنگام نوسان قیمت‌ها نشان می‌دهد که به‌طور متوسط، هزینه تأخیرها تا دو ماه در بازار مطالعه موردی، می‌تواند توسط سود ناشی از خرید با قیمت پایین‌تر جبران شود. اگر دیدگاه

مدیریت سوداگرایانه باشد، می‌تواند تا سقف ۱۰ درصد از بودجه پروژه را در سایر پروژه‌ها سرمایه‌گذاری میان‌مدت کند و عائدات آن را برای پروژه صرف کند.

نتیجه‌گیری: این مقاله ادعای هزینه‌بر بودن تأخیرها را در همه پروژه‌های ساخت‌وساز بررسی می‌کند و پس از تنظیم فهرستی از تأخیرها و دسته‌بندی آن‌ها، به شبیه‌سازی مدل پویا می‌پردازد. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که تأخیرها در هزینه‌ساز هستند؛ اما به صورت قطعی، به دیدگاه و شرایط پروژه وابسته‌اند. در دو دیدگاه و حالت مطرح شده در این مقاله، نشان داده شده است که تحت شرایطی، مدیران پروژه می‌توانند به صورت مقطعی و عامدانه، تأخیرهایی را در پروژه ایجاد کنند که سود آن بیشتر از هزینه ناشی از تأخیر است.

کلیدواژه‌ها: پروژه‌های ساخت‌وساز، تأخیرهای پروژه، دیدگاه بازیگران، پویایی سیستم‌ها، آثار تأخیرها.

استناد: صفاری نیا، امیرحسین و یزدانی، حمیدرضا (۱۴۰۳). بررسی آثار تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز بر افزایش هزینه‌های نهایی پروژه، از دیدگاه بازیگران با استفاده از رویکرد پویایی‌شناسی سیستم (مطالعه موردی: پروژه مجتمع تجاری در قم). مدیریت صنعتی، ۱۶(۲)، ۲۵۰-۲۸۱.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۲/۲۴

تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۰۱/۳۱

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۴/۳۰

doi: <https://doi.org/10.22059/IMJ.2024.373955.1008137>

مدیریت صنعتی، ۱۴۰۳، دوره ۱۶، شماره ۲، صص. ۲۵۰-۲۸۱

ناشر: دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

نوع مقاله: علمی پژوهشی

© نویسندگان

مقدمه

در چرخه عمر مدیریت پروژه صنعت ساخت‌وساز، زمان منبع ارزشمندی است. تأخیر زمانی به معنای به تعویق افتادن پیشرفت پروژه در محیط ساخت‌وساز است که برای موفقیت پروژه بسیار مهم است. اما در عمل، در تمام پروژه‌های ساختمانی، تأخیر به عنوان یک مشکل اجتناب‌ناپذیر شناخته می‌شود (نیامی و الوبادی^۱، ۲۰۲۳). موضوع تأخیر در بین مشکلات موجود در پروژه‌ها، جزء مهم‌ترین و پیچیده‌ترین مشکلات است و در ایران نیز از اهمیت و حساسیت فزاینده‌ای برخوردار است؛ اما متأسفانه، تاکنون مطالعات با کیفیتی در این حوزه انجام نشده است (خوش‌گفتار، بکار و عثمان^۲، ۲۰۱۰). تأخیرهای پروژه‌ها از عوامل مختلفی نشئت می‌گیرد که بررسی، پیش‌بینی و پیشگیری از آن عوامل، باعث کاهش تأخیر و اتمام به موقع پروژه می‌شود. ساختار پروژه‌های ساختمانی از مؤلفه‌های مختلفی تأثیر می‌پذیرد. وضعیت اقتصادی، موقعیت جغرافیایی، دسترسی به مصالح، نیروهای متخصص و کاری بومی، مدیریت دستگاه‌های اجرایی، فرهنگ بومی منطقه در تسریع یا تأخیر در پروژه‌ها اثرگذارند. تأخیر معلول عللی است که شناخت و تعیین اهمیت آن‌ها می‌تواند ما را در ارائه راه کارهای اجرایی مناسب برای تأخیر پروژه‌ها یاری کند (شاکری و موسی خانی، ۱۳۹۱). ریسک عوامل رایج در تأخیر پروژه‌ها را می‌توان به دو دسته ریسک عوامل کنترل‌ناپذیر (برنامه‌ریزی نشده) و کنترل‌پذیر (برنامه‌ریزی شده) دسته‌بندی کرد و طبیعی است که شناخت عوامل فنی و کنترل‌پذیر از اهمیت بیشتری برخوردار است (وانگ و چو^۳، ۲۰۰۳). بنابراین مدیریت پروژه سعی در پیش‌بینی عوامل کنترل‌پذیر و جلوگیری از وقوع تأخیرهای بیشتر دارد. اما فرض بگیرید یک مدیر پروژه با عملکرد ضعیف خود در پیش‌بینی، کنترل و جبران تأخیرها، باعث افزایش زمان نهایی پروژه شود و مدیریت عالی، مدیر پروژه‌ای توانمندتر را جایگزین کند یا فرض کنید که پروژه به دلایل کنترل‌ناپذیر مانند شیوع ویروس کرونا، دچار تأخیر شود. در هر دو حالت فوق، مدیریت کنونی با پیش فرض وجود تأخیر در پروژه، پس از اتخاذ تصمیم‌هایی جهت کنترل روند تأخیرها، بایستی در رابطه با آثار تأخیرهای گذشته که جبران‌ناپذیر نیستند، تصمیم‌گیری کند. آیا شیوه مواجهه مدیر جدید مشابه مدیر قبلی است؟ آیا لزوماً وی به دنبال جبران تأخیرها خواهد بود؟ از طرف دیگر، به ندرت دیده شده است که برخی مدیران پروژه، عامدانه در پروژه‌ها تأخیر ایجاد می‌کنند. سبب پروژه یا پرتفولیو، به مجموعه‌ای از پروژه‌ها، طرح‌ها و سایر کارها گفته می‌شود که الزاماً به هم مرتبط نیستند و صرفاً به منظور کنترل، هماهنگی و بهینه‌سازی کل سبد کنار هم جمع شده‌اند (زاهدی سرشت و خسروی، ۱۳۹۶). از این رو مدیریت پروژه این اختیار را دارد تا برخی از پروژه‌ها را سرعت دهد و برخی را به تأخیر اندازد (سبزه پرور، ۱۳۹۶). تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز، اغلب به دلیل ماهیت پویا و پیچیده صنعت ساخت‌وساز رخ می‌دهد و به ادعاها و اختلاف‌های بین طرف‌های قرارداد منجر می‌شود (راماچاندر، رتیمی و گوناراتنه^۴، ۲۰۱۴). در اکثر مقاله‌های این حوزه، فازهای پروژه که در آن‌ها علل تأخیر شناسایی شده‌اند، به طور واضح مشخص نشده است و توافقی در میان محققان در خصوص طبقه‌بندی علل تأخیر وجود ندارد. در اکثر مقاله‌ها، اصطلاح «تأخیر» به طور واضح تعریف نشده است و برای علل تأخیر،

1. Naimi & Alobadi
2. Khoshgoftar, Bakar & Osman
3. Wang & Chou
4. Ramachandra, Rotimi & Gunaratne

اصطلاح‌شناسی استاندارد وجود ندارد (سلچوک، ترکوگلو، پولات و هاجدو^۱، ۲۰۲۴). البته با نگاه سیستمی به این پدیده، می‌توان گفت همان‌طور که شناخت عوامل و علل ایجاد تأخیر بسیار مهم است، شناخت معلول‌ها و نتایج حاصل از تأخیر نیز با اهمیت است که کمتر به آن پرداخته شده است. در واقع عوامل تأخیر با تأثیرهای تأخیر، رابطه مثبت دارند (امینارلاه، عبد رحیم، محمد و مازلان^۲، ۲۰۲۳). به‌طور کلی نتایج حاصل از تأخیر در پروژه‌ها، شامل هزینه‌های متعدد برای کلیه بازیگران می‌شود. بنابراین پژوهش حاضر ضمن تبیین آثار تأخیرها و بررسی سیستمی روابط آن‌ها، به دنبال توصیف مدل ذهنی مدیران و انطباق آن با دنیای واقعی است. سعی داریم در ادامه به پرسش‌های متناظر زیر پاسخ دهیم:

۱. آثار و نتایج تأخیرها در پروژه‌های ساخت‌وساز تجاری در شهر قم چیست؟
۲. بین آثار و نتایج حاصل چه روابطی برقرار است؟
۳. دیدگاه‌ها و اقدام‌های تصمیم‌گیرندگان و بازیگران پروژه‌های تجاری قم در قبال این نتایج چگونه است؟ آیا به بهبود شرایط و کاهش هزینه منجر می‌شود؟

پاسخ به پرسش‌های فوق و نتایج پژوهش، ضمن تبیین روابط علی و معلولی تأخیرهای پروژه و آثار آن می‌تواند نگاهی پیشگیرانه در امضای قراردادها و شرایط آن‌ها و نگاهی اقدام‌گرایانه در مدیریت سبب پروژه توسط مدیران پروژه ارائه دهد.

پیشینه پژوهش

امروزه کسب‌وکارها نیز به‌مانند محصولات چرخه عمری دارند که شامل دوره ساخت و دوره بهره‌برداری می‌شود. در دوره ساخت کسب‌وکار، پروژه ایجاد یا ساخت کسب‌وکار تعریف می‌شود. پروژه‌ها دارای محصول خاص، ملموس و غیرتکراری هستند. پروژه‌ها به‌عنوان مجموعه‌ای از فعالیت‌ها یا وظایفی تعریف می‌شوند که دارای یک هدف (حوزه) خاص هستند و باید با مشخصات خاص (الزامات) تکمیل شوند، تاریخ شروع و پایان مشخصی دارند، بودجه محدودی دارند و از منابع استفاده می‌کنند یا آن‌ها را مصرف می‌کنند (مؤسسه مدیریت پروژه^۳، ۲۰۱۷). مدیریت پروژه شامل مجموعه اقدام‌هایی از جمله برنامه‌ریزی، سازمان‌دهی، هدایت و کنترل به کمک نیروی انسانی و کارکنان پروژه برای اتمام پروژه طبق برنامه و تحویل آن می‌شود (سبزه‌پور، ۱۳۹۶). در ادبیات مدیریت پروژه، هزینه، زمان و کیفیت، شاخص‌های اصلی عملکرد محسوب می‌شوند (عالم‌تبریز و منیری، ۱۳۹۰). در حقیقت می‌توان گفت این عوامل چهارگانه با محوریت کیفیت عملکرد یک پروژه را نشان می‌دهند. تغییر در هر یک از چهار عامل بر عوامل دیگر تأثیرگذار است. یکی از مهم‌ترین مسائل حوزه مدیریت پروژه، زمان‌بندی پروژه است که همواره با سطح بالایی از عدم قطعیت مواجه است (خدابنده شهرکی، رضوی حاجی آقا و دانشور، ۱۴۰۲)؛ بنابراین مدیریت پروژه‌ای بهینه و کارآمد است که بتواند پروژه‌ها را با کیفیت مناسب در زمان برآورد شده و هزینه پیش‌بینی شده به بهره‌برداری رساند. یکی از انواع پروژه‌ها، پروژه‌های ساخت‌وساز است که به ایجاد محصول نهایی با عنوان ساختمان منجر می‌شود (سیرز، سیرز، کلاق، رووند و سگنر^۴، ۲۰۱۵). در حقیقت، تأخیر در پروژه،

1. Selcuk, Turkoglu, Polat & Hajdu
 2. Aminorlah, Abd Rahim, Mohamed & Mazlan
 3. Project Management Institute
 4. Sears, Sears, Clough, Round & Segner

به معنای شکاف بین زمان واقعی انجام پروژه و زمان برنامه‌ریزی شده آن است (دیناکار^۱، ۲۰۱۴). هنگامی که یک پروژه از مدت قراردادی که برای تکمیل یک پروژه لازم است، تجاوز کند، مطمئناً تأثیری بر هزینه یا درآمد پیمانکار و همچنین مالک پروژه خواهد داشت (راماچاندرا، رتیمی و گوناراتنه^۲، ۲۰۱۴). تأخیر می‌تواند آثار منفی مانند افزایش هزینه‌ها، کاهش بهره‌وری و کاهش درآمد را به دنبال داشته باشد. عدم دستیابی به زمان برنامه‌ریزی شده، هزینه بودجه برنامه‌ریزی شده و کیفیت مشخص شده، به آثار منفی غیرمنتظره مختلفی روی پروژه‌ها منجر می‌شود (اوولابی جیمز و همکاران^۳، ۲۰۱۴). از طرف دیگر، می‌توان گفت تأخیر در پروژه‌ها بر عوامل متعددی تأثیر می‌گذارد که در نهایت باعث تحمیل هزینه‌های قابل توجهی بر بازیگران می‌شود (بام و تولبرت^۴، ۱۹۸۵). در پروژه‌هایی مانند متروسازی، سدسازی، تأخیر در اجرای پروژه موجب بروز مشکلات گسترده در سطوح اقتصادی، اجتماعی و گاهی سیاسی در کشور خواهد شد (مسلمان یزدی، مسلمان یزدی و محمدی^۵، ۲۰۱۹). تأخیرات پروژه‌های عمومی علاوه بر تحمیل خسارات مالی به دولت، منافع عمومی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (امینار لاه و همکاران، ۲۰۲۳).

رویکرد پویایی سیستم‌ها و تفکر سیستمی به‌طور قابل توجهی به روش‌شناسی در مدیریت پروژه کمک کرده‌اند. پویایی سیستم‌ها یک ابزار شبیه‌سازی برای تصمیم‌گیری در پروژه است که برای کاهش هزینه‌ها و گذر از حد زمان‌بندی در مراحل اولیه پروژه استفاده می‌شود (کالدرون تلز، بل، هررا و ساتو^۶، ۲۰۲۴). پویایی‌شناسی سیستم در مدیریت پروژه می‌تواند ضمن بهبود فاز برنامه‌ریزی و زمان‌بندی، به مدیران پروژه در پایش معیارهای کلیدی عملکرد و اتخاذ تصمیمات آگاهانه برای بهینه‌سازی نتایج پروژه کمک می‌کند (اددایرو و الارجانی^۷، ۲۰۲۴). برنامه‌ریزی پویای پروژه (DPS)^۸ رویکردی برای مدیریت پیچیدگی‌ها و عدم قطعیت‌های ذاتی در پروژه‌هاست. این رویکرد شامل سه مؤلفه اصلی است که عبارت‌اند از: برنامه‌ریزی پایه، تحلیل ریسک زمان‌بندی و کنترل پروژه (اددایرو و الارجانی، ۲۰۲۴). طی سالیان گذشته پویایی‌شناسی سیستم نقش مهمی در نمایش سیستم و مدیریت ریسک پروژه‌های ساخت‌وساز ایفا کرده است. البته هرچند استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها در مدیریت ذی‌نفعان کمتر رایج بوده است؛ اما این ابزار می‌تواند به ارتقای ارتباطات و درک پویایی ذی‌نفعان کمک کند (قمری مجد و همکاران^۹، ۲۰۲۴)؛ بنابراین شناسایی عوامل و آثار تأخیرات و برنامه‌ریزی جهت کاهش آن‌ها بسیار بااهمیت است که در پیشینه پژوهش به آن پرداخته می‌شود.

پیشینه پژوهش

برخی پژوهش‌ها در این زمینه به شناسایی و بررسی علل تأخیرات یا محاسبه و اندازه‌گیری میزان تأثیر آن‌ها پرداخته‌اند. آردیتی و پاتاناکیتچامروون^{۱۰} (۲۰۰۶) در پژوهش خود از تکنیک تجزیه و تحلیل تأثیر زمان (TIA)^{۱۱} استفاده کردند. این

1. Dinakar
2. Ramachandra, Rotimi & Gunaratne
3. Owolabi James et al.
4. Baum & Tolbert
5. Mosalman Yazdi, Mosalman Yazdi & Mohammadi
6. Calderon-Tellez, Bell, Herrera & Sato
7. Odedairo & Alarjani
8. Dynamic Project Scheduling
9. Ghamarimajd et al.
10. Arditi & Pattanakitchamroon
11. Time Impact Analysis

تکنیک شامل تجزیه و تحلیل تأثیر یک تأخیر بر برنامه زمان بندی پروژه با مقایسه برنامه زمانی اولیه با برنامه تجدید نظر شده پس از تأخیر است. دیواکار و سابرامانیان^۱ (۲۰۰۹) مقاله ای در مورد روش محاسبه تأخیرهای فعالیتها و ارزیابی سهم آنها در تأخیر پروژه ارائه کردند. کانبین، یونکی و شوک^۲ (۲۰۱۵) ریسک نیروی انسانی با کیفیت پایین و تعداد پایین که می تواند در طی پروژه منجر به افزایش زمان و هزینه پروژه شود را بررسی کردند. خیر، فاروک، محمد و محمد^۳ (۲۰۱۶) در مقاله خود پژوهش های انجام شده در مورد علل عمده تأخیر پروژه ساخت راه در سودان را مورد مطالعه قرار دادند. پاز، رزنبویم، کادرس، کانو و اسکوبار^۴ (۲۰۱۸) به مشکل زمان بندی پروژه های ساختمانی با در نظر گرفتن تأثیر ریسک های تأخیر پرداختند. در روش شناسی این پژوهش ابتدا از نظر خبرگان جهت شناسایی علل تأخیر استفاده شد و سپس از روش شبیه سازی استفاده شد. آبوربان، هسنی، نثار و التهان^۵ (۲۰۱۸) از روش مسیر بحرانی (CPM)^۶ برای شناسایی مسیر بحرانی یک پروژه ساخت و ساز و تعیین تأثیر تأخیر فعالیتها بر زمان بندی پروژه استفاده کردند. محمد، ناجی و علی^۷ (۲۰۱۹) در مقاله خود به بررسی اهمیت مطالعات و طرح توجیهی کسب و کار قبل از مرحله ساخت در کشور عراق پرداختند و نادیده گرفتن آن را عاملی برای افزایش زمان و هزینه پروژه ها معرفی کردند. باجومو، اگیبمی و ژانگ^۸ (۲۰۲۲) در مقاله خود ضمن تأکید بر وجود تأخیرها در پروژه به عنوان یک عامل منفی، بر تأثیر تأمین و تجهیز در پروژه های طراحی، تأمین و ساخت (EPC)^۹ بر تأخیرات ایجاد شده با رویکرد پویایی سیستم تأکید کردند. الکفاهی، مهدویان و الوفا^{۱۰} (۲۰۲۲) اثر تغییر سفارش مالک شامل تغییرات زمین یا طرح و کاربری را با ابزار پویایی سیستم ها بررسی کردند که می تواند بر بهره وری، عملکرد و تأخیر در کار ساخت تأثیر گذار باشد. جبرالاسودی و شاه حسینی (۲۰۲۲) ریسک نیروی انسانی و تیم مدیریت پروژه در سطح کلان را با رویکرد پویایی سیستم ها به عنوان عامل کاهش دهنده یا افزایش دهنده تأخیر بررسی کردند. گاشاو و جیلچا^{۱۱} (۲۰۲۲) در مقاله خود یک مدل تحلیل ریسک ارائه دادند تا تأثیر ریسک های مرتبط با طراحی بر تأخیرها و هزینه های بیش از حد پروژه ساخت راه آهن آدیس - جیبوتی را ارزیابی کند. در این مدل رویکردهای ارزیابی مصنوعی فازی (FSE)^{۱۲} و پویایی شناسی سیستم (SD)^{۱۳} توسعه داده شد. واسفی و ناسار^{۱۴} (۲۰۲۲) از شبیه سازی مونت کارلو^{۱۵} بهره بردند. این تکنیک شامل استفاده از روش های آماری برای شبیه سازی تأثیر سناریوهای مختلف بر برنامه زمان بندی پروژه و شناسایی محتمل ترین نتیجه است. اگویم همکاران^{۱۶} (۲۰۲۳) با استفاده

1. Divakar & Subramanian
2. Cunbin, Yunqi & Shuke
3. Khair, Farouk, Mohamed & Mohammad
4. Paz, Rozenboim, Cuadros, Cano & Escobar
5. Abouorban, Hosny, Nassar & Eltahan
6. Critical Path Method
7. Mohammed, Naji & Ali
8. Bajomo, Ogbeyemi & Zhang
9. Engineering, procurement, and construction
10. Al-Kofahi, Mahdavian & Oloufa
11. Gashaw & Jilcha
12. Fuzzy Synthetic Evaluation
13. System dynamics
14. Wasfy & Nassar
15. Monte Carlo
16. Egwim et al.

از روش مرور نظام‌مند، ۶ عامل مؤثر بر تأخیرها را شناسایی کرده‌اند که عبارت‌اند از: مشکلات کنترل کیفیت، مشکلات برنامه کاری، مشکلات مالی پیمانکاران، نفوذ سیاسی، شرایط محل پروژه و نوسان‌های قیمت است. هک، سفایت، رنا، بویان و کورایشی^۱ (۲۰۲۳) در مقاله خود با استفاده از توزیع پرسش‌نامه میان ۱۰۲ ذی‌نفع ساخت‌وساز در بنگلادش، ۴۰ عامل تأخیر بالقوه را برای پروژه‌ها طراحی کرده‌اند. سپس از میان ۴۰ عامل تأخیر، پنج عامل اصلی تأثیرگذار روی تأخیر را معرفی کرده‌اند که عبارت‌اند از: تأخیر در پیشرفت پرداخت‌ها، دوباره‌کاری به دلیل اشتباه در ساخت‌وساز، کمبود نیروی کار ماهر، نظارت و کنترل ضعیف فعالیت‌ها و تأخیر در کار تصمیم‌گیری.

کالدرون تلز و همکاران (۲۰۲۴) در پژوهش خود با بررسی جامع ادبیات موضوع، به شناسایی و دسته‌بندی متغیرهای مرتبط با روابط بین نوآوری، پایداری و مدیریت پروژه پرداختند. قمری مجد و همکاران (۲۰۲۴) با انجام مرور نظام‌مند روی ادبیات موضوع، به بررسی کاربرد تفکر سیستمی (ST)^۲ و پویایی‌شناسی سیستم در مدیریت ریسک و ذی‌نفعان، در پروژه‌های ساخت‌وساز طی یک دهه اخیر پرداخته است. اددایرو و الارجانی (۲۰۲۴) کاربرد پویایی‌شناسی سیستم را در برنامه‌ریزی پویای پروژه بررسی کردند. گورگان، کچ و کونکو^۳ (۲۰۲۲) در پژوهش خود به بررسی کاربرد فناوری جهت مقابله با تأخیر در پروژه‌های ساختمانی پرداختند. سلچوک و همکاران (۲۰۲۴) با انجام مرور جامع ادبیات، علل تأخیر در پروژه‌های ساختمانی در کشورهای درحال توسعه را بررسی کردند. آن‌ها در این مطالعه با تحلیل انتقادی ۷۰ مقاله علمی از ۳۳ کشور، به شناسایی و دسته‌بندی عوامل مسبب تأخیر در این پروژه‌ها پرداختند.

برخی دیگر از پژوهش‌ها آثار متعددی را برای تأخیرها بیان کرده‌اند یا به تحلیل و بررسی آن‌ها پرداخته‌اند. عواقب تأخیر در پروژه‌ها عبارت‌اند از: افزایش هزینه کل، راکد ماندن سرمایه و به تعویق افتادن سودآوری و بازگشت سرمایه، از بین رفتن موضوعیت پروژه به دلیل طولانی شدن زمان اجرای آن، کاهش قدرت بودجه پروژه به دلیل افزایش نرخ تورم و کاهش ارزش زمانی پول، معطل ماندن منابع و عدم به‌کارگیری آن‌ها در پروژه‌های مرتبط، به‌هدررفتن هزینه‌هایی همچون انرژی بیمه و اجاره، کاهش کیفیت و افزایش هزینه اجرا به دلیل افزایش حجم عملیات برای رسیدن به اهداف پروژه و نارضایتی مردم و مشتریان و خدشه‌دار شدن اعتبار عوامل پروژه می‌شود (شاکری و قربانی، ۱۳۸۴). پناهی، قاسمی، مقدم و باقری اصل (۱۳۸۳) نوشتند که مبالغ هزینه‌شده در اجرای طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی، تقاضای کل در سطح کلان اقتصاد را افزایش می‌دهد که با افزایش طول زمان پروژه، اثر افزایش عرضه حاصل از بهره‌برداری در اقتصاد ظاهر نمی‌شود و هر چه تأخیر بیشتر باشد، اثر تورم آن بر اقتصاد کشور بیشتر می‌شود. علاوه‌بر موارد فوق افزایش هزینه تمام‌شده طرح‌ها و پروژه‌های عمرانی، به دلیل هزینه تعدیل، پیشنهاد قیمت بالاتر پیمانکاران، تغییر مداوم آئین‌نامه‌ها و تورم، از آثار دیگر تأخیرهای پروژه است. پرچمی، حسینی و فرصت کار (۱۳۸۶) اعتقاد داشتند که تأخیر با ایجاد ناهماهنگی در برنامه اجرایی باعث کاهش کیفی خدمات پیمانکاران می‌شود. همچنین باعث ایجاد اشتغال ناپایدار و کاهش سرمایه‌گذاری مولد می‌شود. یکی از مهم‌ترین آثار تأخیر در پروژه‌ها از دست رفتن توجیه اقتصادی آن‌هاست. علاوه بر آن، در برخی از موارد تا یک چهارم عمر مفید ساختمان‌ها و سازه‌های عمرانی در مرحله ساخت و قبل از

1. Hoque, Safayet, Rana, Bhuiyan & Quraishy

2. System Thinking

3. Gurgun, Koc & Kunkcu

بهره‌برداری از بین می‌رود. گلابچی، تلخابی، پرچی جلال و میرکاظمی مود (۱۳۹۳) ضمن بررسی آثار تحریم‌های خارجی بر ادعای پیمانکاران در پروژه‌های ساخت‌وساز، تسریع در کار را نیز موجب افزایش دوباره‌کاری و ادعا و کاهش بهره‌وری و انگیزه دانستند. سبزه‌پرور (۱۳۹۶) در کتاب مدیریت و کنترل پروژه بیان کرد که تأخیر در بهره‌برداری پروژه‌ها به دلیل تأخیر در ساخت موجب سود ازدست‌رفته می‌شود. یعنی هر ماه تأخیر برابر است با یک ماه حذف درآمد. با تأخیر در پروژه قیمت تجهیزات، مصالح، نیروی انسانی و ماشین‌آلات برای اجرای مابقی کار نسبت به برآورد اولیه افزایش می‌یابد. قراردادهای پیمانکاری و برون‌سپاری تمام شده و تمدید آن‌ها با شرایط و قیمت جدید خواهد بود. سرمایه مصرف شده در پروژه حکم سرمایه را که یا کم‌بهره را می‌گیرد که می‌توانست در محل دیگر سودآوری بیشتری داشته باشد. همچنین ضررهای عامه برای کشور، به‌خصوص در پروژه‌های بزرگ و عام‌المنفعه که باعث عدم اشتغال‌زایی به‌موقع یا کاهش مقطعی درآمد دولت و تأخیر در دیگر برنامه‌های رفاهی و زیرساختی پیش‌بینی شده می‌شود، از دیگر آثار تأخیر است. سامباسیوان و سون^۱ (۲۰۰۷) افزایش زمان پیش‌بینی پروژه و افزایش حد پیش‌بینی هزینه، ایجاد اختلاف، داوری، دعاوی قضایی و در نهایت ترک کلی کار را از آثار تأخیر دانستند. اوولابی جیمز و همکاران (۲۰۱۴) نوشتند تأخیر زمانی پروژه بر هر عامل دیگر تأثیر می‌گذارد و باعث افزایش هزینه نهایی می‌شود. تأخیر همچنین باعث هدر رفتن و استفاده ناکافی از نیروی انسانی و منابع و کاهش سرمایه مشتری به دلیل عدم تکمیل پروژه می‌شود. افزایش هزینه‌های نهایی پروژه، بلوکه شدن سرمایه مشتری به دلیل عدم تکمیل پروژه، اتلاف یا عدم استفاده از منابع و نیروی انسانی، ترک پروژه ساختمانی، کاهش سود، نزاع و درگیری بین شرکا، دعاوی حقوقی و داوری از دیگر آثار تأخیر در پروژه‌ها است. گاردزی، ماناروی و گاردزی^۲ (۲۰۱۴) تمدید زمان، گرانی هزینه‌ها، اختلافات، داوری‌ها و دعاوی را از نتایج تأخیر برشمردند. خاتری، اگاروال، گوپتا و پاندی^۳ (۲۰۱۶) اختلاف‌ها، گرانی هزینه، مذاکرات قطع همکاری و ترک کار، دعوی قضایی را از نتایج تأخیر دانستند. پیامدهای تأخیر برای بازیگران مختلف پروژه متفاوت است که به نوع پروژه نیز بستگی دارد. به‌طور مثال عواقب تأخیر برای مالک (مشتری) عبارت است از زیان تأخیر ازدست‌دادن پول، زیان ازدست‌دادن زمان، زیان ازدست‌دادن سایر امکانات و غیره. اما برای پیمانکار، تأخیر به معنای ازدست‌دادن سرمایه با پرداخت هزینه بیشتر برای تجهیزات، مواد و برای استخدام نیروی کار ماهر است. لی، شن، شو، سمر و لو^۴ (۲۰۱۷) به تحلیل استفاده از خانه‌های پیش‌ساخته و مزایا و معایب آن‌ها در شبکه تأمین هنگ‌کنگ با توجه به مشکل مسکن در این منطقه، با استفاده از پویایی سیستم‌ها پرداختند و ریسک و آثار ناشی از تأخیر چنین پروژه‌ای را فراتر از سطح سازمانی و در سطح اجتماعی و اقتصادی مردم هنگ‌کنگ دانستند. گبرهیوت و لو^۵ (۲۰۱۷) گذر از زمان مجاز و هزینه مجاز را از آثار تأخیر بیان کردند. محمدی و توکلان (۲۰۱۹) با اشاره به تأثیر تأخیر بر افزایش فشار تولید، نوشتند که این فشار باعث افزایش دوباره‌کاری، خطای انسانی، خستگی و در نهایت نرخ حوادث شده که خود منجر به افزایش بیشتر زمان می‌شود. شی، ژنگ، ژانگ و

1. Sambasivan & Soon

2. Gardezi, Manarvi & Gardezi

3. Khattri, Agarwal, Gupta & Pandey

4. Li, Shen, Xu, Xue, Sommer & Luo

5. Gebrehiwet & Luo

لی^۱ (۲۰۱۹) بیان کردند که در صنعت ساخت‌وساز، اکثر صاحبان پروژه‌های ساختمانی از تأخیر پرداخت برای مهیار خطرها در فرایند معامله و جهت تضمین اعتبار مورد معامله استفاده می‌کنند. تأخیرات باعث ایجاد دعاوی در سطح پیمانکاران به خصوص پیمانکاران فرعی می‌شود. افزایش تأخیر در پرداخت، به مالک اجازه می‌دهد تا موقعیت و قدرت سودآوری را در قبال پیمانکاران به دست آورد و حفظ کند. البته تأخیر بیش از حد در پرداخت می‌تواند بر پیشرفت پروژه تأثیر منفی بگذارد و باعث وقفه در جریان نقدی شود که ممکن است به اختلاف‌های قراردادی و خطرهای بازگشت پروژه به مالک منجر شود. فام و لی^۲ (۲۰۲۰) یکی از مسائل اصلی اختلاف‌ها در صنعت ساختمان را تأخیر در اتمام پروژه مطرح کرده‌اند. طولانی شدن روند حل اختلاف‌های ناشی از تأخیر، موجب سلب زمان، شهرت، روابط تجاری و سایر آسیب‌ها می‌شود. این مقاله یک چارچوب پویا برای آشکار کردن فرایند تأخیر و کمک به طرفین برای حل اختلاف‌های ناشی از تأخیر پیشنهاد کرد. تافک و برا^۳ (۲۰۲۲) در مقاله خود نوشتند که تأخیرها به اختلاف‌ها و دعوای قضایی منجر می‌شود که می‌تواند بر شهرت و کیفیت کار شرکت تأثیر منفی بگذارد. هک و همکاران (۲۰۲۳) پنج اثر مخرب تأخیر را شناسایی کرده‌اند که عبارت است از: گذر از سقف زمانی، گذر از سقف بودجه، اختلافات، داوری و دعوا. امیناراه و همکاران (۲۰۲۳) رد کردن حد زمان و هزینه، کیفیت، دعوای قضایی و داوری و در نهایت، ترک کار را از نتایج تأخیر می‌دانند. نیامی و الوبادی (۲۰۲۳) گذر از حد هزینه، ازدست‌دادن خروجی و ازدست‌دادن پول و نهایتاً فسخ را از آثار تأخیر معرفی کردند. کیورالا و شاهی^۴ (۲۰۲۴) معتقد بودند که تأخیرهای زمانی پروژه‌ها، زمان‌بندی پروژه‌ها، هزینه‌ها و استانداردهای کیفیت را به خطر می‌اندازد. همچنین هزینه‌های هنگفتی را در رابطه با خطر مواد، تأمین زمین، نیروی کار و بازار تحمیل می‌کند.

با توجه به پژوهش‌های انجام شده می‌توان گفت تعداد مقاله‌های منتشر شده در این حوزه در سالیان اخیر، به‌خصوص از سال ۲۰۱۵ افزایش چشمگیری داشته است. هرچند این موضوع محور پژوهش‌ها در کشورهای با سرعت بالای رشد صنعت ساختمان مانند ایالات متحده آمریکا، هند، عربستان سعودی و چین بیشتر است؛ اما به دلیل وجود نیاز مسکن و صنعت ساختمان در همه مناطق، به‌عنوان یک نیاز پژوهشی همواره مطرح بوده است. تأخیرهای پروژه‌ها معمولاً از جنبه‌های اجتماعی و مدیریتی و مالی همواره در پژوهش‌ها مورد بررسی بوده است؛ اما در سالیان اخیر و از سال ۲۰۱۵ به بعد، تأکید بسیار زیادی بر وجوه مهندسی و تحلیل‌های کمی صورت گرفته است. همچنین استفاده از پویایی سیستم‌ها از سال ۲۰۰۰ به بعد در این زمینه رشد فزاینده‌ای داشته است. بر اساس ادبیات پژوهش، پیشینه موجود را به سه حوزه اصلی می‌توان تقسیم کرد:

(الف) بررسی عوامل مؤثر بر تأخیرهای پروژه و ریسک آن‌ها؛

(ب) بررسی کمی تأخیرها و محاسبه تأخیر پروژه؛

(ج) پیامدها و آثار تأخیرهای پروژه.

1. Xie, Zheng, Zhang & Li
2. Pham & Le
3. Tawfek & Bera
4. Koirala & Shahi

بیشتر پژوهش‌های موجود تاکنون، در حوزه بررسی عوامل و ریسک‌های تأخیرها یا محاسبه خود تأخیرها با استفاده از تکنیک‌های کمی بوده است. تعداد کمی از پژوهش‌ها بر آثار و نتایج تأخیرها تأکید کرده‌اند که اغلب به صورت کیفی بوده‌اند. جدول‌های ۱ و ۲ به‌طور خلاصه به بررسی ادبیات پژوهش در حوزه آثار تأخیرها و دسته‌بندی آن‌ها می‌پردازد:

جدول ۱. جدول دسته‌بندی آثار تأخیرها

دسته‌بندی	نوع آثار تأخیرها	دسته‌بندی	نوع آثار تأخیرها
اجتماعی - اقتصادی	ایجاد نارضایتی مشتری و ذی‌نفعان عمومی	فرآیندهای مالی و روانی	کاهش روحیه و انگیزه کارکنان
	کاهش اشتغال‌زایی و رفاه عمومی در صورت تأخیر در بهره‌برداری		افزایش خستگی در اثر افزایش فشار کار
	ایجاد آثار تورمی در کشور، سرمایه‌گذاری نامولد و اشتغال ناپایدار		مشغله ذهنی مدیر طی فرایند مذاکره، فسخ و شکایات
اعتبار و رزومه	کاهش اعتبار مجریان و کارفرمایان در صورت تأخیر یا فسخ	فرآیندهای مالی و مستقیم	از دست دادن بازار و عقب افتادن از رقبا در صورت تأخیر در بهره‌برداری
	تخریب رزومه مدیران و کارکنان اجرایی در صورت تأخیر یا فسخ		کاهش دوره بازگشت سرمایه و توجیه مالی پروژه
حقوقی و اداری	ایجاد مشکلات حقوقی، دعاوی، اختلاف‌های داخلی و خارجی	فرآیندهای مالی و مستقیم	راکد ماندن منابع و سرمایه و هزینه از دست رفتن بهره
	امکان افزایش قیمت زمین و دارایی‌ها		عدم مشمولیت یا تغییر قوانین حمایتی
فرصت مالی، بازار و فنی	امکان ایجاد بازار مناسب‌تر محلی و بهبود شرایط محیطی	فرآیندهای مالی و مستقیم	امکان ایجاد زیرساخت‌های مناسب
	امکان افزایش قیمت زمین و دارایی‌ها		افزایش هزینه دستمزد کارگر و پیمانکار
	امکان تأمین تجهیزات و تکنولوژی‌های خاص و نادر		کاهش پیوستگی اجرا و افزایش حجم کار
	امکان تغییر روش اجرا یا تغییر نقشه‌ها		کاهش پیوستگی کار و افزایش هزینه‌ها
	امکان اصلاح و ترمیم مقاطع اجرایی		افزایش هزینه انشعابات، سوخت و انرژی
	امکان سنجش کیفیت کار و اعتبار پیمانکار		کاهش قدرت خرید و تأمین مصالح به دلیل تورم
	امکان انتقال سرمایه به بازارهای سودآور		افزایش هزینه خرید و اجاره تجهیزات و زمین
	امکان تعلل خرید پس از نوسان مقطعی بازار		اتلاف روزانه انرژی و منابع
	امکان تعلل جهت مشمولیت یا عدم مشمولیت قوانین خاص		افزایش هزینه حقوق روزانه کارکنان داخلی
	امکان توزیع منابع نقدینگی به پروژه‌های با اولویت بیشتر		افزایش هزینه جریمه تأخیرها توسط کارفرما
فشار تولید - ایمنی و کیفیت	کاهش ایمنی هنگام اجرا در اثر افزایش فشار کار	فرآیندهای مالی و مستقیم	افزایش قیمت‌های قراردادی و هزینه‌های تمدید مجوزها
	کاهش کیفیت ساخت و اجرا به دلیل خستگی و بی‌دقتی		افزایش هزینه‌های نامشهود مثل استهلاک دارایی

جدول ۲. جدول مقایسه آثار تأخیرها در ادبیات و مطالعه کنونی

آثار تأخیر	اجتماعی - اقتصادی	اعتبار و روزه	داخلی و خارجی	دعاوی، اختلاف‌های حقوقی، مشکلات حقوقی	فرصت مالی، بازار و فنی	فشار تولید، ایمنی و کیفیت	فیزیکی و روانی	هزینه‌های غیر مستقیم	هزینه‌های مستقیم	نوع اثر
پناهی و همکاران (۱۳۸۳)	✓							✓	✓	منفی
شاکری و قربانی (۱۳۸۴)	✓	✓				✓		✓	✓	منفی
گلابچی و همکاران (۱۳۹۳)						✓	✓			منفی
سبزه پرور (۱۳۹۶)		✓						✓	✓	منفی
سامباسیوان و سون (۲۰۰۷)				✓				✓		منفی
گاردزی و همکاران (۲۰۱۴)				✓						منفی
اوولابی جیمز و همکاران (۲۰۱۴)				✓				✓	✓	منفی
خاتری و همکاران (۲۰۱۶)				✓				✓	✓	منفی
لی و همکاران (۲۰۱۷)	✓									منفی
محمدی و توکلان (۲۰۱۹)						✓	✓			منفی
شی و همکاران (۲۰۱۹)				✓	✓			✓		منفی
تافک و برا (۲۰۲۲)				✓						منفی
هک و همکاران (۲۰۲۳)				✓						منفی
امیناراه و همکاران (۲۰۲۳)				✓		✓		✓		منفی
نیامی و الوبادی (۲۰۲۳)								✓		منفی
کویرالا و شاهی (۲۰۲۴)						✓		✓	✓	منفی
نظرهای خبرگان	✓	✓		✓	✓		✓	✓	✓	منفی
مطالعه موردی					✓			✓	✓	منفی

با توجه به ادبیات پژوهش می‌توان به این نتیجه رسید که اکثر پژوهش‌های انجام شده در حوزه تجزیه و تحلیل تأخیرهای پروژه‌ها، به شناسایی علل و عوامل ایجاد تأخیرها و محاسبه و مقایسه تأخیرها پرداخته‌اند و پژوهش‌های اندکی به نتیجه‌ها و پیامدهای تأخیرها توجه کرده‌اند. تعدادی از پژوهش‌ها در این زمینه از روش‌شناسی پویایی سیستم‌ها بهره برده‌اند. برخی از پژوهش‌ها، پیامدها را به صورت موردی برشمرده‌اند که به نظر می‌رسد به شرایط مکانی و زمانی پروژه وابستگی چشمگیری داشته‌اند یا فقط به واژه افزایش هزینه در اثر تأخیرها اکتفا کرده‌اند؛ حال آنکه این موضوع جای بررسی بیشتر و عمیق‌تری دارد و لازم است با نگاهی سیستمی، رفتار هزینه‌ای در اثر تأخیر، دقیق‌تر بررسی شود. با توجه به نیاز به تعمیق کار و استفاده از داده‌های واقعی، یک مطالعه موردی پیشنهاد شده است که به یک پروژه تجاری

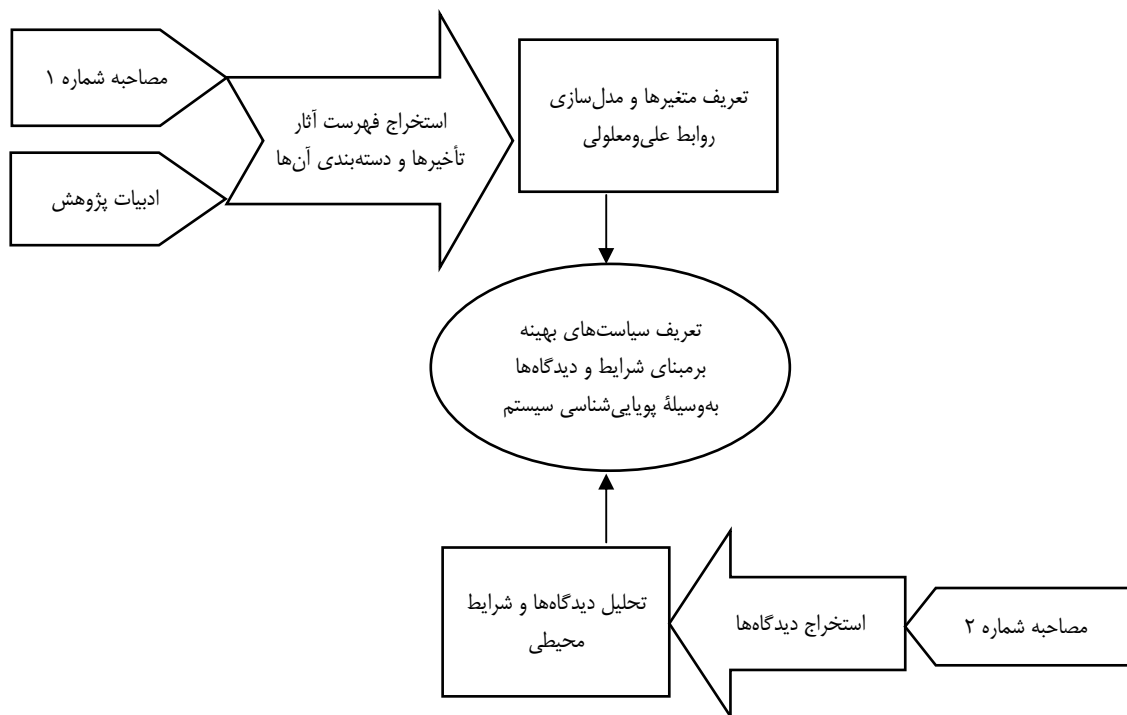
تفریحی در شهر قم اختصاص دارد. قرارداد آن به صورت مشارکت بین یک شرکت خصوصی و شهرداری و به صورت طراحی، تأمین و ساخت (EPC) منعقد شده است؛ بنابراین شرکت فوق به عنوان شریک و کارفرما و مجری دارای پیمانکارانی است.

روش‌شناسی پژوهش

با توجه به چارچوب مسئله و اهداف پژوهش، روش پژوهش آمیخته (کیفی - کمی) و از نوع لانه‌ای است. پژوهش‌های آمیخته با ترکیب حداقل یک مؤلفه پژوهش کیفی و یک مؤلفه کمی مشخص می‌شود. یکی از طرح‌های پژوهشی ترکیبی، طرح تودرتو یا لانه‌ای است. در این طراحی، یک نوع از داده‌ها، ثانویه نسبت به دیگری است. گردآوری و تحلیل داده‌های اولیه، کمی و گردآوری و تجزیه و تحلیل داده‌های ثانویه، کیفی است. داده‌های کیفی درون داده‌های کمی تودرتو می‌شوند و دو مجموعه داده به طور جداگانه تحلیل می‌شوند. هدف از طراحی تودرتو، ارائه درک عمیق‌تر از داده‌های کمی با کاوش در داده‌های کیفی است (کرسول و کلارک^۱، ۲۰۱۱). تأخیرهای پروژه پیامدهای متنوع و زیادی دارد و علاوه بر اینکه دسته‌بندی مناسب از آن‌ها را ضروری می‌کند، الزام کشف روابط بین آثار و نتایج و رابطه علت و معلولی آن‌ها را نیز فراهم می‌آورد. بنابراین پس از تعریف آثار، به مدل‌سازی روابط آن‌ها بر اساس روش پویایی سیستم‌ها پرداخته می‌شود و در نهایت نتایج سنتز خواهد شد؛ بنابراین شیوه تحلیل داده در داخل مطالعه موردی نیز پویایی سیستم‌ها است.

ابزار گردآوری داده‌ها در دو مرحله و مبتنی بر ادبیات گذشته و مصاحبه‌ها است. سپس بر اساس مطالعه موردی به مدل‌سازی پرداخته می‌شود. در مصاحبه اول، به دنبال تهیه فهرستی کامل از آثار تأخیرها و اولویت آن‌ها هستیم و در مصاحبه دوم، دیدگاه بازیگران و افراد مؤثر در تصمیم‌گیری در قبال تأخیرهای ایجاد شده را کشف می‌کنیم تا مدل ذهنی موجود را بررسی کنیم. همچنین متغیرهای معرفی شده از ادبیات پژوهش و پس از مصاحبه با گروهی از مدیران پروژه و کارشناسان کنترل پروژه، به صورت انفرادی و جداگانه تهیه شده است. معادلات و روابط نیز بر مبنای نظر خبرگان و داده‌های تاریخی منظم شده است.

در مصاحبه اول از خبرگان پرسیده شده است که آیا تأخیر زمانی پروژه (به هر علتی) همواره باعث افزایش هزینه می‌شود؟ چرا؟ تأخیر زمانی پروژه با تأثیر بر کدام عوامل می‌تواند باعث افزایش یا کاهش هزینه پروژه شود؟ چگونه؟ آیا افزایش هزینه‌های ناشی از تأخیر خود می‌تواند به افزایش بیشتر تأخیر در پروژه منجر شود؟ کدام هزینه‌ها؟ چگونه؟ در مصاحبه دوم نیز پرسیده شده است که نقش شما در پروژه چیست؟ فکر می‌کنید کدام نتایج هزینه‌ای تأخیر، اولویت بیشتری دارد؟ دیدگاهتان را راجع به تأخیرها و کنترل آن‌ها بیان کنید. شکل ۱ روش‌شناسی مورد استفاده در این پژوهش را نشان می‌دهد.



شکل ۱. روش‌شناسی پژوهش

پویایی‌شناسی سیستم

ماهیت پویا و پیچیده صنعت ساخت‌وساز، یکی از دلایل تأخیر در پروژه‌های ساخت‌وساز است که به ادعاها و اختلافات بین طرف‌های قرارداد منجر می‌شود (راماچاندرا و همکاران، ۲۰۱۴). آثار متعدد و متنوع تأخیرها به ایجاد روابط علت و معلولی با پیچیدگی قابل توجهی منجر می‌شود. سیستم‌های پیچیده نیز همانند همه سیستم‌ها از ساختارهای به هم پیوسته حلقه‌های بازخورد تشکیل شده‌اند (فارستر^۱، ۱۹۷۰). پویایی‌شناسی سیستم‌ها روشی قدرتمند برای به دست آوردن بینش مفید در موقعیت‌های پیچیده پویا و مقاومت در برابر سیاست است. غلبه بر موانع یادگیری، مستلزم ترکیب روش‌ها و قواعد زیادی از علوم ریاضی، کامپیوتری تا روان‌شناسی و نظریه‌های سازمان است (استرمن^۲، ۲۰۰۲؛ ترجمه شاهقلیان، سلوک‌دار، بافنده زنده، میرزایی دریانی و اصلی زاده، ۱۳۹۵). در واقع پویایی‌شناسی رویکردی است که به حل مسائل مدیریت عالی کمک می‌کند. بنابراین هدف نهایی آن ضمن توصیف رفتار سازمان، دستیابی به سیاست‌های مدیریتی و ساختارهای سازمانی جهت دستیابی به موفقیت است (فارستر، ۱۹۹۷). روش‌شناسی پویایی سیستم‌ها مجموعه‌ای از تکنیک‌های عملی را جهت مدل‌سازی و تحلیل سیستم ارائه می‌دهد. در موضوع تأخیرهای پروژه‌های ساختمانی نیز، به علت تأثیرپذیری و تأثیرگذاری گسترده تأخیرها بر نظام اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، می‌توان به مثابه پژوهش‌های گذشته، موضوع پژوهش را در قالب یک سیستم دارای مرز معین فرض کرد. البته این بار به دنبال تحلیل روابطی هستیم که در گذشته کمتر به آن‌ها پرداخته شده و نگاهی سیستمی به آن‌ها وجود نداشته است.

1. Forrester
2. Sterman

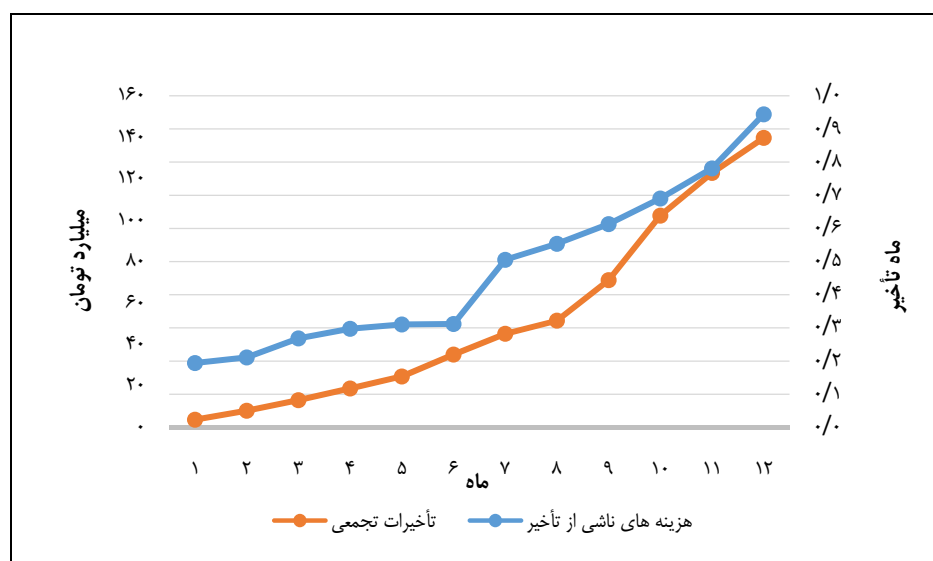
فرایند مدل‌سازی پویایی سیستم‌ها

اغلب مدل‌های پویایی سیستم‌ها در چهار گام خلق شده‌اند: مفهومی‌سازی، فرمولاسیون، آزمون و شبیه‌سازی و پیاده‌سازی (راندرز، ۱۹۹۷). در مفهومی‌سازی تعریف مسئله، موضوع، تعیین محدوده و مرز سیستم و افق زمانی و سایر مفروضات مطرح می‌شود تا در نهایت به مدل مفهومی برسد. در فرمولاسیون مدل کمی‌سازی شده و در آزمون، مفروضات پویا بررسی می‌شود. در آخر، قسمت پیاده‌سازی سیاست‌های مختلف و نگرش‌ها مطرح می‌شود. در ادامه مراحل، مدل‌سازی را بر اساس داده‌های مطالعه موردی پژوهش به شرح ذیل بیان می‌کنیم:

الف) تعریف مسئله پویا و رفتار مرجع

مسئله پویا عبارت است از میزان تأثیر تأخیرهای پروژه ساخت‌وساز از دیدگاه بازیگران، در شرایط مختلف. در دیدگاه رایج ادبیات، به دلیل تأثیرهای منفی تأخیر، مجریان پروژه بایستی از وقوع تأخیرها و افزایش آن جلوگیری کنند. اما رفتار عجیب رشد تأخیرها در برخی از پروژه‌ها که یک نمونه از آن در پروژه مطالعه موردی به‌عنوان رفتار مرجع نشان داده شده است، این الزام را ایجاد می‌کند تا با نگاهی موشکافانه‌تر، دقیق‌تر و سیستمی، میزان اثر تأخیرها و نوع رفتار هر کدام از آثار تعیین شود؛ بنابراین پژوهش حاضر می‌کوشد تا موضوع پیامدهای تأخیرهای عامدانه را در شرایط مختلف در پروژه‌هایی بررسی کند که اختلاف‌نظرهایی در رابطه با آن وجود دارد.

شکل ۲ نمودار رفتار مرجع سیستم را نشان می‌دهد. طبق این نمودار با افزایش تأخیرهای پروژه در سال ۱۴۰۲، میزان هزینه ناشی از تأخیرها با رشد فزاینده و نمایی مواجه شده است؛ اما در مقطعی از سال با افزایش رشد تأخیرها، شاهد روند کاهشی در رشد هزینه‌ها و کاهش شتاب آن هستیم که می‌تواند کلیت فرضیه رایج رابطه مستقیم هزینه و تأخیر را نقض کند.



شکل ۲. مقایسه رفتار هزینه و تأخیر حاصل از تأخیر اولیه

ب) تعیین مرز سیستم و متغیرهای کلیدی

مرز سیستم منطبق بر مطالعه موردی است؛ بنابراین آثار تأخیر، آثار کوتاه‌مدت و میان‌مدت در دوره ساخت را در نظر می‌گیرد و از هزینه‌ها، فقط هزینه‌های مستقیم را بررسی می‌کند که قابلیت کمی‌سازی دارند. پس از تعیین مرز مدل، مؤلفه‌ها و متغیرهای متناظر، به دو دسته برون‌زا و درون‌زا تقسیم می‌شوند. متغیرهای برون‌زا مستقیم تحت تأثیر سیستم نیستند؛ ولی متغیرهای درون‌زا در حلقه‌های بازخورد نهایی دخالت دارند.

ج) فرضیه پویا

فرضیه پویا در این پژوهش به‌طور مشخص بر این تأکید دارد که تأخیرهای پروژه آثاری دارد که می‌توانند طی بازخوردهایی با گذشت زمان، روی تأخیر اولیه اثر گذارند و مجدد به افزایش یا کاهش رشد تأخیر منجر شوند. هر چند در عمل اغلب عدم پاسخ‌گویی به تأخیر اولیه منجر به رشد آن می‌شود؛ اما با تعیین مؤلفه‌ها و متغیرهای آثار تأخیر در این پژوهش و تأثیر علی و معلولی آن‌ها بر یکدیگر نوع و چگونگی این رفتار و امکان وجود آثار مثبت حاصل از تأخیر بررسی می‌شود. میزان تأخیر کل پروژه عبارت است از: مجموع میزان تأخیر اولیه قبل از مدل‌سازی و میزان تأخیر ایجاد شده توسط آثار تأخیر، پس از زمان شروع مدل‌سازی. در علم مدیریت پروژه میزان تأخیر ایجاد شده از حاصل ضرب اختلاف پیشرفت برنامه‌ای و واقعی در ضریب زمان به دست می‌آید. پیشرفت فیزیکی عاملی جهت تعیین پیشرفت واقعی پروژه بوده که واحد آن مبتنی بر حجم اجرا شده از کار است. تأخیر اولیه به افزایش قیمت‌ها منجر شده که هزینه‌های ساخت، هزینه‌های تجهیز، هزینه‌های قراردادی، هزینه‌های نامشهود، هزینه‌های جاری را افزایش می‌دهد که هر کدام با توجه به میزان تورم محاسبه می‌شود. هزینه جریمه نیز معمولاً نه به‌صورت تدریجی و پس از گذشت مدت زمانی و طی صورت‌جلسه‌ای بر مبنای ارزش پروژه محاسبه و تعیین می‌شود؛ بنابراین رفتار میزان تأخیر و میزان هزینه رفتاری مشابه خواهد بود. نکته مهم این است که میزان تخصیص بودجه پروژه نقطه اهرمی است که می‌تواند همواره به کاهش رشد تأخیرها منجر شود؛ اما همواره هزینه‌های بلندمدت پروژه را کاهش نمی‌دهد. سایر مفروضات مدل عبارت‌اند از:

- واحد زمان محاسبه تأخیرها، ماه است و افق زمانی مدنظر، ۱۰۰ ماه در نظر گرفته شده است؛
- در این مدل فرض شده است تأخیرها جبران‌ناپذیرند؛
- محدوده مورد بررسی و مرز سیستم شامل هزینه‌های مستقیم در دوره ساخت است؛
- حالات مختلف سیستم بر اساس دیدگاه‌ها و شرایط، متفاوت خواهد بود؛
- هزینه‌های پروژه شامل هزینه‌های جاری، هزینه‌های تجهیز، هزینه‌های قراردادی، هزینه‌های نامشهود، هزینه‌های اجرا و هزینه‌های جریمه تأخیر است که همگی مشمول تورم با نرخ‌های مختلف‌اند.

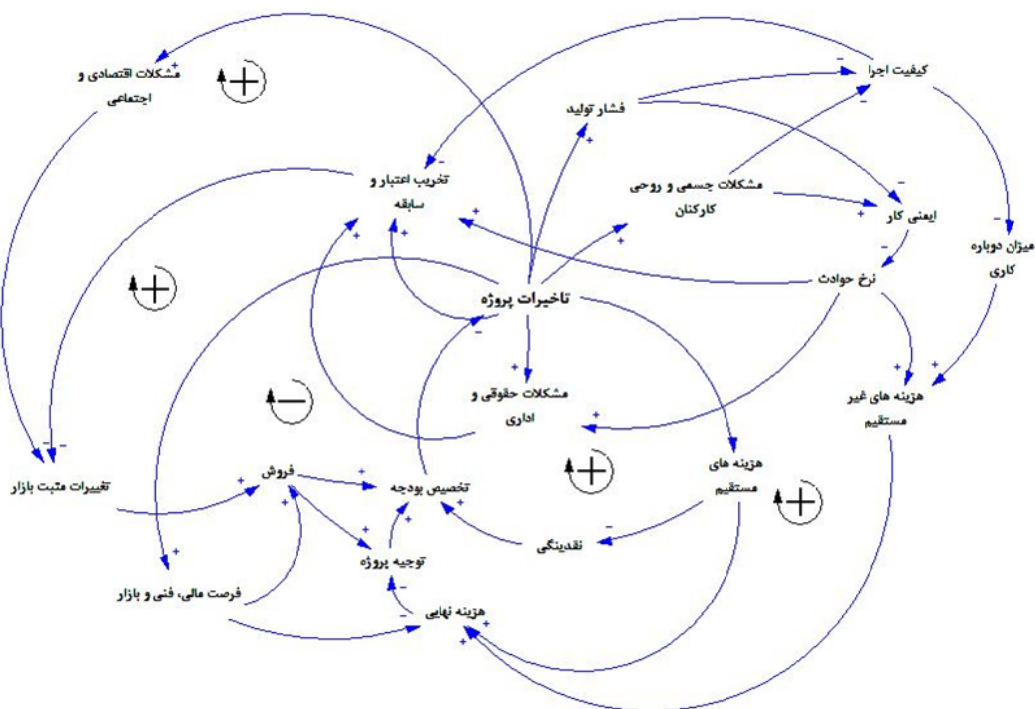
د) مدل‌سازی نمودار علی و معلولی

بر اساس جدول ۱ و بر مبنای نظر خبرگان، آثار تأخیرها به ۸ گروه زیر تقسیم‌بندی شده است:

۱. هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی؛
۲. هزینه‌های تخریب اعتبار و رزومه؛

۳. هزینه‌های حقوقی و اداری؛
۴. هزینه‌های فشار تولید؛
۵. هزینه‌های فیزیکی و روانی؛
۶. هزینه‌های غیرمستقیم؛
۷. هزینه‌های مستقیم دوره ساخت؛
۸. فرصت‌های مالی، بازار و فنی.

مفاهیم و مدل مفهومی اولیه و نمودار علی و معلولی، از آثار هشت‌گانه فوق برداشت شده است که در شکل ۳ مشاهده می‌شود. مطابق شکل ۳، آثار متعدد تأخیرها باعث پیچیدگی مسئله شده و البته، اغلب به رشد تأخیرها منجر شده است و آثار منفی فزاینده‌ای دارد. اما طبق نظر خبره، برخی آثار مثبتی هم وجود دارد که ضمن تعدیل آثار منفی، می‌تواند رشد تأخیرها را هم متوقف کند.



شکل ۳. نمودار علی و معلولی آثار تأخیرهای پروژه

ه) فرموله‌سازی مدل و مدل‌سازی نمودار جریان

بر اساس مطالعه موردی، کمیت‌پذیری و اولویت طبق نظر خبرگان برخی آثار مرتبط با پروژه ساخت‌وساز به‌عنوان متغیرهای درون‌زا انتخاب و شبکه علی و معلولی و مقادیر آن به‌صورت جزئی‌تر بررسی شده است. جدول ۳ آثار ورودی به مدل کمی را نشان می‌دهد.

جدول ۳. آثار تأخیرهای در نظر گرفته شده در پروژه برای طراحی مدل کمی

دسته‌بندی آثار	آثار تأخیرهای مدنظر در مطالعه موردی	نوع اثر	متغیر
فرصت مالی	امکان افزایش قیمت زمین و دارایی‌ها	مثبت	ارزش پروژه
فرصت مالی	امکان انتقال سرمایه به بازارهای سودآور	مثبت	انباشت سرمایه
فرصت مالی	امکان تعلل خرید پس از نوسان مقطعی بازار	مثبت	نرخ تخصیص
هزینه‌های مستقیم - اجرا	کاهش پیوستگی اجرا و افزایش حجم کار	منفی	هزینه‌های ساخت
هزینه‌های مستقیم - اجرا	کاهش پیوستگی کار و افزایش هزینه‌ها	منفی	هزینه‌های ساخت
هزینه‌های مستقیم - تأمین	افزایش هزینه انشعابات، سوخت و انرژی	منفی	هزینه‌های جاری
هزینه‌های مستقیم - تأمین	کاهش قدرت خرید و تأمین مصالح به دلیل تورم	منفی	هزینه‌های تجهیز
هزینه‌های مستقیم - جاری	افزایش هزینه خرید و اجاره تجهیزات	منفی	هزینه‌های تجهیز
هزینه‌های مستقیم - جاری	اتلاف روزانه انرژی و منابع	منفی	هزینه‌های جاری
هزینه‌های مستقیم - جاری	افزایش هزینه حقوق روزانه	منفی	هزینه‌های جاری
هزینه‌های مستقیم - جریمه	افزایش هزینه جریمه تأخیرها توسط کارفرما	منفی	هزینه‌های جریمه
هزینه‌های مستقیم - قراردادی	افزایش قیمت‌های قراردادی و هزینه‌های تمدید مجوزها	منفی	هزینه‌های قراردادی
هزینه‌های مستقیم - نامشهود	افزایش هزینه‌های نامشهود مثل استهلاک دارایی	منفی	هزینه‌های نامشهود

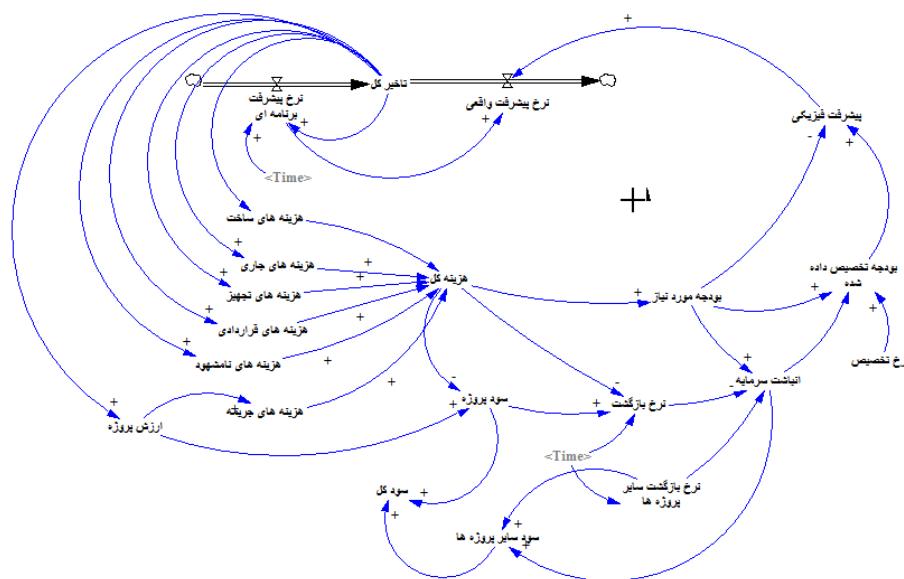
جدول ۴ روابط کمی بین متغیرهای تعیین شده را مشخص می‌کند. در این جدول به‌طور مشخص متغیر تأخیر کل، متغیر حالت است که وضعیت کلی سیستم را نشان می‌دهد. متغیر نرخ پیشرفت برنامه‌ای و نرخ پیشرفت واقعی متغیرهای نرخ هستند که مستقیم روی متغیر حالت تأثیرگذارند. سایر متغیرها نیز متغیر کمکی‌اند. متغیر تأخیر کل از انتگرال متغیرهای نرخ به‌دست می‌آید. زمان قراردادی پروژه ۳۳ ماه و تأخیر اولیه ۰/۱ ماه فرض شده است. نرخ پیشرفت برنامه‌ای ثابت نبوده و معمولاً بر اساس زمان و مقطع اجرایی، در اواسط مدت‌زمان پروژه بیشتر است. برای هر کدام از هزینه‌های پروژه مقدار اولیه، نرخ تورم و نرخ نوسان در نظر گرفته شده است. جریمه تأخیر بر مبنای ارزش پروژه تعیین می‌شود. شرط انباشت سرمایه و عدم تخصیص به پروژه کاهش توجیه مقطعی هزینه برای پروژه و سودآوری یا کاهش هزینه در سایر زمینه‌ها بوده که تا سقف ۱۰ درصد قابل انجام است.

جدول ۴. روابط بین متغیرها و فرموله‌سازی اجزاء سیستم

ردیف	متغیر	نماد لاتین	رابطه
۱	تأخیر کل (نهایی)	Total delay	$\int_{initial=0.1}^{33} [(plan\ progress\ rate - actual\ progress\ rate) * 33]$
۲	نرخ پیشرفت برنامه‌ای	Plan progress rate	$0.025 + [33 / (1000 * ABS(Time - total\ delay - 16))]$
۳	نرخ پیشرفت واقعی	Actual progress rate	physical progress * plan progress rate
۴	هزینه‌های ساخت	Building costs	$139.5 * (1.037)^{total\ delay} + RANDOM\ UNIFORM(-25, 25, total\ delay)$
۵	هزینه‌های جاری	Current costs	$3 * (1.055)^{total\ delay} + RANDOM\ UNIFORM(-1, 1, total\ delay)$
۶	هزینه‌های تجهیز	Equipment costs	$5 * (1.035)^{total\ delay} + RANDOM\ UNIFORM(-1, 1, total\ delay)$

ردیف	متغیر	نماد لاتین	رابطه
۷	هزینه‌های قراردادی	Contract costs	$2*(1.03)^{\text{total delay}} + \text{RANDOM UNIFORM}(-0.5, 0.5, \text{total delay})$
۸	هزینه‌های نامشهود	Invisible costs	$0.5*(1.05)^{\text{total delay}} + \text{RANDOM UNIFORM}(-0.1, 0.1, \text{total delay})$
۹	ارزش پروژه	Project value	$220*(1.027)^{\text{total delay}} + \text{RANDOM UNIFORM}(-20, 20, \text{total delay})$
۱۰	هزینه‌های جریمه	Penalty costs	$0.02*\text{project value}$
۱۱	هزینه کل (نهایی)	Total cost	building cost + contract cost + current cost + equipment cost + penalty cost + unvisible cost
۱۲	سود پروژه	Project benefit	project value - total cost
۱۳	بودجه مورد نیاز	Needed budget	total cost
۱۴	بازگشت سرمایه	Rate of return	$(\text{project benefit}/\text{total cost})/(\text{Time}+1)$
۱۵	انباشت سرمایه	Capital stock	IF THEN ELSE(other field rate of return >= rate of return, 0.1*needed budget, 0)
۱۶	بودجه تخصیص داده شده	Assign budget	rate of assign*(needed budget - capital stock)
۱۷	پیشرفت فیزیکی	Physical progress	assigned budget/needed budget
۱۸	نرخ بازگشت سرمایه سایر پروژه‌ها (بازارها)	Other field rate of return	$0.0125 + \text{RANDOM UNIFORM}(-0.005, +0.0275, \text{Time})$
۱۹	سود سایر پروژه‌ها (بازارها)	Other field benefit	$(1 + \text{other field rate of return}) * \text{capital stock}$
۲۰	سود کل (نهایی)	Total benefit	project benefit + other field benefit

شکل ۴ مدل اولیه را نشان می‌دهد که در صورت ایجاد اولین ماه تأخیر با افزایش نرخ تخصیص بودجه، از افزایش تأخیر جلوگیری می‌شود؛ اما در صورت کمبود بودجه و کاهش نرخ تخصیص، یک بازخورد تقویتی با شیب تندشونده خواهیم داشت که مدام هزینه‌های نهایی پروژه را افزایش می‌دهد.



شکل ۴. نمودار جریان آثار تأخیرات پروژه

و) اعتبار سنجی و آزمون مدل

برای اعتبارسنجی مدل، از روش آزمون حدی استفاده شده است. در شکل‌های ۹ و ۱۰ تحلیل حساسیت مدل بر اساس سیاست‌های مختلف انجام شده است و با افزایش و کاهش زیاد پارامترها، رفتارهای نشان داده شده مطابق انتظار بوده و مدل از صحت کافی برخوردار است. همچنین با مقایسه مدل‌ها با رفتار مرجع روابط هزینه، سود و تأخیر منطقی و قابل تحلیل بوده و تغییرات مقطعی و نوسان‌های مدل مرجع در بلندمدت قابل پیش‌بینی است.

تعیین دیدگاه بازیگران سیستم

نگاه بازیگران به تأخیرها در پروژه بسیار بااهمیت است؛ زیرا نقش بازیگران و دیدگاه آن‌ها، به تصمیم‌های متفاوت در قابل تأخیرهای به وجود آمده منجر می‌شود. در جدول ۵ دیدگاه بازیگران پروژه به آثار تأخیرها آورده شده است.

جدول ۵. دیدگاه بازیگران پروژه به آثار تأخیرها

بازیگر	دیدگاه به تأخیرها	ترتیب اولویت‌ها در آثار تأخیرها		
		۱	۲	۳
مدیرعامل	هرچند اعتبار، تعهد و ایجاد ارزش از راهبردهای شرکت است؛ اما حفظ جریان مثبت نقدینگی و سودآوری به تحقق امر فوق کمک می‌کند. شرکت هیچ فرصتی را برای افزایش سودآوری و توجیه اقتصادی از دست نمی‌دهد.	افزایش قیمت زمین یا سرمایه شرکت جهت تهاوتر	جریمه ناشی از تأخیر	امکان فسخ و کاهش اعتبار شرکت
مدیر PMO (مدیر پروژه‌ها)	اگر بتوان از مالک و شریک مقداری زمان بخریم، علاوه بر تأمین نقدینگی لازم، با خرید و فروش به موقع می‌توان به صرفه‌تر کار کرد.	وجود نوسان‌های مقطعی و خرید به موقع	افزایش هزینه خرید و تأمین مصالح	افزایش جریمه ناشی از تأخیر
مدیر پروژه (سرپرست کارگاه)	اگر شرکت بودجه مورد نیاز را به موقع تزریق کند، تأخیرات را با افزایش فشار کاری و مدیریت مناسب کاهش خواهیم داد.	افزایش هزینه خرید و تأمین مصالح	افزایش هزینه اجرا و دستمزد پیمانکار	تخریب رزومه مدیران
پرسنل شرکت	اگر تأمین مالی مناسب و هماهنگی‌های مدیریتی انجام بپذیرد، ضمن حفظ کیفیت مطلوب، سرعت و پیشرفت کار افزایش می‌یابد. عدم پیشرفت کار و تأخیر هرچند منجر به ادامه کار می‌شود؛ اما باعث تضعیف رزومه و کاهش انگیزه می‌شود.	کاهش انگیزه کارکنان	کاهش ایمنی کار	تخریب رزومه مدیران
مالک (شریک)	تأخیرات اجرا باعث تحمیل هزینه در دوره بهره‌برداری خواهد شد. بنابراین بخشی از تأخیرات مجری، غیرقابل قبول بوده و امکان فسخ و افزایش جریمه وجود دارد.	مسئولیت اجتماعی	امکان فسخ قرارداد	-
مشاور و ناظر	تأخیرات پروژه بایستی به نحوی که به کیفیت لطمه نزند، جبران شود.	کاهش کیفیت کار	-	-
پیمانکار	تأخیرات پروژه منجر به بیکاری نیروها شده و هزینه‌های پیمانکار را افزایش داده است. عدم پرداخت به موقع صورت وضعیت‌ها مدیریت نیروها را سخت می‌کند.	کاهش انگیزه پرسنل	کاهش ایمنی کار	-

یافته‌های پژوهش

یافته‌های پژوهش بیشتر بر نتایج مدل‌سازی و سیاست‌های ارائه شده تأکید دارد. پس از بررسی ادبیات پژوهش در حوزه آثار تأخیرها، مشخص شد که اغلب چند اثر تأخیر بدون دسته‌بندی و کشف روابط بین آن‌ها در این زمینه بیان شده و بیشتر پژوهش‌ها، در زمینه بررسی علل تأخیرها انجام شده است. به بیان دیگر، چون فرض شده است که لزوماً تأخیرها به هزینه منجر می‌شود، ضمن کشف علل تأخیر سیاست‌هایی جهت کنترل تأخیرات اتخاذ و ارائه شده است. به‌طور مثال نتایج پژوهش‌های الکفاهی و همکاران (۲۰۲۲) و حجازی‌السودی و شاه‌حسینی (۲۰۲۲) که از رویکرد پویایی سیستم‌ها استفاده کرده‌اند، اثر عواملی چون تغییرات طرح و ریسک نیروی انسانی را بر تأخیرها نشان داده است؛ اما در این پژوهش با فرض اینکه تأخیرها همواره منجر به هزینه نمی‌شود، نتایج پژوهش سیاست‌هایی را برای کنترل تراز مالی و کاهش هزینه مجریان پروژه ارائه داده است. هک و همکاران (۲۰۲۳) فقط به شناسایی ۵ اثر تأخیر پرداخته‌اند و پژوهشگرانی مانند امینارلا و همکاران (۲۰۲۳)، نیامی و الوبادی (۲۰۲۳) و کیورالا و شاهی (۲۰۲۴) چندین نمونه از نتایج تأخیرها را نام برده‌اند که البته مشترکات زیادی بین این آثار نیز وجود دارد. این پژوهش با استفاده از ادبیات و نظر خبرگان، به یکپارچه‌سازی مفاهیم مرتبط با آثار تأخیر و تهیه فهرستی از تأخیرها پرداخته است. علاوه بر آن، با استفاده از روش‌شناسی پویایی سیستم‌ها، باور و فرض هزینه‌زا بودن تأخیرها بررسی شده و در نهایت، به سیاست‌های جدیدی بر مبنای دیدگاه بازیگران و با توجه به مطالعه موردی منتهی شده است که قبلاً وجود نداشته است. با توجه به دیدگاه بازیگران، می‌توان گفت دو نوع سازوکار برخورد برای بازیگران وجود دارد:

الف) مذاکره برای ادامه کار: در این حالت مدیران شرکت یا با دیدگاه حداکثر سود کار را ادامه می‌دهند یا با دیدگاه حداکثر سرعت اجرا برای حفظ اعتبار، کار را پیش می‌برند.

ب) فسخ قرارداد و ادعا: در این حالت مدیران یا به‌علت کاهش توجیه‌پذیری کار، قرارداد را فسخ می‌کنند یا به‌علت عدم توانمندی و انفعال آن را فسخ می‌کنند.

با توجه به عدم قطعیت‌های محیطی موجود در آثار تأخیرها نیز می‌توان دو عامل اساسی در تأمین مالی پروژه و جبران آثار هزینه‌ای فوق پیش‌بینی کرد که البته ممکن است تغییراتی بر آثار مثبت تأخیر نیز داشته باشند.

الف) محیط داخلی: میزان نقدینگی شرکت مجری می‌تواند تأثیر بسزایی در تغییر شرایط پروژه داشته باشد. نقدینگی کم، دست شرکت را برای انتخاب راهبردهای جبرانی خالی می‌گذارد.

ب) محیط خارجی: رشد و نوسان بازار تأثیر بسزایی روی آثار مثبت و منفی پروژه می‌گذارد.

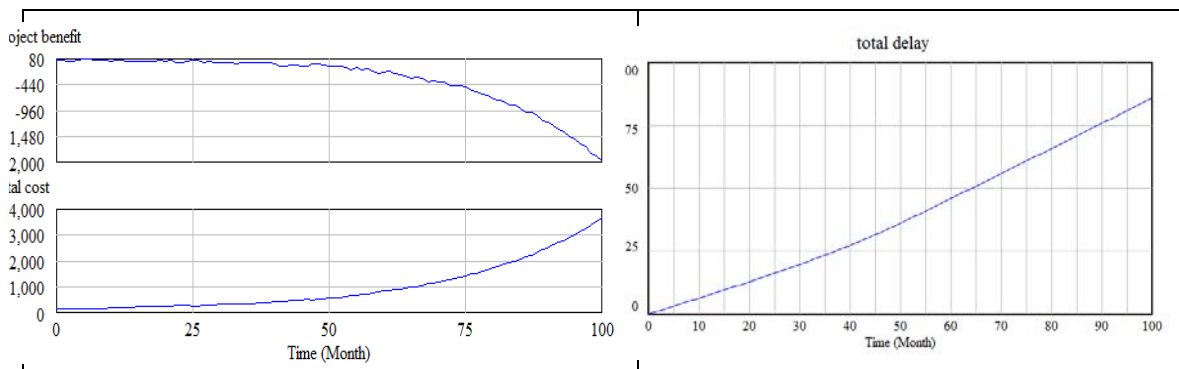
بر اساس دیدگاه‌ها و شرایط محیطی، چهار حالت خاص تصمیم‌گیری تعریف می‌شود که نتایج پژوهش را بر این اساس بررسی می‌کنیم.

تعیین سیاست‌ها

با توجه به دیدگاه‌های مختلف مدیران پروژه و شرایط بازار و پروژه‌ها، به نظر می‌رسد متغیر تخصیص بودجه به‌عنوان یک اهرم عمل می‌کند و مدیران در شرایط مختلف از آن استفاده می‌کنند. بنابراین در ادامه، سیاست‌های مختلف با عنوان دیدگاه‌هایی مطرح می‌شود که طبق جدول ۵ و پس از مصاحبه با خبرگان این حوزه در نظر گرفته شده است.

دیدگاه فسخ در شرایط باتلاق تورمی

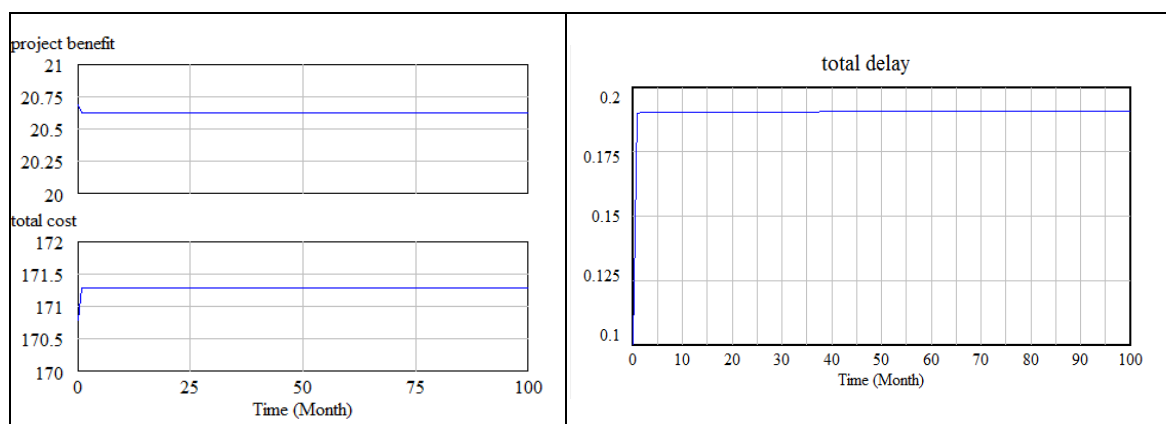
در این حالت پس از تأخیرهای اولیه، به دلیل تورم بسیار زیاد، هزینه مصالح و تجهیزات، حقوق و دستمزد افزایش یافته و فراتر از برآورد اولیه شرکت هنگام قرارداد است که باعث کمبود نقدینگی یا عدم تخصیص کافی آن به پروژه می‌شود. این ناترازی بودجه، موجب افزایش تأخیرها و به تبع آن، افزایش تصاعدی هزینه‌ها به صورت ماه به ماه می‌شود. در این حالت با توجه به مدل‌های ذهنی موجود و سیستم طراحی شده دو راهبرد پیش رو است: فسخ قرارداد یا تحمل زیان انباشته؛ بنابراین به دلیل عدم توانمندی شرکت در تأمین مالی و ادامه کار، فسخ فوری قرارداد پیشنهاد می‌شود تا از زیان بیشتر جلوگیری شود. شکل ۵ رفتار سیستم در این حالت را نشان می‌دهد (نرخ تخصیص بودجه کمتر از یک (۳۰ درصد) در نظر گرفته شده است).



شکل ۵. نتایج روند تأخیرهای کل، سود پروژه و هزینه کل پس از اجرای دیدگاه فسخ در شرایط باتلاقی تورمی

دیدگاه تعهد کاری در شرایط فرصت خرید

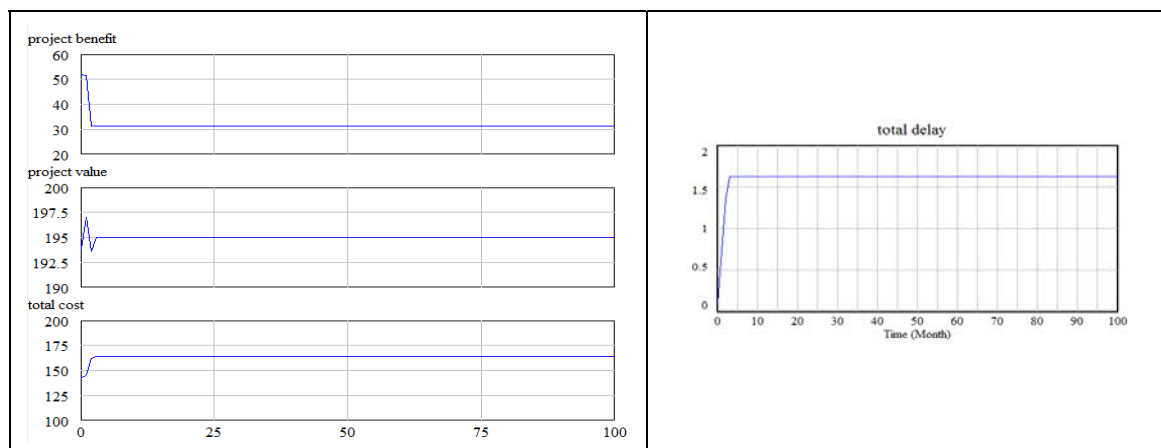
در حالت دوم، شرکت مجری، عزم خود را جزم می‌کند تا هرطور شده پروژه را به اتمام برساند. در این حالت شرکت، نقدینگی لازم را تأمین می‌کند. هرچه بازار سریع‌تر رشد کند، شرکت نیز تأمین مالی سریع‌تری انجام خواهد داد. در این حالت راهبرد مدیریت، حداکثر سرعت اجرا برای حفظ اعتبار شرکت است و پس از مدتی، رشد تأخیرها متوقف می‌شود و عملیات اجرایی ادامه پیدا می‌کند. شکل ۶ رفتار سیستم در این حالت را نشان می‌دهد (۰/۱ ماه تأخیر اولیه فرض شده است).



شکل ۶. نتایج روند تأخیرهای کل، سود پروژه و هزینه کل پس از اجرای دیدگاه تعهد کاری در شرایط فرصت خرید

دیدگاه عقلانیت تأمین در شرایط بازار نوسانی

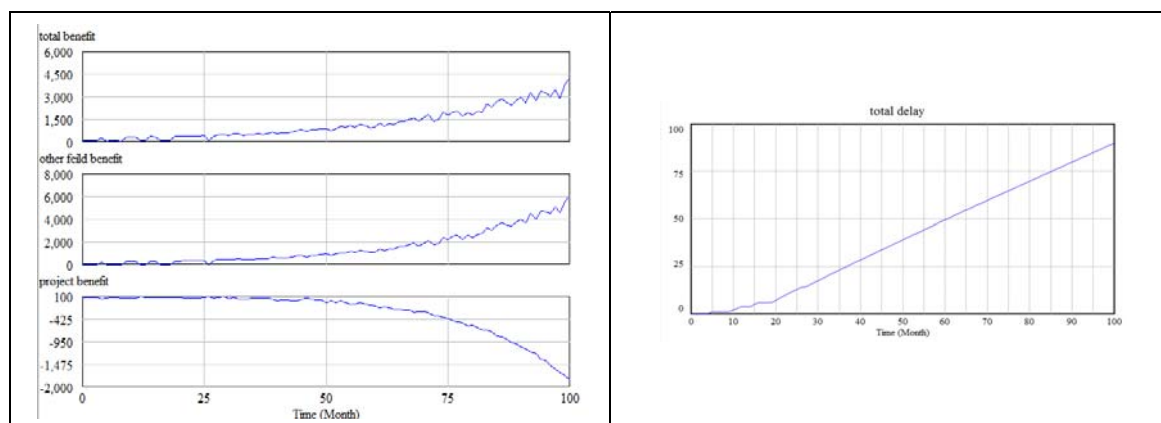
در حالت سوم مدیریت با توجه به کمبود منابع مالی و نوسان زیاد بازار، تأخیرهایی را به صورت عامدانه و کوتاه انجام می‌دهد تا بتواند سرمایه خود را پس از نوسان، با ارزش بیشتری بفروشد یا تجهیزات و مصالح را پس از نوسان مقطعی، با ارزش کمتری بخرد. بنابراین تأخیر در این قسمت عامدانه و عاقلانه است و برای خرید تجهیزات و مصالح یا تأمین مالی و تهاتر با ارزش بهتر انجام می‌شود. شکل ۷ رفتار سیستم در این حالت را نشان می‌دهد (به طور متوسط سه ماه تأخیر در تأمین فرض شده است).



شکل ۷. نتایج روند تأخیرهای کل، سود پروژه، هزینه کل و ارزش پروژه پس از اجرای دیدگاه عقلانیت تأمین در شرایط بازار نوسانی

دیدگاه سوداگرایانه در شرایط رقابت بازارها

در حالت چهارم مدیریت به دنبال سود بیشتر است و همزمان پروژه‌های دیگر و بازارهای دیگری را پایش می‌کند که سود بیشتری دارند و زودبازده‌ترند. در این حالت یا عدم تخصیص بودجه به پروژه‌های دیگر هزینه بیشتری دارد یا سرمایه‌گذاری در پروژه‌ها یا بازارهای دیگر سودآوری بیشتری دارد. بنابراین دیدگاه مدیریت، سوداگرایانه است که اولویت را به سود اختصاص می‌دهد (شکل ۸).



شکل ۸. نتایج روند تأخیرات کل، سود پروژه، هزینه کل و ارزش پروژه پس از اجرای دیدگاه سوداگرایانه در شرایط رقابت بازارها

نتیجه‌گیری

این مقاله ضمن بررسی ادبیات پژوهش در حوزه تأخیرهای پروژه‌های ساخت‌وساز، از طریق مصاحبه با بازیگران پروژه مطالعه موردی، ابتدا فهرستی از آثار تأخیرها ارائه کرد؛ سپس با پرسش‌های مصاحبه دوم، آثار تأخیر را از منظر هر یک از بازیگران مطرح اولویت‌بندی کرد و چهار حالت و چهار دیدگاه متناظر برای آن در نظر گرفت که با تحلیل آن‌ها می‌توان به پرسش‌های پژوهش پاسخ داد. در واقع این پژوهش، بر اساس دو مؤلفه شرایط محیطی و دیدگاه بازیگران چهار حالت زیر را پیشنهاد می‌دهد:

الف) دیدگاه فسخ در شرایط باتلاق تورمی؛

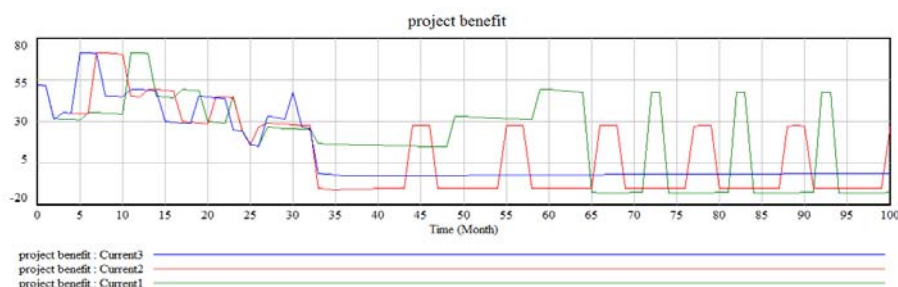
ب) دیدگاه تعهد کاری در شرایط فرصت خرید؛

ج) دیدگاه عقلانیت تأمین در شرایط بازار نوسانی؛

د) دیدگاه سوداگریانه در شرایط رقابت بازارها.

با توجه به پرسش پژوهش می‌توان گفت رابطه هزینه نهایی پروژه و تأخیرهای پروژه، به چهار حالت فوق وابسته است. در حالت اول، تأخیر در شرایط محیطی خاص باعث رشد روزافزون و نمایی هزینه‌ها می‌شود و مطلوبیت مدیریت قطع همکاری به صورت فسخ یا فروش سهم است. در حالت دوم، مطلوبیت مدیریت تأمین مالی سریع‌تر است که به توقف رشد تأخیر منجر می‌شود. در حالت‌های یک و دو، تأخیر باعث افزایش هزینه‌های نهایی می‌شود؛ اما دیدگاه به تبع شرایط محیطی متفاوت خواهد بود. در حالت‌های سوم و چهارم، تأخیرهای پروژه عامدانه انجام می‌گیرد و عایداتی برای شرکت مجری خواهد داشت؛ بنابراین تحت شرایطی، می‌توان گفت که تأخیرهای پروژه، تأثیرهای مثبتی نیز دارند که در نمودارهای زیر این موضوع تحلیل می‌شود.

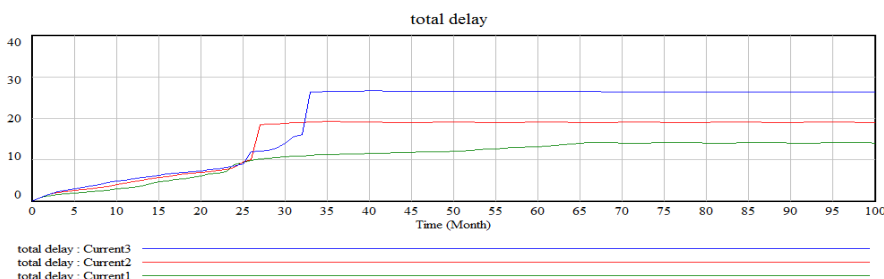
نمودار زیر تأخیرها در تخصیص منابع مالی و اتخاذ زمان مناسب خرید مصالح را با دوره تأخیر یک ماه (current1)، دو ماه (current2) و سه ماه (current3) بررسی می‌کند. شکل ۹ نشان می‌دهد که با توجه به نوسان موجود، بازار تأخیرهای دوماهه در بلندمدت برای تأمین مطلوب است و تأخیرهای یک‌ماهه و سه‌ماهه در کوتاه‌مدت و مقطعی مناسب است.



شکل ۹. مقایسه و تحلیل حساسیت دیدگاه عقلانیت تأمین در شرایط بازار نوسانی

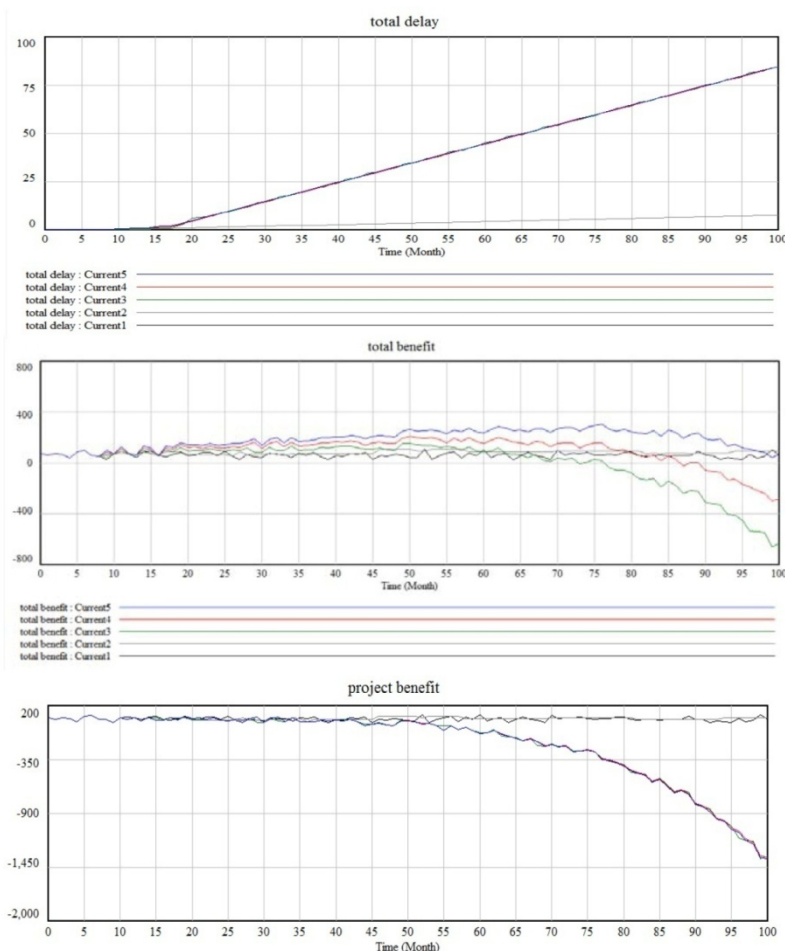
نسبت به میزان تأخیر در تأمین پس از نوسان

شکل ۱۰ نیز تأخیرهای مقطعی را نشان می‌دهد که طبق آن، دیدگاه عقلانیت به افزایش تأخیرها منجر می‌شود؛ اما هزینه نهایی کاهش و سود نهایی به صورت مقطعی افزایش می‌یابد.



شکل ۱۰. مقایسه و تحلیل حساسیت دیدگاه عقلانیت تأمین در شرایط بازار نوسانی نسبت به میزان تأخیر در تأمین پس از نوسان

نمودارهای شکل ۱۱ نیز دیدگاه سوداگرانه را نشان می‌دهد که با ضرایب سرمایه‌گذاری ۰ درصد (current 1)، ۱۰ درصد (current2)، ۲۰ درصد (current3)، ۳۰ درصد (current4) و ۴۰ درصد (current5) در نظر گرفته شده است.



شکل ۱۱. مقایسه و تحلیل حساسیت دیدگاه سوداگرانه در شرایط رقابت بازارها نسبت به میزان تأخیر در تأمین پس از نوسان

نمودارهای فوق نشان می‌دهند هرچند به‌صورت مقطعی در این حالت تأخیرات افزایش پیدا می‌کند؛ اما در کوتاه‌مدت عائداتی را برای مجموع پروژه‌ها یا شرکت دارد که هزینه‌های ناشی از تأخیر را جبران می‌کند. همچنین اختصاص بودجه پروژه به سایر بازارهای سرمایه‌گذاری در صورت بلندمدت بودن باعث افزایش هزینه‌ها می‌شود؛ بنابراین در صورت کاهش توجیه دائمی پروژه، فروش سهم‌الشرکه و فسخ قرارداد و در صورت کاهش موقتی توجیه آن تا سقف ۱۰ درصد سرمایه تخصیص داده‌شده به پروژه امکان سرمایه‌گذاری در بازارهای موازی وجود دارد. درحقیقت این پژوهش در مقایسه با پژوهش‌های گذشته، از گزاره‌ی عام و کلی آثار منفی تأخیرها عبور کرده و به‌صورت جزئی‌تر و دقیق‌تر، سیستم تأخیرهای پروژه‌های ساخت‌وساز در قم را بررسی کرده است. در نتیجه دو عامل تأثیرگذار شرایط محیطی یا بازار و دیدگاه یا ریسک‌پذیری مدیران پروژه در سیستم مذکور در نظر گرفته شده و نتایج آن به‌وضوح جزئیاتی متفاوت از گذشته را نشان داده است.

پیشنادهای کاربردی

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، مدیران پروژه‌های ساخت‌وساز در قم باید دقت کنند که بر اساس دستورالعمل‌ها و قوانین داخلی و شرایط بازار، ترجیحاً در محدوده‌ی شناوری پروژه مجاز به انجام تأخیرهای پروژه هستند و می‌بایست از بروز تأخیرهای جبران‌ناپذیر جلوگیری کنند. این نوع تأخیرها به‌صورت مستقیم زمان پایان پروژه را افزایش می‌دهند و با توجه به نوسان قیمت‌ها و پیش‌بینی‌ناپذیر بودن بازار، امکان رشد تصاعدی هزینه‌های پروژه و متعاقب آن، تأخیرهای بیشتر وجود دارد. اما در صورت تصمیم مدیران ریسک‌پذیر پروژه به‌دلیل تأمین سرمایه در بازارهای دیگر، مدیریت نقدینگی یا انتظار جهت ایجاد بازار بهتر برای پروژه، امکان تأخیر عامدانه به‌صورت محدود وجود دارد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که تأخیرهای عامدانه، طبق حساسیت پارامترها و تغییر مقادیر ورودی مدل بررسی شده، بنا بر شرایط بازار به‌صورت مقطعی، محدود، کنترل شده و با رعایت سقف مشخصی از کسری بودجه پروژه انجام گیرد.

پیشنادهایی برای پژوهش‌های آتی

برخی از آثار تأخیرها مربوط به بخش بهره‌برداری هستند که از ابهام بیشتری برخوردارند و بعد از دوره ساخت خود را نشان می‌دهند. پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آینده، این بخش به‌خصوص در حوزه تحلیل بازار، کار شود. همچنین نوع قرارداد، کاربری پروژه و شیوه همکاری افراد ذی‌نفع، می‌تواند در هزینه‌های ناشی از تأخیر و نوع آن‌ها تأثیرگذار باشد؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود در پژوهش‌های آتی، به مقایسه این موضوع در قالب‌های قراردادی متفاوت و کاربری‌های مختلف پروژه‌ها پرداخته شود. به‌طور مثال تأخیرها در پروژه‌های ملی، مانند طرح مسکن ملی، می‌تواند تأثیرهای اجتماعی بزرگ‌تری داشته باشد. همچنین پیشنهاد می‌شود با توجه به تأخیرهای پروژه، هنگام تعیین سبد پروژه برای شرکت‌های بزرگ به‌منظور تأمین و تزریق مالی، از مدل‌سازی و شبیه‌سازی استفاده شود. در این حالت می‌توان به‌صورت پویا مدلی را طراحی کرد تا میزان تأمین مالی هر پروژه را به نحوی تعیین کند که میزان تأخیر کل پروژه‌ها و هزینه‌های نهایی ناشی از آن‌ها برای شرکت حداقل شود.

منابع

- استرمن، جان دیوید (۱۳۹۵). *پویایی‌شناسی سیستم*. (کیوان شاهقلیان، علیرضا سلوک‌دار، علیرضا بافنده‌زنده، شهرام میرزایی‌دریانی، احمد اصلی‌زاده، مترجمان) (چاپ پنجم)، (تاریخ انتشار به زبان اصلی ۲۰۰۲)، تهران: ترمه.
- پرچی جلال، مجید؛ حسینی، سیدحسین و فرصت کار؛ احسان (۱۳۸۶). *تحلیلی بر عوامل تغییرات زمان و هزینه در پروژه‌های سدسازی و میزان تأثیر کارفرما، مشاور و پیمانکار در آن*. *سومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه*، تهران.
- پناهی، علی؛ قاسمی، محمد؛ مقدم، حمیدرضا و باقری اصل، رضا (۱۳۸۳). *درباره لایحه بودجه سال ۱۳۸۴ کل کشور (۱۸) تحلیلی بر اعتبارات طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای (عمرانی)*، مرکز پژوهش‌های مجلس، تهران.
- خدابنده شهرکی، محمد؛ رضوی حاجی آقا، سید حسین و دانشور، مریم (۱۴۰۲). *طراحی مدل چندهدفه استوار برای زمان‌بندی پروژه با محدودیت منابع و موازنه زمان - هزینه*. *مدیریت صنعتی*، ۱۵(۲)، ۲۲۳-۲۴۳.
- زاهدی سرشت، مازیار و خسروی، شهرزاد (۱۳۹۶). *مدیریت و کنترل پروژه (چاپ دوم)*، تهران: نگاه دانش.
- سبزه‌پور، مجید (۱۳۹۶). *مرجع درسی و کاربردی مدیریت و کنترل پروژه به روش گام‌به‌گام (چاپ ۲۴)*. تهران: ترمه.
- شاکری، اقبال و قربانی، علی (۱۳۸۴). *مدیریت پروژه و شناخت علل عمده ادعاهای پیمانکاران پروژه‌های عمرانی*. *دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه*. تهران.
- شاکری، اقبال و موسی‌خانی، احسان (۱۳۹۱). *مدیریت ادعا و ریسک با ملاحظات قراردادی*. *همایش ملی عمران و توسعه پایدار*. مشهد.
- عالم‌تبریز، اکبر و منیری، محمدرضا (۱۳۹۰). *به‌کارگیری مهندسی ارزش با رویکرد MADM فازی در بهبود عملکرد پروژه*. *مدیریت صنعتی*، ۳(۶)، ۸۱-۹۸.
- گلابچی، محمود؛ تلخابی، هادی؛ پرچی‌جلال، مجید و میرکاظمی‌مود، محمد (۱۳۹۳). *مدل‌سازی اثر تحریم‌های خارجی بر ایجاد ادعاهای پیمانکاری پروژه‌های طرح و ساخت کشور*. *مدیریت صنعتی*، ۴(۴)، ۸۰۹-۸۲۹.

References

- Abouorban, H., Hosny, O., Nassar, K. & Eltahan, R. (2018). Delay analysis techniques in construction project. *Proceedings of the Building Tomorrow's Society*.
- Alam Tabriz, A. & Mouniri, M. R. (2011). Applying value engineering through fuzzy madm approach to improving project performance. *Journal of Industrial Management*, 3(6), 81-98. (in Persian)
- Al-Kofahi, Z. G., Mahdavian, A. & Oloufa, A. (2022). System dynamics modeling approach to quantify change orders impact on labor productivity 1: Principles and model development comparative study. *International journal of construction management*, 22(7), 1355-1366.
- Aminorlah, A. I., Abd Rahim, N., Mohamed, Z. & Mazlan, A. N. (2023). Critical Delay Factors in Typical Physical Projects: The Case of the Ministry of Home Affairs in Malaysia. *Journal of Construction in Developing Countries*, 28(2), 57-79

- Arditi, D. & Pattanakitchamroon, T. (2006). Selecting a delay analysis method in resolving construction claims. *International Journal of project management*, 24(2), 145-155.
- Bajomo, M., Ogbeyemi, A. & Zhang, W. (2022). A systems dynamics approach to the management of material procurement for Engineering, Procurement and Construction industry. *International journal of production economics*, 244, 108390.
- Baum, W. C. & Tolbert, S. M. (1985). Investing in development. *Finance and Development*, 12.
- Calderon-Tellez, J. A., Bell, G., Herrera, M. M. & Sato, C. (2024). Project management and system dynamics modelling: Time to connect with innovation and sustainability. *Systems Research and Behavioral Science*, 41(1), 3-29.
- Creswell, J. W. & Clark, V. P. (2011). *Mixed methods research*. SAGE Publications.
- Cunbin, L., Yunqi, L. & Shuke, L. (2015). Human resources risk element transmission model of construction project based on system dynamic. *The Open Cybernetics & Systemics Journal*, 9(1).
- Dinakar, A. (2014). Delay analysis in construction project. *International journal of emerging technology and advanced engineering*, 4(5), 784-788.
- Divakar, K. & Subramanian, K. (2009). Critical success factors in the real-time monitoring of construction projects. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 1(2), 35-39.
- Egwim, C. N., Alaka, H., Toriola-Coker, L. O., Balogun, H., Ajayi, S. & Oseghale, R. (2023). Extraction of underlying factors causing construction projects delay in Nigeria. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 21(5), 1323-1342.
- Forrester, J. W. (1970). Systems analysis as a tool for urban planning. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 6(4), 258-265.
- Forrester, J. W. (1997). Industrial dynamics. *Journal of the Operational Research Society*, 48(10), 1037-1041.
- Gardezi, S. S. S., Manarvi, I. A. & Gardezi, S. J. S. (2014). Time extension factors in construction industry of Pakistan. *Procedia Engineering*, 77, 196-204.
- Gashaw, T. & Jilcha, K. (2022). Design risk modeling and analysis for railway construction projects. *International Journal of Construction Management*, 1-11.
- Gebrehiwet, T. & Luo, H. (2017). Analysis of delay impact on construction project based on RII and correlation coefficient: Empirical study. *Procedia engineering*, 196, 366-374.
- Ghamarimajd, Z., Ghanbaripour, A., Tumpa, R. J., Watanabe, T., Mbachu, J. & Skitmore, M. (2024). Application of systems thinking and system dynamics in managing risks and stakeholders in construction projects: A systematic literature review. *Systems Research and Behavioral Science*.
- Golabchi, M., Talkhabi, H., Parchami Jalal, M. & Mirkazemi Mood, M. (2014). Modeling the effect of external sanctions on contractor's claims in DB project in Iran. *Journal of Industrial Management*, 6(4), 809-829. (in Persian)

- Gurgun, A. P., Koc, K. & Kunkcu, H. (2024). Exploring the adoption of technology against delays in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(3), 1222-1253.
- Hajarolasvadi, H. & Shahhosseini, V. (2022). A System-Dynamic Model for Evaluating the Effect of Person–Team Fit on Project Performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(11), 04022126.
- Hoque, M. I., Safayet, M. A., Rana, M. J., Bhuiyan, A. Y. & Quraishy, G. S. (2023). Analysis of construction delay for delivering quality project in Bangladesh. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 41(2), 401-421.
- Khair, K., Farouk, H., Mohamed, Z. & Mohammad, R. (2016). Causes and effects of delay factors in road construction projects in Sudan. *International Journal of Applied Engineering Research*, 11(18), 9526-9533.
- Khattari, T., Agarwal, S., Gupta, V. & Pandey, M. (2016). Causes and effects of delay in construction project. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 3(10).
- Khodabandeh Shahraki, M., Razavi Hajiagha, S. H. & Daneshvar, M. (2023). Designing a Robust Multi-objective Model for Project Scheduling with Limited Resources and Time-cost Balance. *Industrial Management Journal*, 15(2), 223-243. (in Persian)
- Khoshgoftar, M., Bakar, A. H. A. & Osman, O. (2010). Causes of delays in Iranian construction projects. *International Journal of Construction Management*, 10(2), 53-69.
- Koirala, M. P. & Shahi, R. S. (2024). Examining the causes and effects of time overruns in construction projects promoted by rural municipalities in Nepal. *Evaluation and Program Planning*, 102436.
- Li, C. Z., Shen, G. Q., Xu, X., Xue, F., Sommer, L. & Luo, L. (2017). Schedule risk modeling in prefabrication housing production. *Journal of Cleaner Production*, 153, 692-706.
- Mohammadi, A. & Tavakolan, M. (2019). Modeling the effects of production pressure on safety performance in construction projects using system dynamics. *Journal of safety research*, 71, 273-284.
- Mohammed, S. R., Naji, H. I. & Ali, R. H. (2019). Impact of the feasibility study on the construction projects. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 518, No. 2, p. 022074)*. IOP Publishing.
- Mosalman Yazdi, H., Mosalman Yazdi, M. R. & Mohammadi, E. (2019). Delay determination of subway construction project by fuzzy MCDM (case study, karaj subway). *Amirkabir Journal of Civil Engineering*, 51(1), 143-156.
- Naimi, H. A. S. & Alobadi, S. (2023). A Study of Construction Delays. *International Journal on "Technical and Physical Problems of Engineering" (IJTPE)*, 15(54), 296-308.
- Odedairo, B. O. & Alarjani, A. (2024). A System Dynamics Approach to Feedback Processes in Project Scheduling. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 14(2), 13201-13207.

- Owolabi James, D., Amusan Lekan, M., Oloke, C. O., Olusanya, O., Tunji-Olayeni, P. & Owolabi Dele, P. (2014). Causes and effect of delay on project construction delivery time. *International journal of education and research*, 2(4), 197-208.
- Panahi, A., Ghasemi, M., Moghadam, H. & Bagheri Asl, R. (2004). About the budget bill for the year 2005 of the whole country (18), an analysis on the credits of capital asset acquisition projects, *Parliament Research Center*, Tehran. (in Persian)
- Parchami Jalal, M., Hosseini, S. H. & Forsatkar, E. (2007). An analysis of time and cost change factors in dam construction projects and the influence of employer, consultant and contractor in it. *The Third International Project Management Conference*, Tehran. (in Persian)
- Paz, J. C., Rozenboim, D., Cuadros, Á., Cano, S. & Escobar, J. W. (2018). A simulation-based scheduling methodology for construction projects considering the potential impacts of delay risks. *Construction Economics and Building*, 18(2), 41-69.
- Pham, H. L. & Le, N. T. (2020). Apply System Dynamic in Resolving the Dispute of Time Delay in Viet Nam Construction Project. In *ICSCEA 2019: Proceedings of the International Conference on Sustainable Civil Engineering and Architecture* (pp. 835-847). Springer Singapore.
- Project Management Institute. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (6th ed.)*. Newton Square, PA: Project Management Institute.
- Ramachandra, T., Rotimi, J. O. & Gunaratne, S. (2014, September). Reasons for contractors' delay claims failures in Sri Lanka. In *Proceedings of the 30th Annual Association of Researchers in Construction Management Conference, Portsmouth, RI, USA* (pp. 1-3).
- Randers, J. (1997). Elements of the system dynamics method. *Journal of the Operational Research Society*, 48(11), 1144-1145.
- Sabzehparvar, M. (2017). *Educational and practical reference of project management and control by step-by-step method (24th ed.)*. Tehran: Termeh. (in Persian)
- Sambasivan, M. & Soon, Y. W. (2007). Causes and effects of delays in Malaysian construction industry. *International Journal of project management*, 25(5), 517-526.
- Sears, S. K., Sears, G. A., Clough, R. H., Rounds, J. L. & Segner, R. O. (2015). *Construction project management*. John Wiley & Sons.
- Selcuk, O., Turkoglu, H., Polat, G. & Hajdu, M. (2024). An integrative literature review on the causes of delays in construction projects: evidence from developing countries. *International Journal of Construction Management*, 24(6), 610-622.
- Shakeri, I. & Ghorbani, A. (2005). Project management and understanding the main causes of construction project contractors' claims, *The second International Project Management Conference*, Tehran. (in Persian)
- Shakeri, I. & Musa Khani, E. (2012). Risk and claims management with contractual considerations. *National Construction and Sustainable Conference*, Mashhad. (in Persian)

- Sterman, J. D. (2016). *System dynamics*. (Keivan Shahqolian, Alireza Solukdar, Alireza Bafandeh Zendehe, Shahram Mirzaei Daryani, Ahmad Aslizadeh, Trans.), (5th ed.). (Date of publication in original language 2002). Tehran: Termeh. (*in Persian*)
- Tawfek, A. M. & Bera, D. K. (2022). Delay in Construction Projects: Types, Causes and Effects. *Chief Editor*, 184.
- Wang, M. T. & Chou, H. Y. (2003). Risk allocation and risk handling of highway projects in Taiwan. *Journal of management in Engineering*, 19(2), 60-68.
- Wasfy, A. & Nassar, A. H. (2022). Delay analysis methods and statements in construction projects. *International Journal of Project Organisation and Management*, 14(4), 431-451
- Xie, H., Zheng, J., Zhang, Y. & Li, H. (2019). Effects of payment delays at two links in payment chains on the progress of construction projects: system dynamic modeling and simulation. *Sustainability*, 11(15), 4115.
- Zahediseresht, M. & Khosravi, S. (2017). *Project management and control*, (2th ed.). Tehran: Negha-e-Danesh. (*in Persian*)