MODIRIAT-E-FRDA JOURNAL
ISSN ٢٢٢٨-٦٠٤٧

Evaluation of Policies for the Timely Implementation of Iran's Government Infrastructure Construction Projects Using System Dynamics (SD) Approach

Mehrdad Haji Esmaili[١] | **Ali mohammad Ahmadvand**[٢*] | **Marzieh Samadi-Foroushani**[٣]

١. Ph.D. Student, Department of Industrial Engineering, Evanekey University, Evanekey, Iran
٢. Professor, Department of Industrial Engineering, Evanekey University, Evanekey, Iran
٣. Assistant Professor, Department of Industrial Engineering, Eyvanekey University. Eyvanekey. Iran

Article Info

Article type:
Research Article

Article history:
Received: ١٨ March ٢٠٢١
Revised: ١٠ June ٢٠٢١
Accepted: ١٦ June ٢٠٢١

Keywords:
Construction project management,
Timely implementation of the project,
System Dynamics (SD).

Objective: One of the major challenges in the management of construction projects is the lack of understanding of the mechanisms that cause delays in construction. In the meantime, government infrastructure construction projects have a more complex situation, so that the success in the timely implementation of a construction project within the framework of government laws is one of the biggest goals and concerns of managers and agents involved in these types of projects.
Methodology: It can be the present study identifies the mechanisms of project time delay risks based on system dynamics in order to identify and evaluate policies for the timely implementation of construction projects. For this purpose, first the literature and background were examined and during the semi-structured interview with the participants of the research, the effective factors on the timely implementation of the Iranian government construction project were identified. In the continuation of the dynamic model of the timely implementation of the Anrani project, the simulation was carried out using the data of the infrastructure operation project of the first section of Mobarakeh railway, Sefidasht, Shahrekord.
Conclusion: After validation; According to the results of the sensitivity analysis of the system dynamics model, the exploitation policies during the construction project were identified in three strategies of providing project financial resources, project planning and control, and accountability of the project beneficiaries. In the following, it was also designed and applied to the model with selected combined policies. based on comparing the behavior of key model variables; The combined selected policy includes: ١- increasing the accountability of the government and allocating funds to priority government infrastructural construction projects; ٢- Reducing the delay in project payments in proportion to the physical progress based on the follow-up of project credit allocation; ٣- Increasing the efficiency of feasibility studies and basic studies and realistic scheduling of project progress based on available resources and capabilities; ٤-Creating conflict resolution mechanisms and holding continuous monthly meetings of the project elements and ٥-Increasing responsiveness to people's demands through increasing interaction with local authorities and using local capacities of the region as the best solutions for the timely implementation of government construction projects. Presented.
Originality: The proposed model is an application of system dynamics in the policy making of timely implementation of Iran's infrastructural construction projects, and its efficiency is presented using the project of railway infrastructure operations.

Cite this article: Last Name, Initial., Last Name, Initial., & Last Name, Initial. (٢٠٢١). Evaluation of Policies for the Timely Implementation of Iran's Government Infrastructure Construction Projects Using System Dynamics (SD) Approach. *Academic Librarianship and Information Research*, ٥٤ (٤), ١-٢٠. DOI: ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

© The Author(s).

DOI: ٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠٠

, Vol, , No. , ٢٠٢٠, pp. .

نشریه مدیریت فردا
ISSN ۲۲۲۸-۶۰۴۷

ارزیابی سیاست‌های اجرای به هنگام پروژه‌های عمرانی زیرساختی دولتی ایران با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم (SD)

مهرداد حاجی اسماعیلی*[۱]| علی محمد احمدوند[۲]| مرضیه صمدی فروشانی[۳]

چکیده

هدف: از چالش‌های عمده در مدیریت پروژه‌های عمرانی عدم درک مکانیسم‌هایی است که باعث تاخیر در ساخت‌وساز می‌شود. در این میان پروژه‌های عمرانی زیرساختی دولتی از موقعیت پیچیده‌تری برخوردار هستند به طوری‌که موفقیت در اجرای به‌هنگام یک پروژه عمرانی در چارچوب قوانین دولتی از بزرگترین اهداف و دغدغه‌های مدیران و عوامل درگیر این نوع پروژه‌ها محسوب می‌شود.

پژوهش حاضر به شناسایی مکانیسم‌های ریسک‌های تاخیر زمانی پروژه مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم به منظور شناسایی و ارزیابی سیاست‌های اجرای به موقع پروژه‌های عمرانی می‌پردازد.

روش شناسی: برای این منظور ابتدا ادبیات و پیشینه مورد بررسی قرار گرفت و طی مصاحبه نیمه‌ساختار یافته و با مشارکت‌کنندگان پژوهش، عوامل موثر بر اجرای به هنگام پروژه عمرانی دولتی ایران شناسایی گردید. در ادامه مدل پویایی سیستم اجرای به‌هنگام پروژه عمرانی طراحی و با استفاده از داده‌های پروژه عملیات زیرسازی قطعه اول راه‌آهن مبارکه، سفیددشت، شهرکرد شبیه‌سازی در افق زمانی پروژه به انجام گردید.

یافته‌ها: پس از اعتبارسنجی؛ با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل پویایی سیستم، سیاست‌های بهره‌برداری به هنگام پروژه عمرانی در سه استراتژی تامین منابع مالی پروژه، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و پاسخگویی ذینفعان پروژه شناسایی گردید. در ادامه با سیاست‌های منتخب ترکیبی نیز طراحی و بروی مدل اعمال گردید. مبتنی بر مقایسه رفتار متغیرهای کلیدی مدل؛ سیاست منتخب ترکیبی شامل: ۱-افزایش پاسخگویی دولت و تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی زیرساختی دولتی اولویت‌دار؛ ۲-کاهش تاخیر در پرداخت‌های پروژه متناسب با پیشرفت فیزیکی مبتنی بر پیگیری تخصیص اعتبار پروژه؛ ۳-افزایش کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه و زمان‌بندی واقع‌بینانه پیشرفت پروژه بر مبنای منابع و توانمندی‌های در دسترس؛ ۴-ایجاد مکانیزم‌های حل مناقشات و برگزاری جلسات مستمر ماهیانه ارکان پروژه و ۵-افزایش پاسخگویی به مطالبات مردمی از طریق افزایش تعامل با مقامات محلی و استفاده از ظرفیت‌های بومی منطقه به عنوان بهترین راهکارهای اجرای به‌هنگام پروژه عمرانی دولتی ارائه گردید.

نتیجه‌گیری: مدل پیشنهادی کاربردی از پویایی سیستم در سیاست‌گذاری اجرای به‌هنگام پروژه‌های عمرانی زیرساختی ایران است و کارایی آن با استفاده از پروژه عملیات زیرسازی ریلی ارائه شده است.

کلیدواژه‌ها: مدیریت پروژه عمرانی، اجرای به‌هنگام پروژه عمرانی، پویایی‌شناسی سیستم

استناد: حاجی اسماعیلی، مهرداد؛ احمدوند، علی‌محمد؛ و صمدی فروشانی، مرضیه (۱۴۰۲). ارزیابی سیاست‌های اجرای به هنگام پروژه‌های عمرانی زیرساختی دولتی ایران با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم.

دریافت مقاله: ...۱۴۰۲/۰۴/۲۶.. پذیرش مقاله: .۱۴۰۲/۰۸/۲۹.....

[۱] دانشجوی دکتری گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان‌کی، ایوان‌کی، ایران esmaili.M@eyc.ac.ir
[۲] استاد گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان‌کی، ایوان‌کی، ایران
[۳] استادیار گروه مهندسی صنایع، دانشگاه ایوان‌کی، ایواکی، ایران

۱. مقدمه

ضعف عملکرد زمانی پروژه‌های ساخت مسئله‌ای شایع در صنعت احداث به شمار می‌رود. بر این اساس، از گذشته تاکنون، پژوهش‌های متعددی در جوامع مختلف، سعی در شناسایی علل بروز تأخیر پروژه‌ها داشته‌اند و هر یک از منظری، این علل را برشمرده‌اند (گلدوست و شجاع، ۱۴۰۲). از چالش‌های عمده در مدیریت پروژه‌های عمرانی، عدم درک مکانیسم‌هایی است که باعث تاخیر در ساخت‌وساز می‌شود (داس و همکاران، ۲۰۱۵). برنامه‌ریزی ضعیف منابع و زمان‌بندی، کنترل ضعیف جریان‌های کاری و اشتراک‌گذاری ضعیف اطلاعات بین ذینفعان به عنوان چالش‌های اصلی مدیریت پروژه‌های عمرانی هستند (لیو و همکاران، ۲۰۱۹). در این میان پروژه‌های عمرانی زیرساختی دولتی از موقعیت پیچیده‌تری برخوردار هستند به طوری‌که موفقیت در اجرای به هنگام یک پروژه عمرانی در چارچوب قوانین دولتی از بزرگترین اهداف و دغدغه‌های مدیران و عوامل درگیر این نوع پروژه‌ها محسوب می‌شود. مدیریت جامع، صحیح و علمی این پروژه‌ها می‌تواند در کنترل هزینه، زمان و پاسخگویی مناسب به تقاضا موثر واقع گردد. برای مقابله با تاخیرات موجود در پروژ های عمرانی، شناسایی و تحلیل علل تاخیرات امری ضروری به نظر می‌رسد (شهسواری‌پور و همکاران ۱۳۸۹).

بر اساس آخرین آمار و اطلاعات قوانین بودجه طی سال‌های اخیر، تعداد پروژه‌های عمرانی نیمه تمام ملّی و استانی کشور که ذیل نام طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای در بودجه‌های سنواتی آورده می‌شود، بیش از ۷۰ هزار پروژه است، که از این تعداد حدود ۷۵۰۰ پروژه ملّی و بقیه پروژه‌های استانی تعریف می‌شوند. این حجم از تاخیر در پروژه‌های عمرانی به معنای ظرفیت عظیمی است که خاک می‌خورد و از این رو هزینه‌های پنهان زیادی برای هم سازمان‌ها و هم کل کشور حاصل می‌کند. همچنین عدم نفع حاصل از عدم بهره‌برداری به موقع این پروژه‌ها به صورت مستقیم درآمدهای مورد انتظار از اجرای پروژه‌ها را کاهش داده و در برخی موارد پروژه‌ها را ضرر‌ده می‌کند و در سطح سازمان‌های پیمانکار با کاهش امکان بهره‌برداری از فرصت اجرای پروژه‌های بیشتر منجر به تضعیف چرخه رشد و یادگیری و افزایش بهره‌وری می‌گردد. شواهد و قراین و ویژگی‌های طرح‌های نیمه تمام بیانگر این واقعیت است که اقدامات و سیاست‌های گذشته در خصوص طرح‌های توسعه عمرانی، کشور را به یک خروجی غیرقابل مدیریت و با محدودیت‌های بسیار تبدیل کرده است (آشفته و همکاران، ۱۳۹۸). عوامل متعددی در ایجاد تاخیر موثرند و شناسایی تاثیرگذاری هریک از عوامل از چالش‌های اصلی تسهیم مسولیت محسوب می‌شود. دشواری بالا در تشخیص اثرات وقفه موجب ایجاد مناقشه بین ذینفعان اصلی پروژه (پیمانکار، مشاور و کارفرما) می‌شود. ضعف در طراحی، تغییرات ایجاد شده توسط کارفرما، اوضاع جوی، شرایط زمین و محل، تاخیر در تحویل‌ها و شرایط اقتصادی در تاخیر پیش آمده در پروژه‌های عمرانی به عنوان علل تاخیر بیان شده است (النویمی و همکاران، ۲۰۱۰). علاوه بر آن تاثیر عوامل دیگری مانند دخالت‌های کارفرما، کم تجربگی پیمانکاران، مشکلات تامین اعتبار، بهره‌وری اندک کار، تصمیم‌گیری‌های کند، برنامه‌ریزی ضعیف و پیمانکاران جزء می‌تواند منجر به چالش‌های زیادی در اجرای به هنگام پروژه‌های عمرانی گردد (عبدالرازق و همکاران، ۲۰۰۸). در مواقعی که تامین‌کنندگان مواد اولیه کوتاهی می‌کنند، ضعف سازمانی وجود دارد و قوانین دولتی دست و پاگیر حاکم است شاهد افت بازده عملکردی اجرای پروژه و در نتیجه تاخیر در اجرای آن هستیم. از طرفی ناشایستگی طراحان و پیمانکاران، تغییر مدیران و پیش‌بینی‌های ضعیف آنها، مسائل اجتماعی و فنی و تکنیک‌های اشتباه راه را برای اجرای پروژه در زمان پیش‌بینی شده می بندد (انتدوگری و همکاران، ۲۰۰۸). از دیگر چالش‌های اجرای پروژه برنامه‌ریزی نامناسب پیمانکار، ضعف مدیریتی پیمانکار در محل اجرا، تجربه ناکافی پیمانکاران، ضعف اعتباری مشتری و پرداخت پس از اتمام، تامین نیروی کار، در دسترس نبودن تجهیزات، ضعف ارتباط میان گروه‌های درگیر در پروژه و اشتباهات عملیات عمرانی باشد (اندسون و همکارا، ۲۰۱۰). با توجه به پیچیدگی اجرای پروژه‌های عمرانی باید توجه داشت که برهم کنش این عوامل می‌تواند در بحرانی شدن شرایط حاکم بر پروژه بسیار موثر باشد (منصوری، ۱۳۹۶) استدلال می‌شود رویکرد پویایی سیستم برای بررسی اثرات ریسک بر تاخیر زمانبندی در مدیریت پروژه‌های زیرساختی ضروری است (وانگ و یوآن، ۲۰۱۷) . پژوهش حاضر در جستجوی شناسایی مکانیسم‌های ریسک‌های زمانی پروژه و پیش‌بینی روابط بازخورد علّی بین متغیرهایی که باعث تأخیر می‌شوند، خواهد بود و مبتنی بر مدل پویایی سیستم به شناسایی و ارزیابی راهکارهای مناسب برای حل چالش‌های تاخیر در راستای اجرای به موقع پروژه‌های عمرانی خواهد پرداخت.

۲. بررسی پیشینه پژوهش

پژوهش‌های پیشین در دو دسته مطالعات متمرکز بر چالش‌های مدیریت پروژه و علل تاخیر در پروژه‌های عمرانی و مدل‌های پویایی سیستم مدیریت پروژه‌های عمرانی مورد بررسی قرار گرفتند. در دسته مطالعات علل تاخیر پروژه‌های عمرانی؛ لو و همکاران (۲۰۱۹) به ریسک‌های زنجیره تأمین خدمات یک پروژه عمرانی در هنگ‌کنگ با استفاده از تحلیل شبکه اجتماعی پرداختند و نشان دادند که برنامه‌ریزی ضعیف منابع و زمان‌بندی، کنترل ضعیف جریان‌های کاری، و اشتراک‌گذاری ضعیف اطلاعات بین ذینفعان، چالش‌های اصلی برای مدیریت پروژه در صنعت ساخت و ساز هستند. زایدن و اندرسون (۲۰۱۸) در پژوهشی ده عامل اصلی تاخیر جهانی در پروژه‌های ساختمانی را شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. این مقاله به فراوانی و نوع عوامل تاخیر در پروژه‌های ساخت و ساز در نروژ می پردازد. در این پژوهش آمده است: عوامل اصلی تاخیر جهانی عبارتند از: تغییرات طراحی در حین ساخت/تغییر سفارشات .تاخیر در پرداخت پیمانکاران؛ برنامه ریزی ضعیف؛ مدیریت و نظارت ضعیف؛ طراحی ناقص یا نامناسب؛ تجربه ناکافی پیمانکار و رویکردهای ساخت؛ مشکلات مالی پیمانکار؛ مشکلات مالی حامی/مالک/مشتری؛ کمبود منابع (منابع انسانی، ماشین آلات، تجهیزات)؛ و بهره وری ضعیف نیروی کار و کمبود مهارت. جنگ کوگ (۲۰۱۸) به بررسی علل تاخیر پروژه‌های ساخت در پرتغال، انگلستان و ایالات متحده پرداختند و عوامل اصلی تاخیر را دستورات تغییر کارفرما، اشتباهات و مغایرت در اسناد طراحی شده مشاور برشمردند. ادین و همکاران (۲۰۲۰) در بررسی علل تاخیر در پروژه‌های ساخت در پاکستان به دخالت کارفرما، تصمیم‌گیری ضعیف، دستورات تغییر و عدم وجود پیمانکاران فرعی واجد شرایط اشاره داشتند.

در مطالعات داخلی نیز گلدوست و شجاع (۱۴۰۲) به شناسایی علل تاخیر در پروژه‌های ساخت با رویکرد فراترکیب به شش مقوله که منشأهای اصلی پیدایش تأخیر در پروژه های ساخت هستند شامل کارفرما، پیمانکار، مشاور، منابع، پروژه و محیط اشاره کردند. تاسا و همکاران (۱۴۰۲) به ارزیابی پاسخ به ریسک در پروژه‌های پیچیده ساختمانی پرداختند و ضمن تاکید بر موضوع پیچیدگی و ریسک‌های ناشی از آن به دلیل دارا بودن سهمی بزرگ در شکست پروژه‌ها از منظر هزینه و زمان، نشان دادند تأثیرات هزینه‌ای به صورت آبشاری در سازمان پروژه تأثیر می‌گذارد. خالدیان و مومنی (۱۴۰۰) به ارزیابی عملکرد زمان و کیفیت اجرای پروژه در شرایط عدم اطمینان پرداختند و ضمن تاکید بر ناکافی بودن اطلاعات شاخص‌های ارزیابی پروژه مبتنی بر مقایسه با برنامه زمانی مبنا، به طراحی مدل ارزیابی عملکرد پروژه مبنی بر توسعهٔ شاخص‌های ارزیابی زمان در روش طول زمان کسب شده پرداختند. محمدی و همکاران (۱۳۹۹) موانع تامین مالی بخش عمومی برای پروژه‌های عمرانی با مشارکت بخش عمومی-خصوصی و شیوه‌های مشارکت بخش عمومی و خصوصی را با توجه به انواع قراردادها مورد بررسی قرار دادند.

در دسته مطالعات مدل پویایی سیستم مدیریت پروژه‌های عمرانی، فورد و همکار (۲۰۲۰) به بررسی حوزه دینامیک سیستم به کار رفته در مدیریت پروژه شامل بررسی، ارزیابی و جهت گیری برای تحقیقات آینده پرداخته است و نشان می‌دهند که چگونه پویایی سیستم بینش‌های سیاستی را در مدیریت پروژه در بخش‌های مختلف ایجاد می‌کند. وانگ و یوآن (۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی تعاملات پویا بین ریسک‌های پروژه زیرساختی و ارزیابی اثرات ریسک در تاخیر برنامه‌ریزی پرداختند و اثرات ریسک به طور جداگانه مورد بررسی قرار دادند و نشان دادند زمانی که ریسک‌های اصلی به طور جمعی در نظر گرفته می‌شوند، اثرات ریسک بر تاخیر برنامه‌ریزی پروژه زیرساخت بزرگ‌تر خواهد بود. در این پژوهش آمده است مدل پویایی سیستم می‌تواند به عنوان مبنایی برای شبیه‌سازی اثرات ریسک مختلف در برنامه زمان‌بندی پروژه به منظور بررسی اقدامات بهینه برای جلوگیری از چنین خطراتی از قبل استفاده شود. داس (۲۰۱۵) به توسعه مکانیزم‌ها با استفاده از مدل‌های مفهومی پویایی سیستم برای رفع تاخیر در پروژه‌های ساختمانی پرداخته است. در این پژوهش یک نظرسنجی بین ۱۲۰ ذینفع از پروژه‌های مختلف ساختمانی در هند انجام شده و مدل‌های مفهومی روابط بازخورد علّی تکامل مکانیسم‌هایی برای درک رویدادها و زنجیره اقداماتی که منجر به تأخیر می‌شوند، توسعه داده شده است که می‌تواند به مداخلات راهبردی برای حل چالش‌ها کمک کند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که متغیرهای مرتبط با کارفرما، پیمانکار، مشاور و طراحی از عوامل اصلی بروز تاخیر هستند و گسترش ارتباطات، تصمیم‌گیری به‌موقع و برنامه‌ریزی موثر امور مالی و بودجه، در نظر داشتن موارد احتمالی در برنامه‌ریزی؛ انتصاب مشاور و تیم

طراحی با صلاحیت بالا، تاخیر در تهیه ا سناد طراحی و تاخیر در ساخت و ارائه مکانیسم ارتباطی مؤثر، حل تعارض می‌تواند به حل تأخیر در پروژه‌های ساخت و ساز کمک کند. هان و همکاران (۲۰۱۳) به طراحی مدل پویایی سیستم برای ارزیابی اثرات خطاهای طراحی در پروژه های ساختمانی پرداختند. در این پژوهش خطاهای طراحی که منجر به دوباره کاری و/یا تغییرات طراحی می شود، به عنوان عامل اصلی تاخیر در برنامه ریزی و افزایش هزینه در پروژه های طراحی و ساخت در نظر گرفته شده است. این مقاله در مورد توسعه مدل، و کاربرد آن در یک پروژه ساختمان دانشگاه را گزارش می‌دهد .نتایج نشان می‌دهد که خطاهای طراحی می‌توانند به‌طور قابل‌توجهی برنامه زمان‌بندی پروژه را به‌رغم اقدامات بازیابی مستمر زمان‌بندی انجام شده توسط مدیران ساخت‌وساز به تأخیر بیندازند .همچنین فشار برنامه می‌تواند تأثیر منفی خطاهای طراحی را به بسیاری از فعالیت‌های ساخت‌وساز، از جمله آن‌هایی که مستقیماً با خطاها مرتبط نیستند، منتشر کند .بر ا ساس این نتایج، نتیجه‌گیری می شود که مدل تو سعه‌یافته می‌تواند به مدیران پروژه در درک بهتر پویایی خطاهای طراحی و باز یابی زمان‌بندی تاخیری، به‌ویژه تحت فشار برنامه کمک کند. در مطالعات داخلی نیز پژوهش های بسیار محدودی به پویایی سیستم مدیریت پروژه‌های عمرانی پرداختند. آشفته و همکاران (۱۳۹۸) به شناسایی پویایی سیستم برای تحلیل تاخیر پروژه های عمرانی پرداخته است. در این پژوهش آمده است این پژوهش با هدف ارتقای مدل ذهنی عوامل درگیر در پروژه، مدلی مفهومی برای درک ساختار ایجادکننده تاخیر در پروژه های عمرانی پرداخته است که می تواند مورد استفاده کلیه ذینفعان پروژه های عمرانی قرار گیرد و به عنوان مبنایی برای پژوهش‌های کمی آتی مورد استفاده قرار گیرد. مرادی و همکاران (۱۳۹۸) به طراحی مدل پویایی سیستم مدیریت عملکرد در پروژه‌های ساخت پرداختند و مهمترین شاخص‌های کلیدی مدیریت عملکرد پروژه به ترتیب اولویت عبارتند از: ایمنی، هزینه، کیفیت، زمان‌بندی، بهره‌وری، رضایت مشتری، سودآوری، رضایت تیم، محیط زیست و پایداری. همچنین، با توجه به اینکه پروژه‌های ساخت و ساز همواره در حال پیشرفت و پیچیده تر شدن و دارای روابط و ساختارهای خطی و غیرخطی زیادی هستند، می‌توان این پروژه‌ها را نوعی از سیستم‌های پویا به شمار آورد.

مطالعات نشان می دهد که استفاده از روش پویایی سیستم، تاثیر زیادی بر موفقیت و بهبود عملکرد پروژه‌های ساخت و ساز دارد.

بررسی پیشینه پژوهش نشان می‌دهد اگرچه چندین مطالعه در ادبیات بر جنبه‌های مختلف مدیریت ریسک پروژه عمرانی متمرکز شده‌اند، تلاش‌های محدودی به بررسی پویایی ریسک‌های زمانی پروژه عمرانی دولتی و چگونگی تأثیر متقابل ریسک پویا بر برنامه‌ریزی پروژه پرداخته است. بنابراین، این مطالعه یک دیدگاه کل‌نگر برای بررسی اثرات تعاملات ریسک پویا بر تاخیر برنامه‌ریزی در پروژه‌های عمرانی دولتی دارد بر این مبنا ابتدا، ریسک‌های مدیریت پروژه‌های عمرانی که می‌توانند باعث تاخیر در برنامه‌ریزی شوند، از طریق بررسی ادبیات مرتبط شناسایی و با مشارکت ذینفعان اصلی پروژه‌های عمرانی (پیمانکار، کارفرما و مشاور)، دیدگاه‌های هر یک از ذینفعان مورد بررسی قرار می‌گیرد و مبنی بر توافق نسبی ذینفعان اصلی، متغیرهای اصلی و مکانیزم‌های تاخیرساز پروژه‌های عمرانی دولتی شناسایی و مدل پویایی سیستم بر اساس داده‌های پروژه عملیات زیرسازی ریلی کشور طراحی و در افق زمانی پروژه شبیه‌سازی می‌گردد. در ادامه منطبق با تحلیل حساسیت پیشران‌های تاخیرساز، سیاست‌های برای کاهش تاخیر و اجرای به هنگام پروژه‌های عمرانی پیشنهاد می‌گردد.

۳. روش‌شناسی پژوهش

پروژه‌های کلان دارای پیچیدگی‌هایی هستند که نیاز به پویایی سیستم را آشکار می‌کند. پویایی سیستم به عنوان یک ابزار مدلسازی برای استفاده در مدیریت پروژه گزارش شده است (استرمن، ۱۹۹۲). در این مطالعه مهمترین ساختارهای پویایی سیستم در مدلسازی پروژه ها مورد بررسی قرار گرفته اند تا بتوان اجرای بهنگام پروژه های عمرانی در مقیاس دولتی را رقم زد. برای این منظور تلاش می‌شود با استفاده از داده‌های یک پروژه در حال اجرای دارای تاخیر زمانی و با مشارکت ذینفعان اصلی پروژه (پیمانکار، مشاور و کارفرما) مدل پویایی سیستم توسعه یابد. در ادامه مورد مطالعاتی منتخب شرح داده شده است.

۱,۳. مطالعه موردی: پروژه عملیات زیر سازی قطعه اول راه‌آهن مبارکه، سفیدد شت، شهرکرد: پروژه راه‌آهن مبارکه، سفیدد شت به شـهرکرد تاثیر قابل توجهی در توسـعه اقتصـادی، کاهش ترافیک جاده‌ای، تردد ایمن، رونق گردشـگری، کاهش خطرات جاده‌ای و همچنین امکان جابه‌جایی سریع و ایمن مواد اولیه کارخانجات استان و تسریع در تولید و فروش محصولات استانی دارد و در صورت بهره‌برداری و اتصال استان به شبکه ریلی امکان جابه‌جایی بیش از ۷۰۰ هزار نفر در طول سـال وجود خواهد داشـت، لذا تسـریع در اجرای این پروژه در رأس مطالبات مردم چهارمحال و بختیاری قرار گرفته است. اتصال استان چهارمحال و بختیاری به شبکه ریلی کشور ، دسترسی مرکز استان چهارمحال و بختیاری به ظرفیت های اقتصادی و تجاری، اتصال صنایع بزرگ منطقه سفیددشت به ظرفیت های ریلی، کاهش ترافیک بین استان های چهارمحال و بختیاری و اصفهان محرومیت زدایی و رویکرد تو سعه متوازن در ا ستان های مرکزی کشور از مهمترین مزایای اجرای این طرح ا ست. پروژه راه‌آهن مبارکه، سفیدد شت به شهرکرد جزو طرح‌های اقتصـاد مقاومتی چهارمحال و بختیاری محسـوب که در تیرماه ۱۳۹۰ کلنگ‌زنی شـد و با بهره‌برداری از این پروژه فاصـله اسـتان‌های جنوبی به مرکز حدود ۵۰۰ کیلومتر کوتاهتر می‌شـود. طول مسـیر اجرایی این پروژه حدود ۹۲ کیلومتر اسـت، طبق برنامه‌ریزی‌های انجام شـده زیرسـازی پروژه راه‌آهن باید تا پایان دولت دوازدهم به اتمام می‌رسید و پس از آن عملیات ریل‌گذاری آغاز می شد، اما این وعده محقق نشده است. این پروژه در سال ۹۰ ردیف ملی گرفت و تا ۱۳۹۷، تنها ۴۰ میلیارد تومان اعتبار به آن اختصـاص داده شـد و عملا پروژه نیمه‌کاره رها شـده بود که در ۱۳۹۸ نیز ۷۸ میلیارد تومان به آن تخصیص یافت، در ۱۳۹۹ هم ۲۵۰ میلیارد تومان اعتبار برای آن در نظر گرفته شد که جمعا ۳۴۵ میلیارد تومان تا ۱۴۰۱ به آن اختصاص پیدا کرد. با وجود مطالبات بالغ بر ۲۵۰ میلیارد تومانی پیمانکاران عملیات احداث آن تاکنون دچار وقفه نشـده اسـت. مطالبات اجرای طرح راه‌آهن مبارکه، سفیددشت به شهرکرد را چهار هزار میلیارد ریال است. برای اجرای این طرح تاکنون هفت هزار و ۵۰۰ میلیارد ریال هزینه شده است. تکمیل زیرسازی راه‌آهن مبارکه، سفیدد شت به شهرکرد ۱۲ هزار میلیارد ریال و بهره‌برداری کامل از این طرح ۲۵ هزار میلیارد ریال نیاز دارد. در صورت تامین اعتبار به موقع، طرح راه‌آهن مبارکه، سـفیددشـت به شـهرکرد اواخر ۱۴۰۲ تکمیل و بهره‌برداری می‌شـود. تسـریع در روند عملیاتی شـدن مصـوبه‌های سـفر رییس‌جمهور و تعدادی از اعضای هیات دولت سیزدهم به چهارمحال و بختیاری در تکمیل و بهره‌برداری سریع‌تر از این طرح نقش مستقیم دارد.

۲,۳. پویایی‌سیستم: به منظور مدلسازی سیستم‌های پیچیده کاربرد دارد و گام‌هایی را دربر می گیرد گام اول: شناسایی و تعریف مسئله: مهمترین گام در مدل‌سازی، شناسایی و تعریف مسئله (ساختاربندی مسئله) است. گام دوم: طراحی نمودار حلقه‌ی علّی : پس از شناسایی فرضیه‌های پویا، ساختن مدل مفهومی (نمودار حلقه ی علّی) رابطه‌ی بین پدیده‌ها را بیان می کند. گام سوم: طراحی نمودار جریان مدل؛ گام چهارم: شبیه‌سازی و اعتبارسنجی مدل؛ گام پنجم: تعریف سیاست‌های مختلف، انتخاب و پیاده‌سازی راه حل مناسب (استرمن، ۲۰۰۰). مدل با استفاده از داده‌های زمانی پروژه به صورت فصلی در نرم افزار ونسیم نسخه Vensim DSS ٦,٤E طراحی و در افق ۱۴فصل شبیه‌سازی شده است. مشارکت‌کنندگان بر مبنای تحلیل ذینفعان و درگیران مسئله با روش نمونه‌گیری هدفمند انتخاب شدند. جدول (۱) مشخصات مشارکت‌کنندگان پژوهش را ارائه داده است.

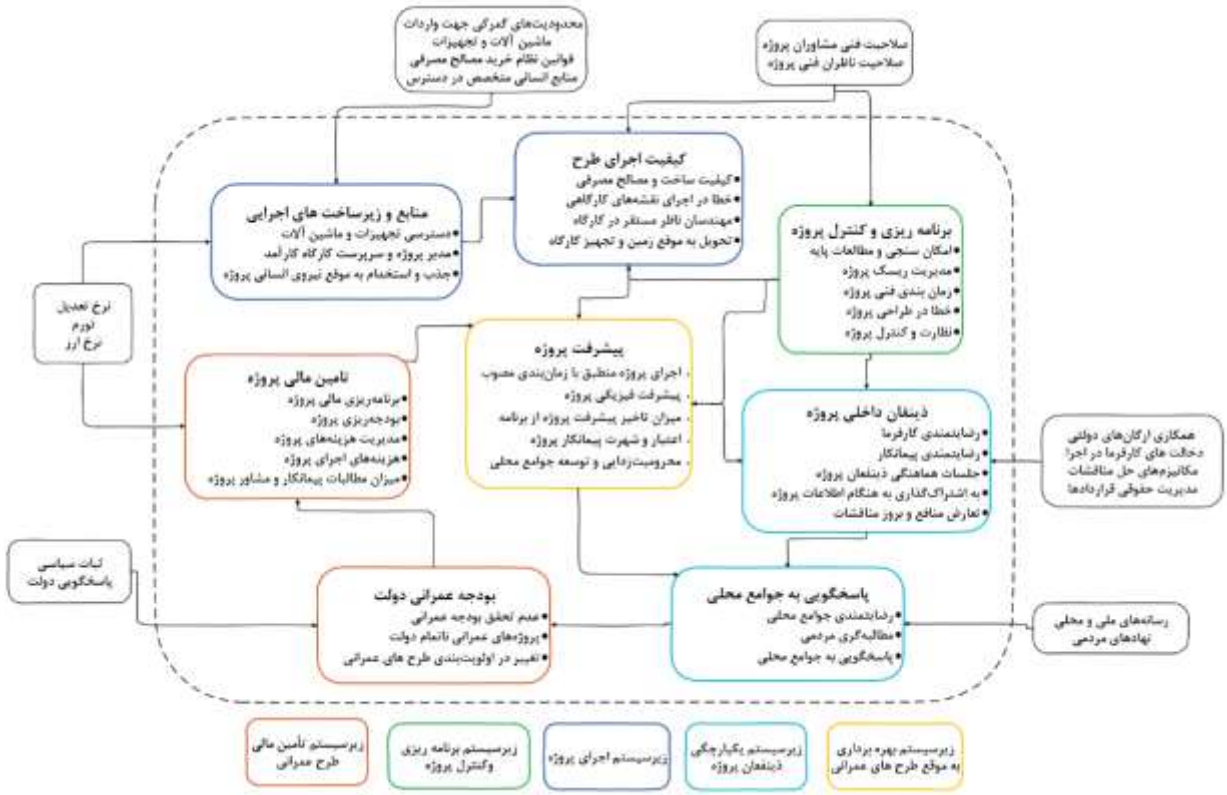
جدول (۱) مشخصات مشارکت‌کنندگان پژوهش

ردیف	سطح تحصیلات	دانش تخصصی	سابقه (سال)	حوزه تخصصی
۱	دکتری تخصصی	مهندسی عمران	۲۰<	مجری طرح، کارفرما پروژه‌های عمرانی
۲	کارشناسی ارشد	مهندسی صنایع	۱۵>	کنترل پروژه‌های عمرانی
۳	دکتری تخصصی	مدیریت پروژه	۲۰<	معاون برنامه‌ریزی پروژه
۴	دکتری تخصصی	مهندسی صنایع	۱۵<	برنامه‌ریزی و کنترل پروژه
۵	دکتری تخصصی	مهندسی عمران	۲۰<	کارفرما پروژه‌های عمرانی
۶	دکتری تخصصی	مدیریت دولتی	۱۵<	ناظر طرح‌های توسعه زیربنایی
۷	کارشناسی ارشد	مهندسی عمران	۱۵ <	مشاور طرح‌های توسعه عمرانی
۸	دکتری تخصصی	مهندسی صنایع	۱۰<	پیمانکار پروژه‌های عمرانی

٤. یافته‌های پژوهش

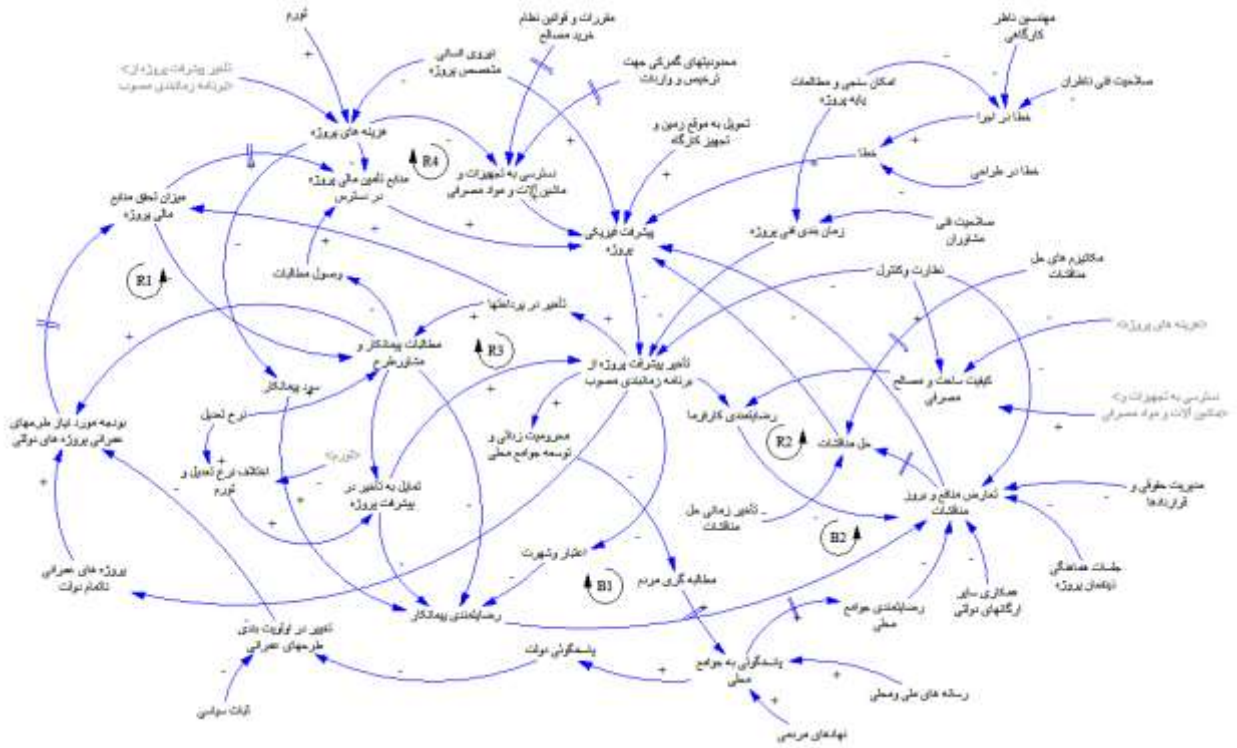
منطبق با گام‌های اجرایی روش‌شناسی پویایی سیستم یافته‌های پژوهش ارائه شده است.

ساختاردهی مسئله: مسئله پژوهش با توجه به ادبیات موضوعی و مصاحبه با خبرگان مدیریت پروژه‌های عمرانی زیرساختی کشور مورد بررسی قرار گرفت. طی مصاحبه نیمه‌ساختار یافته و با مشارکت کنندگان پژوهش، عوامل موثر بر اجرای به هنگام پروژه عمرانی دولتی در کشور شناسایی گردید. با توجه به عوامل شناسایی شده و بررسی ادبیات، زیرسیستم‌های مسئله بهره‌برداری به هنگام پروژه‌های عمرانی طراحی گردید. شکل (۱) نمودار زیرسیستم-های مسله را نشان می‌دهد. همان‌طور که مشاهده می‌شود، مسئله دارای ۵ زیرسیستم شامل زیرسیستم تامین مالی طرح عمرانی، زیرسیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه، زیرسیستم اجرای پروژه، زیرسیستم یکپارچگی ذینفعان پروژه و زیرسیستم بهره‌برداری به موقع طرح‌های عمرانی است. زیرسیستم تامین مالی طرح‌های عمرانی با توجه به بودجه عمرانی دولت و نیز برنامه‌ریزی مالی پروژه مد نظر است. عدم تحقق بودجه عمرانی و تغییر در اولویت‌های طرح‌های عمرانی در کشور بر میزان پروژه‌های عمرانی ناتمام افزوده و تخصیص منابع به پروژه‌ها را در طول زمان تحت تاثیر قرار می‌دهد. تاخیرهای ایجاد شده در تخصیص بودجه‌های عمرانی، میزان مطالبات پیمانکاران و مشاوران پروژه را با توجه به نرخ تعدیل افزوده خواهد کرد. زیرسیستم اجرای پروژه تحت تاثیر منابع و زیرساخت‌های در دسترس شامل تجهیزات و ماشین‌آلات، مصالح مصرفی و منابع انسانی متخصص است. زیرسیستم برنامه‌ریزی و کنترل پروژه به عواملی که در مطالعات امکانسجی پروژه پرداخته است. زمان بندی فنی اولیه پروژه و خطا در طراحی و مدیریت ریسک پروژه از عوامل موثر بر ایجاد تاخیرهای زمانی اجرای پروژه مطرح شده است. زیرسیستم یکپارچگی ذینفعان پروژه در دو بخش ذینفعان داخلی شامل کارفرما، پیمانکار و مشاور و نیز پاسخگویی به جوامع محلی در نظر گرفته شده است. هماهنگی و به اشتراک‌گذاری به هنگام اطلاعات پروژه، جلسات هماهنگ و تعارض منافع و بروز مناقشات نیز از دیگر مکانیزم‌های تاخیرساز پروژه مد نظر است. زیرسیستم بهره‌برداری به موقع طرح‌های عمرانی شامل میزان پیشرفت پروژه منطبق با زمان‌بندی و مدت زمان تاخیر پروژه است که پیامدهای محرومیت‌زدایی و توسعه جوامع محلی و نیز اعتبار مجری پروژه را مورد توجه قرار داده است.



شکل (۱) نمودار زیرسیستم‌های مسئله اجرای به هنگام پروژه‌های عمرانی زیرساختی دولتی ایران

نمودار علی معلولی: روابط علّی و معلولی با توجه به نمودار زیرسیستم‌های مدل و با نظر خبرگان واحدهای درگیر مسئله تعیین شده است. شکل (۲) نمودار علت و معلولی بهره‌برداری به‌هنگام پروژه‌های عمرانی را نشان می‌دهد. همانطورکه مشخص است حلقه‌های تشدیدکننده و تعدیل‌کننده زیادی در این زیر سیستم وجود دارد. جدول (۲) به تشریح برخی از حلقه‌ها پرداخته است.

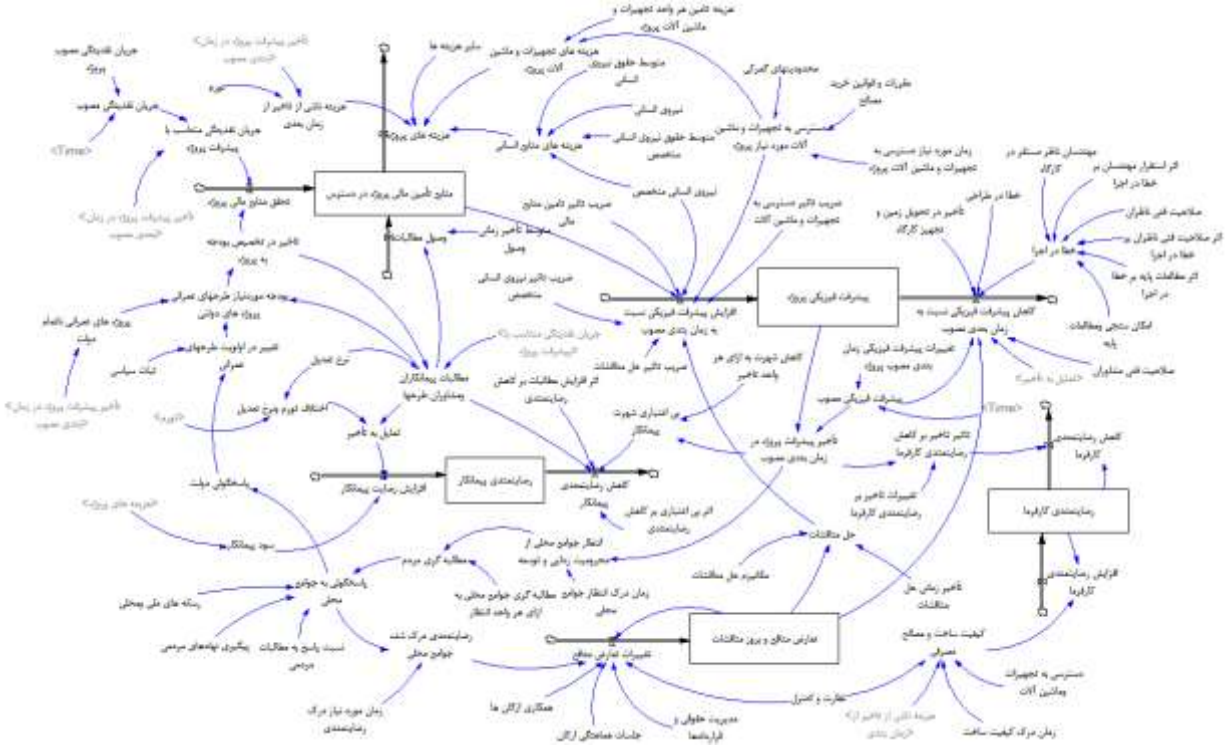


نمودار (۲) نمودار علت و معلولی مدل اجرای به هنگام پروژه های عمرانی زیرساختی دولتی ایران

جدول (۲) تشریح برخی از حلقه‌های مدل علّی-معلولی اجرای به هنگام پروژه های عمرانی زیرساختی دولتی ایران

نام حلقه	تشریح حلقه
حلقه تشدیدکننده تامین مالی پروژه (R1)	افزایش تامین منابع مالی پروژه-افزایش پیشرفت فیزیکی-کاهش تاخیر پیشرفت پروژه-کاهش پروژه های عمرانی ناتمام دولت- کاهش بودجه مورد نیاز طرح های عمرانی پروژه های دولتی- افزایش سهم تحقق منابع مالی پروژه-افزایش تامین مالی پروژه
حلقه تشدیدکننده تعارض منافع و بروز مناقشات (R2)	افزایش تاخیر پیشرفت پروژه از برنامه زمان‌بندی مصوب-کاهش رضایتمندی کارفرما-افزایش تعارض منافع و بروز مناقشات-کاهش پیشرفت فیزیکی پروژه-افزایش تاخیر پیشرفت پروژه از زمان‌بندی مصوب
حلقه تشدیدکننده تمایل به تاخیر پیمانکار (R3)	افزایش تاخیر در پرداخت‌ها-افزایش مطالبات پیمانکار و مشاور طرح-افزایش تمایل به تاخیر در پیشرفت پروژه به تناسب نرخ تعدیل-افزایش تاخیر پیشرفت پروژه از برنامه زمان‌بندی مصوب-افزایش تاخیر در پرداخت‌ها
حلقه تشدیدکننده کیفیت ساخت و مصالح مصرفی (R4)	افزایش دسترسی به تجهیزات و ماشین آلات و مواد مصرفی-افزایش کیفیت ساخت و مصالح مصرفی-افزایش رضایتمندی کارفرما-کاهش تعارض منافع و بروز مناقشات-افزایش پیشرفت فیزیکی پروژه-کاهش تاخیر پروژه از برنامه زمان‌بندی مصوب-کاهش هزینه‌های پروژه-افزایش منابع مالی دردسترس پروژه-افزایش دسترسی به تجهیزات و ماشین‌آلات و مواد مصرفی
حلقه تعدیل کننده پاسخگویی دولت (B1)	افزایش تاخیر پیشرفت پروژه از برنامه زمان‌بندی مصوب-کاهش محرومیت‌زدایی و توسعه جوامع محلی-افزایش مطالبه گری مردم-افزایش پاسخگویی به جوامع محلی-افزایش پاسخگویی دولت-کاهش تغییر در اولویت‌بندی طرح‌های عمرانی- کاهش بودجه مورد نیاز طرح های عمرانی پروژه های دولتی- افزایش سهم تحقق منابع مالی پروژه-افزایش تامین مالی پروژه-افزایش پیشرفت فیزیکی پروژه-کاهش تاخیر پیشرفت پروژه از برنامه زمان‌بندی مصوب
حلقه تعدیل کننده رضایتمندی جوامع محلی (B2)	افزایش پاسخگویی به جوامع محلی-افزایش رضایتمندی جوامع محلی-کاهش تعارض منافع و بروز مناقشات-افزایش پیشرفت فیزیکی پروژه-کاهش تاخیر پروژه از زمان‌بندی مصوب-افزایش محرومیت‌زدایی و توسعه جوامع محلی-کاهش مطالبه گری مردم-کاهش پاسخگویی به جوامع محلی

نمودار جریان مدل: ساختار حلقه‌های بازخورد مدل با ترسیم نمودار علّت و معلولی بهره‌برداری به هنگام پروژه‌های عمرانی مشخص گردید. برای مدلسازی ساختار جریان مدل علاوه بر متغیرهای شناسایی شده در نمودار علّی نیاز به شناسایی متغیرها و پارامترهای جدیدی نیز می‌باشد تا محاسبه روابط ریاضی میان متغیرها تسهیل گردد. برای ساخت مدل جریان، مصاحبه‌های عمیق با مشارکت‌کنندگان پژوهش و از مستندات و داده‌های کمی پروژه استفاده شده است. شکل (۳) نمودار جریان مدل پویا بهره‌برداری به هنگام پروژه‌های عمرانی را ارائه کرده است. فرموله‌بندی مدل جریان با توجه به داده‌های در دسترس پروژه و توابع ریاضی و قوانین منطقی پویایی سیستم در افق شبیه‌سازی ۱۵ فصل صورت گرفته است. جدول (۳) برخی روابط ریاضی متغیرهای مدل پویایی سیستم بهره‌برداری به هنگام پروژه های عمرانی را ارائه کرده است. جدول (۴) نیز برخی از مقادیر ثابت‌ها و پارامترهای مدل در سال پایه و واحد اندازه‌گیری آن‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (۳) نمودار حالت جریان بهره‌برداری به هنگام پروژه های عمرانی

جدول (۳) برخی روابط ریاضی متغیرهای مدل پویایی سیستم بهره‌برداری به هنگام پروژه های عمرانی

نام متغیر	تابع ریاضی	واحد
پیشرفت فیزیکی مصوب	تغییرات پیشرفت فیزیکی زمان بندی مصوب پروژه(Time), look up function	percent
جریان نقدینگی مصوب	جریان نقدینگی مصوب پروژه(Time), look up function	million rial
منابع تأمین مالی پروژه در دسترس	INTEG (MAX (تحقق منابع مالی پروژه+وصول مطالبات-هزینه های پروژه, 0), 0)	million rial/Quarter
رضایتمندی پیمانکار	INTEG ((افزایش رضایت پیمانکار-کاهش رضایتمندی پیمانکار), 40)	percent
تعارض منافع و بروز مناقشات	INTEG (MAX (تغییرات تعارض منافع, ۰),۳۰)	percent
پیشرفت فیزیکی پروژه	INTEG (MAX(((کاهش پیشرفت فیزیکی نسبت به زمان بندی -افزایش پیشرفت فیزیکی نسبت به زمان بندی مصوب)), 0),0)	percent
رضایتمندی کارفرما	INTEG ((افزایش رضایتمندی کارفرما-کاهش رضایتمندی کارفرما), ۶۰)	percent
تمایل به تأخیرکارفرما	IF THEN ELSE(اختلاف تورم ونرخ تعدیل>=۰, اختلاف تورم ونرخ تعدیل مطالبات پیمانکاران ومشاوران طرح ها×۰)	percent/Quarter
تأخیر پیشرفت پروژه در زمان بندی مصوب	پیشرفت فیزیکی مصوب-پیشرفت فیزیکی پروژه	percent
جریان نقدینگی متناسب با پیشرفت پروژه	جریان نقدینگی مصوب×(۱۰۰-تأخیر پیشرفت پروژه در زمان بندی مصوب)/۱۰۰	million rial
حل مناقشات	DELAY1(تأخیر زمانی حل مناقشات ,تعارض منافع و بروز مناقشات*مکانیزم حل مناقشات)	percent
انتظار جوامع محلی از محرومیت زدایی و توسعه	SMOOTH (تأخیر پیشرفت پروژه در زمان بندی مصوب, زمان درک انتظار جوامع محلی)	Quarter

جدول (٤) برخی از مقادیر ثابت‌ها و پارامترهای مدل در سال پایه و واحد اندازه‌گیری آن‌ها

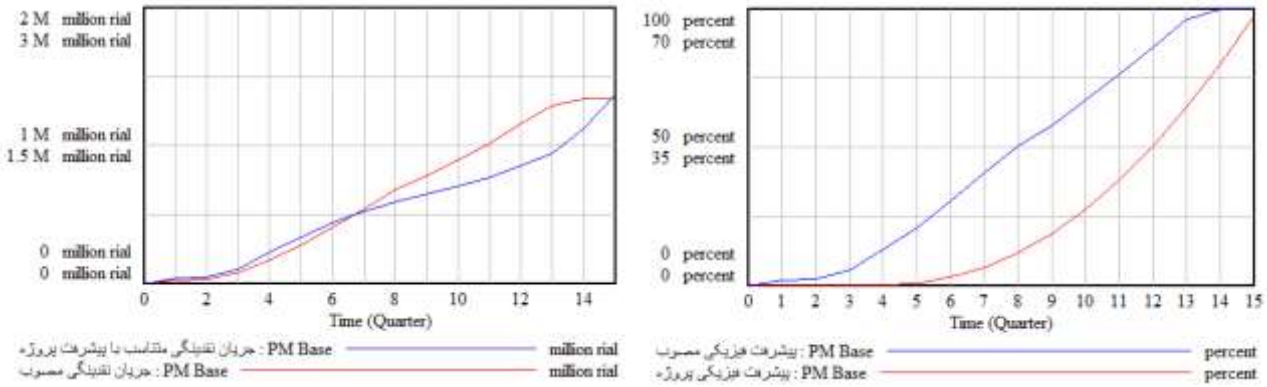
ثابت مدل	مقدار	واحد	ثابت مدل	مقدار	واحد
تاخیر در تجهیز زمین و کارگاه	۱	Quarter	کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه	۲۰	percent
تورم	۲۰	percent	صلاحیت فنی ناظر پروژه	۵۰	percent
تاخیر زمانی حل مناقشات	۱	Quarter	صلاحیت فنی مشاور پروژه	۴۰	percent
ثبات سیاسی	۲۰	percent	زمان درک کیفیت ساخت	۴	Quarter
نیروی انسانی متخصص	۱۰۰	people	متوسط حقوق نیروی انسانی متخصص	۱۰۰	million rial

اعتبارسنجی و شبیه‌سازی اولیه مدل پویایی سیستم: برای اعتبارسنجی علاوه بر تأیید آزمون کفایت مرزهای مدل برای پرداختن به مسئله و تطبیق ساختار مدل با دانش توصیفی از سیستم توسط متخصصان بر مبنای معیارهای اعتمادپذیری، قابلیت انتقال‌پذیری، تاییدپذیری و قابلیت اعتماد، آزمون‌های اعتبار ساختاری و رفتاری شامل آزمون سازگاری ساختار و ابعاد، خطای انتگرال‌گیری و آزمون بازتولید رفتار بر حسب شاخص درصد ریشه میانگین مربع خطا RMSPE[۱] انجام گردید. این شاخص یکی از روش‌های آماری تأیید رفتار مدل است که اختلاف داده‌های واقعی (At) و داده‌های شبیه‌سازی شده (St) را نشان می‌دهد. برای تأیید رفتار سیستم این شاخص باید کمتر از ۰,۱ باشد. داده‌های موجود به‌علاوه چند گام از محاسبات در جدول ارائه شده‌اند. جدول (۵) نتایج آزمون بازتولید رفتار برخی از متغیرهای مدل را نشان می‌دهد. شکل (۴) نتایج شبیه‌سازی اولیه را ارائه کرده است.

[۱] Root Mean Square Percentage Error

جدول (۵) نتایج آزمون بازتولید رفتار برخی از متغیرهای مدل

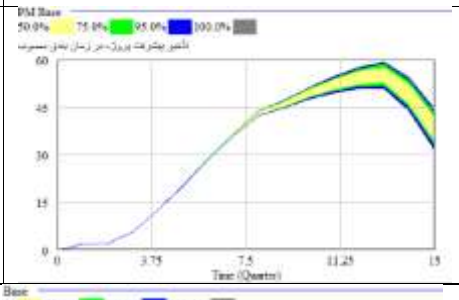
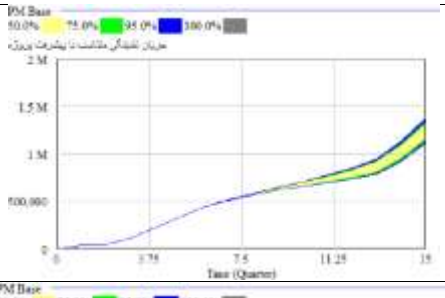
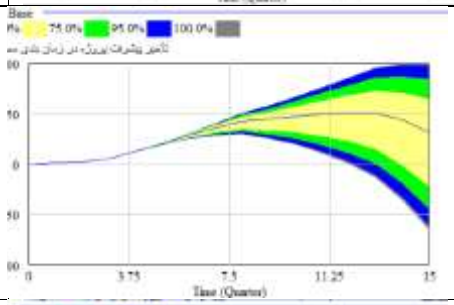
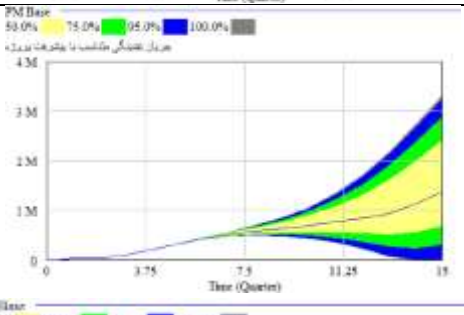
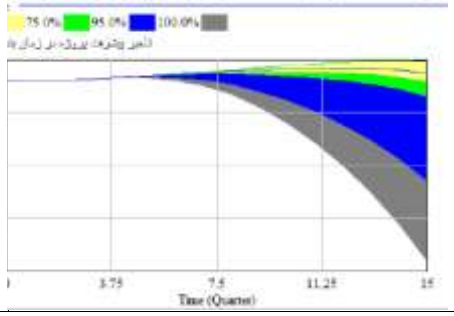
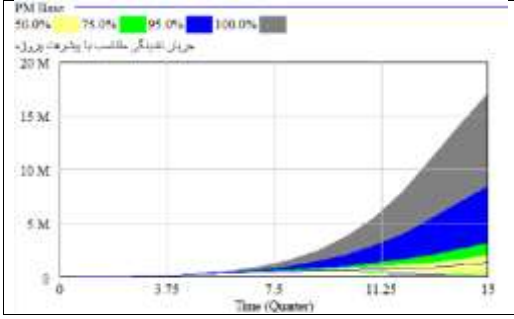
متغیرمدل/ فصل زمان‌بندی مصوب پروژه		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	RMSPE
تاخیر پیشرفت از زمان‌بندی مصوب (درصد)	At	۲,۰۱	۸,۰۲	۱۱,۰۳	۱۳,۰۵	۱۵,۶۵	۱۸,۰۹	۲۲,۳۲	۲۶,۰۳	۲۹,۵۴	۳۳,۰۵	۳۹,۰۶	۴۴,۰۶	۴۹,۰۸	۵۶,۳۲	۰,۰۴
	St	۱,۷۶	۲,۰۹	۵,۵۷	۱۲,۷۶	۲۰,۱۳	۲۸,۵۶	۳۵,۹۱	۴۲,۲۷	۴۴,۶۸	۴۷,۵۹	۵۰,۹۴	۵۰,۹۱	۴۳,۸۷	۳۱,۵۶	
پیشرفت فیزیکی پروژه (درصد)	At	۰	۰	۰	۰	۰,۵۴	۱,۷۶	۲,۰۹	۵,۵۷	۱۲,۷۶	۲۰,۶۹	۳۰,۵۹	۴۰,۴۸	۵۰,۵۴	۵۷,۸۴	۰,۰۳
	St	۰	۰	۰	۰	۰,۵۶۳	۲,۰۳	۴,۵۷	۸,۲۶۷	۱۳,۱۶	۱۹,۲۸	۲۶,۶۴	۳۵,۲۳	۴۵,۰۶	۵۶,۱۳	
جریان نقدینگی پروژه (میلیارد ریال)	At	۳۵	۴۳	۱۰۷	۲۳۴	۳۶۸	۴۴۵	۵۸۰	۵۹۰	۶۴۷	۶۹۹	۷۸۰	۸۵۸	۹۵۶	۱۱۳۰	۰,۰۷
	St	۳۴	۴۱	۱۰۵	۲۲۳	۳۳۱	۴۳۸	۵۲۰	۵۸۵	۶۴۲	۷۰۳	۷۷۱	۸۴۸	۹۴۵	۱۱۲۷	



شکل (٤) مقایسه رفتار متغیرهای پیشرفت فیزیکی مصوب و پیشرفت فیزیکی پروژه و جریان نقدینگی مصوب و جریان نقدینگی متناسب با پیشرفت پروژه در افق شبیه‌سازی زمان بندی مصوب پروژه

در ادامه با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل متغیرهایی که بیشترین دامنه تغییرات را ایجاد می‌کردند و به اصطلاح نقاط اهرمی مدل شناسایی شدند. نتایج تحلیل حساسیت نشان می‌دهد مدل به برخی متغیرهای برون‌زا مانند کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پروژه، نرخ تعدیل، ثبات سیاسی، صلاحیت فنی ناظرات پروژه، صلاحیت مشاوران و پیگیری نهادهای مردمی و مکانیزم‌های حل مناقشات، حساسیت بالایی دارد. جدول (۶) نتایج تحلیل حساسیت مونت کارلو برخی از متغیرهای برون‌زای مدل را ارائه کرده است.

جدول (٦) تحلیل حساسیت متغیرهای برون‌زای مدل و نتایج در متغیرهای هدف تاخیر پیشرفت پروژه و جریان نقدینگی

متغیر و بازه	تاخیر پیشرفت پروژه در زمان بندی مصوب	جریان نقدینگی متناسب با پیشرفت پروژه
پیگیری نهادهای مردمی (صفر الی صد درصد)		
نرخ تعدیل (صفر الی یک)		
ثبات سیاسی و پاسخگویی دولت (صفر الی صد درصد)		

سیاست‌گذاری اجرای به هنگام پروژه عمرانی: با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل و شاسایی نقاط اهرمی سیاست‌های بهره‌برداری به هنگام پروژه عمرانی در سه استراتژی تامین منابع مالی پروژه، برنامه‌ریزی و کنترل پروژه و پاسخگویی ذینفعان پروژه شناسایی گردید. در ادامه به تشریح هر یک از دسته سیاست‌های بهره‌برداری به هنگام پروژه عمرانی پرداخته شده است.

استراتژی تامین منابع مالی پروژه: استراتژی تامین منابع مالی متمرکز بر سه سیاست مد نظر قرار گرفت. سیاست تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی دولتی اولویت‌دار؛ سیاست کاهش تاخیر در پرداخت‌های پروژه و سیاست متناسب‌سازی متورم و نرخ تعدیل. این استراتژی تلاش می‌کند با افزایش روند به هنگام تامین مالی موجب بهره‌برداری به‌هنگام پروژه‌های عمرانی دولتی گردد.

استراتژی بهبود برنامه‌ریزی و کنترل پروژه: استراتژی بهبود برنامه‌ریزی و کنترل پروژه با تمرکز بر سیاست‌های کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه؛ افزایش نظارت و کنترل پروژه و افزایش صلاحیت فنی ناظران پروژه تلاش می‌کند با توسعه روند مدیریت پروژه موجب بهره‌برداری به‌هنگام پروژه‌های عمرانی دولتی گردد.

استراتژی پاسخگویی به ذینفعان پروژه: استراتژی پاسخگویی به ذینفعان کلیدی پروژه با تمرکز بر سیاست مدیریت حقوقی قراردادها؛ سیاست ایجاد مکانیزم حل مناقشات میان ذینفعان پروژه؛ سیاست افزایش ثبات سیاسی و پاسخگویی دولت و سیاست افزایش پاسخ به مطالبات مردمی را در راستای بهره‌برداری به‌هنگام پروژه‌های دولتی مد نظر قرار داده است. جدول(۷) دسته سیاست‌های هر یک از سه استراتژی و اطلاعات تکمیلی را به صورت خلاصه ارائه کرده است.

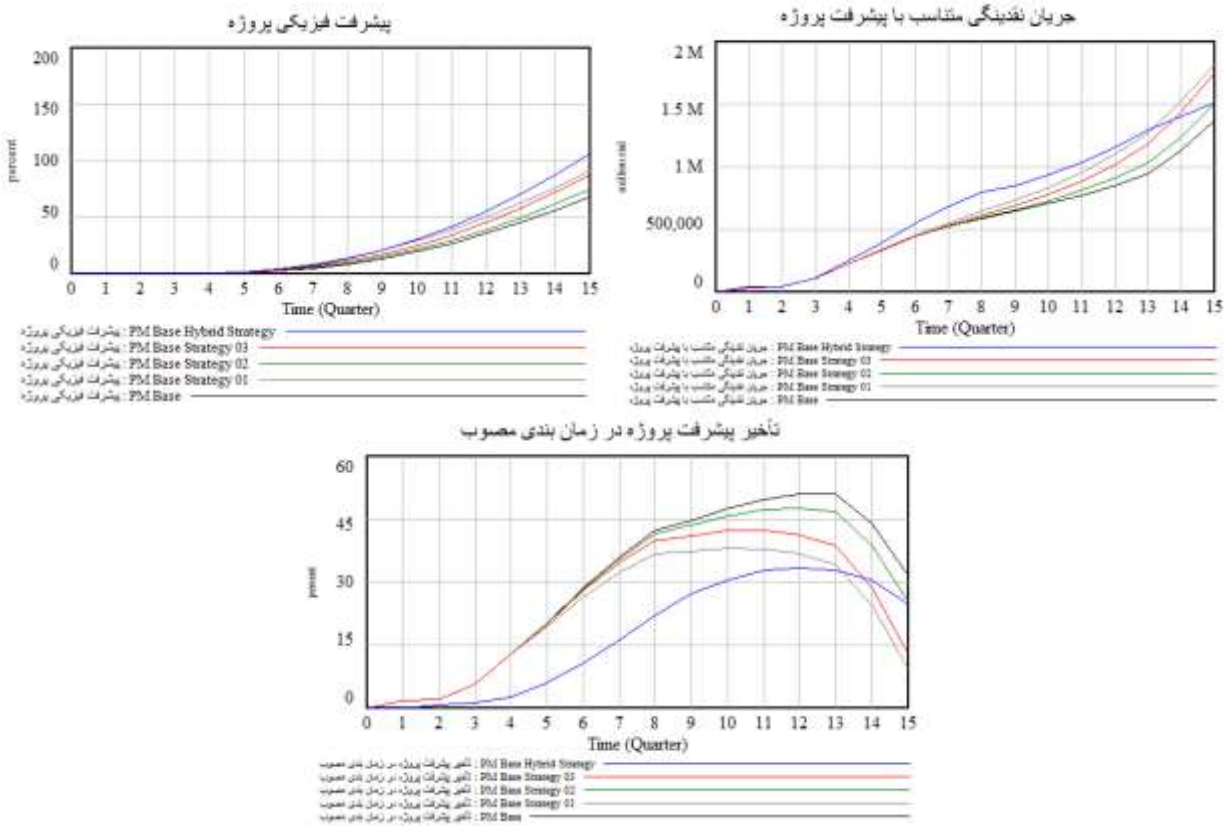
جدول (۱۰) خلاصه استراتژی‌ها و سیاست‌های بهره‌برداری به هنگام پروژه‌های عمرانی

استراتژی	سیاست	تغییر اعمال شده در مدل
۱-تامین منابع مالی پروژه	۱-۱- تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی دولتی اولویت‌دار	اعمال ضریب افزایش ۲۰ درصدی بودجه مورد نیاز طرح‌های عمرانی دولتی
	۱-۲-کاهش تاخیر در پرداخت ها پروژه متناسب با پیشرفت فیزیکی مبتنی بر پیگیری تخصیص اعتبار پروژه	ضریب کاهشی ۰,۵ بر تاخیر در تاخصیص بودجه به پروژه و کاهش متوسط زمانی وصول از ۲ فصل به ۱ فصل
	۱-۳- متناسب سازی نرخ تعدیل با نرخ تورم	تغییر ۱۰ درصدی در نرخ تعدیل از ۱,۳ به ۱,۴
۲-برنامه‌ریزی و کنترل پروژه	۲-۱-افزایش کارآمدی امکان سنجی و مطالعات پایه و زمان‌بندی پیشرفت پروژه بر مبنای منابع و توانمندی‌های در دسترس واقع‌بینانه	تغییر ۵۰ درصدی در کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه و تغییر از ۵۰ به ۷۵ درصد
	۲-۲-افزایش نظارت و کنترل پروژه	تغییر نظارت و کنترل از ۵۰ درصد به ۹۰ درصد
	۲-۳-افزایش صلاحیت فنی ناظران پروژه	تغییر صلاحیت فنی ناظران از ۴۰ درصد به ۹۰ درصد
	۲-۴-افزایش بکارگیری نیروی متخصص پروژه	افزایش ۵۰ درصدی نیروی متخصص مدیریت پروژه از ۴۰ به ۶۰ متخصص
۳-پاسخگویی به ذینفعان پروژه	۳-۱- مدیریت حقوقی قراردادها	افزایش مدیریت حقوقی قراردادها از ۳۰ به ۹۰ درصد
	۳-۲- ایجاد مکانیزم‌های حل مناقشات و برگزاری جلسات مستمر ماهیانه ارکان پروژه	افزایش ۳ برابری مکانیزم‌های حل مناقشات
	۳-۳-افزایش ثبات سیاسی و پاسخگویی دولت	تغییر در ثبات سیاسی از ۳۰ به ۹۰ درصد
	۳-۴-افزایش پاسخگویی به مطالبات مردمی از طریق افزایش تعامل با مقامات محلی و استفاده از ظرفیت‌های بومی	تغییر در نسبت پاسخگویی از ۰,۱ به ۰,۷ در طول ۲ فصل ابتدایی اجرای پروژه
	۳-۵-افزایش اطلاع‌رسانی رسانه‌های ملی و محلی	افزایش دو برابری اطلاع‌رسانی رسانه‌های ملی و محلی از وضعیت پیشرفت پروژه

در ادامه تغییرات مد نظر هر یک استراتژی‌ها به طور جداگانه و ترکیبی بر روی مدل پویایی سیستم بهره‌برداری به‌هنگام پروژه‌های عمرانی اعمال گردید و نتایج باهم مقایسه شد. به منظور یافتن بهترین سیاست‌های منتخب ترکیبی؛ ابتدا کلیه سیاست‌های ترکیبی مبتنی بر استراتژی‌های سه‌گانه بر روی مدل اعمال شد و با مقایسه رفتار متغیرهای کلیدی، سیاست‌های ترکیبی منتخب همان‌طور که در جدول (۱۱) مشاهده می‌شود، شناسایی گردید. شکل (۶) مقایسه رفتار متغیرهای کلیدی را ارائه کرده است.

جدول (۱۱) سیاست‌های منتخب ترکیبی بهره‌برداری به هنگام پروژه‌های عمرانی

استراتژی	سیاست منتخب	تغییر اعمال شده در مدل
سیاست منتخب ترکیبی	۱- افزایش پاسخگویی دولت و تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی دولتی اولویت‌دار	تغییر در پاسخگویی دولت از ۳۰ به ۹۰ درصد و اعمال ضریب افزایش ۲۰ درصدی بودجه مورد نیاز طرح‌های عمرانی دولتی
	۲- کاهش تاخیر در پرداخت ها پروژه متناسب با پیشرفت فیزیکی مبتنی بر پیگیری تخصیص اعتبار پروژه	ضریب کاهشی ۰،۵ بر تاخیر در تاخصیص بودجه به پروژه و کاهش متوسط زمانی وصول از ۲ فصل به ۱ فصل
	۳-افزایش کارآمدی امکان سنجی و مطالعات پایه و زمان‌بندی پیشرفت پروژه بر مبنای منابع و توانمندی‌های در دسترس واقع‌بینانه	تغییر ۵۰ درصدی در کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه و تغییر از ۵۰ به ۷۵ درصد
	۴-ایجاد مکانیزم‌های حل مناقشات و برگزاری جلسات مستمر ماهیانه ارکان پروژه	افزایش ۳ برابری مکانیزم‌های حل مناقشات
	۵-افزایش پاسخگویی به مطالبات مردمی از طریق افزایش تعامل با مقامات محلی و استفاده از ظرفیت‌های بومی	تغییر در نسبت پاسخگویی به مطالبات مردمی از ۰،۱ به ۰،۷ در طول ۲ فصل ابتدایی پروژه



شکل(٦) مقایسه استراتژی‌های سه‌گانه و سیاست‌های منتخب ترکیبی بهره برداری به هنگام پروژه عمرانی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

همان‌طور که در بیان مسئله ذکر گردید، بر اساس آخرین آمار و اطلاعات قوانین بودجه طی سال‌های اخیر، تعداد پروژه‌های عمرانی نیمه تمام ملّی و استانی کشور که ذیل نام طرح‌های تملک دارایی‌های سرمایه‌ای در بودجه‌های سنواتی آورده می‌شود، بیش از ۷۰ هزار پروژه است، که از این تعداد حدود ۷۵۰۰ پروژه ملّی و بقیه پروژه‌های استانی تعریف می‌شوند. این حجم از تاخیر در پروژه‌های عمرانی به معنای ظرفیت عظیمی است که خاک می‌خورد و از این رو هزینه‌های پنهان زیادی برای هم سازمان‌ها و هم کل کشور حاصل می‌کند. همچنین عدم نفع حاصل از عدم بهره‌برداری به موقع این پروژه‌ها به صورت مستقیم درآمدهای مورد انتظار از اجرای پروژه‌ها را کاهش داده و در برخی موارد پروژه‌ها را ضرر‌ده می‌کند و در سطح سازمان‌های پیمانکار با کاهش امکان بهره‌برداری از فرصت اجرای پروژه‌های بیشتر منجر به تضعیف چرخه رشد و یادگیری و افزایش بهره‌وری می‌گردد (آشفته و همکاران، ۱۳۹۸). در این مطالعه مهمترین ساختارهای پویایی سیستم در مدلسازی پروژه‌ها مورد بررسی قرار گرفته‌اند تا بتوان اجرای بهنگام پروژه های عمرانی در مقیاس دولتی را رقم زد. برای این منظور ابتدا به بررسی علل و عوامل موثر در ایجاد مکانیسم‌های تاخیرساز اجرای پروژه‌های عمرانی با استفاده از بررسی ادبیات موضوعی و پیشینه پرداخته گردید. در ادامه با مشارکت خبرگان مدیریت پروژه‌های عمرانی دولتی، تلاش گردید با طراحی ساختار روابط علی و معلولی مسئله، مدل پویایی سیستم اجرای به‌هنگام پروژه‌های عمرانی دولتی ایران طراحی و با استفاده از داده‌های پروژه زیرسازی راه‌آهن مبارکه، سفیددشت به شهرکرد در حال اجرای دارای تاخیر زمانی و با مشارکت ذینفعان اصلی پروژه (پیمانکار، مشاور و کارفرما) مدل پویایی سیستم در افق زمانی پروژه شبیه‌سازی گردید. پس از اعتبارسنجی؛

با توجه به نتایج تحلیل حساسیت مدل پویایی سیستم، سیاست‌های بهره‌برداری به هنگام پروژه عمرانی در سه استراتژی تامین منابع مالی پروژه شامل: سیاست افزایش تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی دولتی اولویت دار؛ سیاست کاهش تاخیر در پرداخت‌ها پروژه متناسب با پیشرفت فیزیکی مبتنی بر پیگیری تخصیص اعتبار پروژه و متناسب سازی نرخ تعدیل با نرخ تورم و استراتژی برنامه‌ریزی و کنترل پروژه شامل سیاست-های افزایش کارآمدی امکان سنجی و مطالعات پایه و زمان‌بندی پیشرفت پروژه بر مبنای منابع و توانمندی‌های در دسترس واقع‌بینانه؛ افزایش نظارت و کنترل پروژه؛ افزایش صلاحیت فنی ناظران پروژه و افزایش بکارگیری نیروی متخصص پروژه و استراتژی پاسخگویی ذینفعان پروژه شامل سیاست‌های مدیریت حقوقی قراردادها؛ ایجاد مکانیزم‌های حل مناقشات و برگزاری جلسات مستمر ماهیانه ارکان پروژه؛ افزایش ثبات سیاسی و پاسخگویی دولت؛ افزایش پاسخگویی به مطالبات مردمی از طریق افزایش تعامل با مقامات محلی و استفاده از ظرفیت‌های بومی منطقه و افزایش اطلاع‌رسانی رسانه‌های ملی و محلی شناسایی گردید. در ادامه با سیاست‌های منتخب ترکیبی نیز طراحی و بروی مدل اعمال گردید. مبتنی بر مقایسه رفتار متغیرهای کلیدی مدل؛ سیاست منتخب ترکیبی شامل: ۱-افزایش پاسخگویی دولت و تخصیص بودجه به طرح‌های عمرانی دولتی اولویت‌دار؛ ۲-کاهش تاخیر در پرداخت‌های پروژه متناسب با پیشرفت فیزیکی مبتنی بر پیگیری تخصیص اعتبار پروژه؛ ۳-افزایش کارآمدی امکان‌سنجی و مطالعات پایه و زمان‌بندی پیشرفت پروژه بر مبنای منابع و توانمندی‌های در دسترس واقع‌بینانه؛ ۴-ایجاد مکانیزم‌های حل مناقشات و برگزاری جلسات مستمر ماهیانه ارکان پروژه و ۵-افزایش پاسخگویی به مطالبات مردمی از طریق افزایش تعامل با مقامات محلی و استفاده از ظرفیت‌های بومی منطقه به عنوان بهترین راهکارهای اجرای به‌هنگام پروژه عمرانی دولتی ارائه گردید. در پژوهش‌های آتی پیشنهاد می‌شود، مطالعات عمیقی در حوزه بودجه‌های عمرانی دولتی و میزان تحقق و پیشرفت این پروژه‌ها مطالعات عمیق-تری به انجام رسد و چرایی ساختار مکانیزم‌های تاخیرساز در ساختار برنامه و بودجه مورد بررسی قرار گیرد. علاوه بر آن سایر پروژه‌های عمرانی دارای تاخیر زمانی نیز مدلسازی گردد و مبنایی برای مقایسه و جمع‌بندی صورت گیرد. همچنین مدل پویایی سیستم اجرای به‌هنگام

پروژه‌های عمرانی با توجه به چرخه عمر مدیریت پروژه و نیز به عوامل موثر دیگری که در این پژوهش به آن‌ها پرداخته نشده است، توسعه یابد. مدل پویایی سیستم با استفاده از ترکیب با رویکردهای سیستم‌های نرم مبتنی بر توافق بر ابعاد موقعیت مسئله و راهکارهای مورد توافق نسبی کلیه ذینفعان مسئله توسعه یابد.

منابع

آشفته، آروین و تقی زاده، مهدی و ناطقی، ایمان،۱۳۹۸،ارائه مدل پویایی شناسی سیستم برای تحلیل تاخیر پروژه های عمرانی،دومین کنفرانس ملی انجمن ایرانی پویایی‌شناسی سیستم‌ها،تهران.

باشگاه خبرنگاران جوان، ۱۴۰۱، پرونده پروژه راه آهن چهارمحال و بختیاری ۱۴۰۲ بسته می شود؟

تاسا، امید, گلابچی, محمود، روانشادنیا, مهدی. (۱۴۰۲). ارزیابی پاسخ به ریسک در پروژه‌های پیچیده ساختمانی با استفاده روش تاپسیس فازی .*مدیریت صنعتی* Doi: ۱۰,۲۲۰۵۹/imj.۲۰۲۳,۳۵۲۷۵۱,۱۰۰۸۰۱۰

خالدیان, فرنوش & ,مومنی, منصور. (۱۴۰۰). سنجش عملکرد زمان و کیفیت اجرای پروژه در شرایط عدم اطمینان .*مدیریت تولید و عملیات* ,(۲)۱۲ , ۷۱-۹۱. doi: ۱۰,۲۲۱۰۸/jpom.۲۰۲۱,۱۲۸۰۳۰,۱۳۵۹

شهسواری پور؛ ناصر سید اسماعیل نجفی؛ محمد فلاح (۱۳۸۹) معرفی یک الگوریتم جدید برای محاسبه مسیر بحرانی فازی شبکه پروژه (ششمین کنفرانس بین المللی مدیریت پروژه)

گلدوست، یاسر. شجاع, الهام. (۱۴۰۲). شناسایی علل تأخیر در پروژه های ساخت با رویکرد فراترکیب) مورد مطالعه: پایگاه اطلاعاتی .(ASCE *پژوهشنامه مدیریت اجرایی*۱۵(۲۹), ۹۷-۱۳۲. doi: ۱۰,۲۲۰۸۰/jem.۲۰۲۲,۲۳۰۳۷,۳۷۰۶ ,

محمدی, مهدی, اصلانی, فرشید & ,سیدی قهفرخی, فاطمه سادات .(۱۳۹۹) .موانع تأمین مالی بخش عمومی برای پروژه‌های عمرانی استان اصفهان با رویکرد چندمعیاره .*مدیریت دارایی و تامین مالی*۸(۴), ۱۰۱-۱۱۶. doi: ۱۰,۲۲۱۰۸/amf.۲۰۲۰,۱۲۳۲۱۵,۱۵۴۳ ,

منصوری، محمدرضا (۱۳۹۶) تحلیل مکانیزم‌های تاخیر ساز در پروژه های عمرانی (کنفرانس بین المللی عمران ، معماری و شهرسازی ایران معاصر)

مرادی، شهره. انصاری، رامین. طاهرخانی، روح اله. (۱۳۹۸). روش پویایی سیستم: رویکردی جامع برای مدیریت عملکرد در پروژه های ساخت .*مهندسی و مدیریت ساخت* ۴(۳). ۴۲-۳۵.

Alnuaimi, A S. Taha, R A. Al-Mohsin, M. Al-Harthi, A S. (۲۰۱۰) Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman. J. Constr. Engrg. and Mgmt. ۱۳٦, ٦۱٥

Abd El-Razek, M. E. Bassioni, H. A. and Mobarak A. M. (۲۰۰۸) Causes of Delay in Building Construction Projects in Egypt. J. Constr. Engrg. and Mgmt. ۱۳٤, ۸۳۱

Aibinu A A and Odeyinka H A (۲۰۰٦) Construction Delays and Their Causative Factors in Nigeria. J. Constr. Engrg. and Mgmt. ۱۳۲, ٦٦۷

Anderson, S. S. Shane, J. and Schexnayder, C. (۲۰۱۰) Strategies for Planned Project Acceleration. Journal of Construction Engineering and Management doi:۱۰,۱۰٦۱/(ASCE)CO.۱۹٤۳-۷۸٦۲,۰۰۰۰۲۸۹

Sterman, J. D. (۱۹۹۲). System dynamics modeling for project management. Unpublished manuscript, Cambridge, MA, ۲٤٦

Choong Kog, Y. (۲۰۱۸). Major construction delay factors in Portugal, the UK, and the US. Practice Periodical on Structural Design and Construction, ۲۳(٤), ۰٤۰۱۸۰۲٤.

Das, D. K. (۲۰۱٥). Development of mechanisms by using conceptual system dynamics models to resolve delay in construction projects.

Ford, D.N., Lyneis, J.M. (۲۰۲۰). System Dynamics Applied to Project Management: A Survey, Assessment, and Directions for Future Research. In: Dangerfield, B. (eds) System Dynamics. Encyclopedia of Complexity and Systems Science Series. Springer, New York, NY. https://doi.org/۱۰,۱۰۰۷/۹۷۸-۱-٤۹۳۹-۸۷۹۰-۰_٦٥۸

Han, S., Love, P., & Peña-Mora, F. (۲۰۱۳). A system dynamics model for assessing the impacts of design errors in construction projects. *Mathematical and Computer Modelling*, *57*(۹-۱۰), ۲۰٤٤-۲۰٥۳.

Luo, L., Qiping Shen, G., Xu, G., Liu, Y., & Wang, Y. (۲۰۱۹). Stakeholder-associated supply chain risks and their interactions in a prefabricated building project in Hong Kong. Journal of Management in Engineering, ۳٥(۲), ۰٥۰۱۸۰۱٥.

Liu, X., Zhang, K., Chen, B., Zhou, J., & Miao, L. (۲۰۱۸). Analysis of logistics service supply chain for the One Belt and One Road initiative of China. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, ۱۱۷, ۲۳-۳۹

Ndekugri, I. Braimah, N. and Gameson, R (۲۰۰۸) Delay Analysis within Construction Contracting Organizations. J. Constr. Engrg. and Mgmt. ۱۳٤, ٦۹۲

UdDin, Z., Raza, A., & Khan, M. B. (۲۰۲۰, November). Comparative Analysis of Factors Causing Delay in Residential Construction Projects in Pakistan. In Construction Research Congress ۲۰۲۰: Project Management and Controls, Materials, and Contracts (pp. ٦٤۰- ٦٤۸). Reston, VA: American Society of Civil Engineers.

Wang, J., & Yuan, H. (۲۰۱۷). System dynamics approach for investigating the risk effects on schedule delay in infrastructure projects. *Journal of Management in Engineering*, *33*(۱), ۰٤۰۱٦۰۲۹.

Zidane, Y. J. T., & Andersen, B. (۲۰۱۸). The top ۱۰ universal delay factors in construction projects. *International Journal of Managing Projects in Business.*