

Modeling error reduction and rework in construction activities using system dynamics method

مدل‌سازی کاهش خطا و دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی با استفاده از روش پویایی سیستم

Davod gholamhoseini

Master of Civil Engineering, Construction Management Engineering, Islamic Azad University, Khorramshahr International Branch

Mohamad hosein noralah dezfooli*

Assistant professor, Department of Water Science Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Mehrdad hemasian etefagh

Instructor, Faculty of Civil Engineering, Ivanki University, Tehran, Iran.

داود غلامحسینی

کارشناسی ارشد، گرایش مهندسی مدیریت ساخت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بین‌المللی خرمشهر، ایران

محمدحسین نوراله دزفولی*

استادیار، گروه مهندسی آب، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، اهواز، ایران.

مehرداد حمصیان اتفagh

مربی، گروه عمران، دانشکده عمران، دانشگاه ایوانکی، تهران، ایران.

*Corresponding author's email address:

Mehrgostar.esf@gmail.com, ORCID: 0009-0004-4149-8797

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۴، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۲/۱۲

How to cite this article:

Davod gholamhoseini, Mohamad hosein noralah dezfooli Mehرداد hemmasian etefagh, Modeling error reduction and rework in construction activities using system dynamics method, *Journal of Engineering and Construction Management (JECM)*, 2024, 8(2):89-95.

ارجاع به مقاله:

داود غلامحسینی، محمدحسین نوراله دزفولی، مهرداد حمصیان اتفagh مدل‌سازی کاهش خطا و دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی با استفاده از روش پویایی سیستم، *مهندسی و مدیریت ساخت*، ۱۴۰۲، ۸ (۲): ۸۹-۹۵.

Abstract

Errors and rework created in projects have been one of the most important causes of planning pressure and unsafe behaviors and then high accidents in construction workshops. The causes and roots of many of these errors and rework created have been the adoption of incorrect policies by managers during project implementation. The main goal of the research is to provide a model to reduce errors and rework in construction activities. First, the factors leading to errors and rework in the workshop were identified through the literature and a preliminary questionnaire. After collecting information and statistical analysis, in the next step, the cause and effect model between the variables was drawn through the subject literature and statistical analysis in Vensim. Next, Stock and flow variables were determined to simulate the hiring policy of temporary workers in the system dynamics model. The statistical population of the research was specialists and experts in the civil phase of oil and gas projects. The findings showed that policies and incorrect decisions of managers based on the mental model can be effective on many errors and rework in projects. The causes affecting the creation of errors and review of the rework created in the projects were identified through the subject literature and questionnaire. The cause and effect relationship of effective variables was done through system dynamics and then drawing state and flow diagrams, appropriate management solutions, to reduce the number of errors. According to the results, hiring temporary workers to increase the progress of the project is one of the things that lead to more errors in the project, which leads to more rework. Education is one of the best ways to get out of this unfavorable situation.

Keywords

Errors in construction projects, Rework in the workshop, Dynamic model

چکیده

خطاها و دوباره‌کاری‌های ایجاد شده در پروژه‌ها، یکی از مهم‌ترین علل فشار برنامه‌ریزی و رفتارهای ناپایمن و سپس حوادث بالا در کارگاه‌های عمرانی بوده است. علل و ریشه بسیاری از این خطاها و دوباره‌کاری‌های ایجاد شده، اتخاذ سیاست‌های نادرست مدیران در حین اجرای پروژه بوده است. هدف اصلی پژوهش، ارائه مدل جهت کاهش خطا و دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی است. ابتدا، عوامل منجر به خطا و دوباره‌کاری در کارگاه، از طریق ادبیات موضوع و پرسشنامه اولیه، شناسایی شد. پس از جمع‌آوری اطلاعات و تحلیل‌های آماری، در مرحله بعدی، مدل علت و معلولی بین متغیرها، از طریق ادبیات موضوع و تحلیل‌های آماری در نرم‌افزار ونسیم ترسیم شد. در ادامه، تعیین متغیرهای حالت و جریان جهت شبیه‌سازی سیاست استخدام کارگران موقتی در مدل پویایی سیستم انجام شد. جامعه آماری پژوهش، متخصصان و کارشناسان در مرحله سیویل پروژه‌های نفت و گاز بوده است. یافته‌های نشان داد که سیاست‌ها و تصمیم‌های نادرست مدیران بر اساس مدل ذهنی تا چه اندازه می‌تواند بر خطاها و دوباره‌کاری‌های متعدد، در پروژه‌ها مؤثر باشد. علل مؤثر بر ایجاد خطاها و بررسی دوباره‌کاری‌های ایجاد شده در پروژه‌ها، از طریق ادبیات موضوع و پرسشنامه شناسایی شد. ارتباط علت و معلولی متغیرهای مؤثر از طریق پویایی سیستم و سپس رسم نمودارهای حالت و جریان، راهکارهای مدیریتی مناسب، برای کاهش تعداد خطا انجام شد. طبق نتایج، استخدام کارگران موقتی برای افزایش پیشرفت پروژه، یکی از موارد منجر به خطاهای بیشتر در پروژه بوده است که منجر به تعداد بیشتر دوباره‌کاری می‌گردد. آموزش، یکی از بهترین راهکارها برای برون‌رفت از این شرایط نامساعد عنوان شده است.

کلمات کلیدی

خطا در پروژه‌های عمرانی، دوباره‌کاری در کارگاه، مدل پویا



مدت‌زمانی بیشتر و اثرات مخرب‌تری روبرو هستند که نیاز به بررسی کل زمان پروژه از ابتدا تا انتها می‌باشد. همچنین، وجود یک مسئول برای شناسایی خطاها و بررسی فعالیت‌ها، در طول پروژه، الزامی است. از طرفی، به دلیل وجود سیکل‌های معیوب، جمله سیاست‌های اشتباه به دلیل عدم بررسی اثرات تصمیم‌گیری‌های اتخاذ شده، تکرار خطاهای قبلی (خطاهای تکرارشونده) بر روی عملکرد پروژه، امری مهم است که همچنین در مدل‌های قبلی در ادبیات موضوع نیز به این مورد، اشاره‌هایی شده بود. هدف اصلی پژوهش حاضر، در ابتدا شناسایی عوامل مؤثر منجر به خطا و دوباره‌کاری در پروژه‌های عمرانی از طریق پیشینه تحقیق و همچنین پیمایش اولیه در مطالعه موردی پژوهش و سپس دسته‌بندی آن‌ها و رسم مدل علت و معلولی کیفی و سپس شبیه‌سازی آن بر اساس اطلاعات واقعی پروژه‌های نمونه بوده است. شبیه‌سازی با استفاده مشخص کردن متغیرهای حالت و جریان از طریق فرمول‌های ریاضی و پیشینه تحقیق شناسایی و سپس تحلیل شد.

۲- ادبیات و پیشینه پژوهش

طبق بررسی‌های انجام شده در پیشینه تحقیق، شناسایی خطاهای متعدد و سپس دوباره‌کاری‌های ناشی از بی‌مدیریتی و بی‌برنامه‌ریزی مدیران، عدم وجود آموزش و آگاهی در کنار ایجاد فرهنگ‌سازمانی در رعایت ایمنی، از عوامل مختلف ناشی از خطاها و دوباره‌کاری‌ها در پروژه‌های عمرانی بوده است. همچنین، عوامل سازمانی مانند آموزش نقش اساسی در تضمین رفتار ایمنی در صنعت ساخت ایفا می‌کنند که باید به آن‌ها به‌طور جدی پرداخته شود [۳]. از این رو، سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه‌ی صحیح ایمنی به کسب‌وکارها کمک کرده است تا تدابیر ایمنی را بهبود بخشیده و سودآوری، بهره‌وری و فرهنگ ایمنی را افزایش دهند و در همان حال به کارکنان کمک می‌کند تا مهارت‌های لازم را برای انجام ایمن کار به دست آورند [۱۰].

استراتژی دیگر جهت کاهش خطا و همچنین افزایش عملکرد ایمنی، از طریق اجرای فناوری‌های نوین است [۶]. اجرای قوانین ایمنی موجود و بررسی بهترین روش‌ها، همراه با طرح‌های سه‌بعدی در نرم‌افزار مدل‌سازی اطلاعات ساختمان، به تیم ایمنی اجازه می‌دهد تا محل و شدت حوادث را تشخیص دهند و همچنین تجهیزات حفاظت شخصی مربوطه را برای جلوگیری از بروز خطرات توصیه [۱۱] و [۱۲] از طرفی دیگر، بسیاری از مقالات انواع مختلف سیستم‌های محافظت در برابر سقوط را برای کاهش وقوع حوادث در سایت‌ها و فعالیت‌های عمرانی تجزیه و تحلیل کرده‌اند [۱۳].

۳- روش تحقیق

روش تحقیق پژوهش حاضر، تحلیل آماری و روش پویایی سیستم جهت ساخت مدل پویا خطا و دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی می‌باشد. در این بخش به بررسی بعضی از دلایل پیچیدگی پویاها در فعالیت‌های عمرانی پرداخته شده است:

آمار و گزارشات حوادث در پروژه‌های عمرانی نشان داده است که هرساله هزاران مرگ‌ومیر، حادثه و معلولیت ناشی از حوادث شغلی در این صنعت ساختمان رخ داده است. همچنین بر اساس، آمار گزارش شده از سازمان بین‌المللی کار، سالانه ۶۰،۰۰۰ مورد فوتی در صنعت ساخت در سراسر جهان در حال ثبت شدن هست که بیش از ۳۰٪ مرگ‌ومیرهای ناشی از این حوادث در اثر سقوط از ارتفاع^۱ بوده است [۱]. آسیب‌های ناشی از سقوط از ارتفاع، متداول‌ترین و همچنین دومین آسیب‌دیدگی در این صنعت بوده است که هرساله بیش از ۲۹ مرگ را در کشور استرالیا ثبت کرده است [۲]؛ اما طبق بررسی‌های انجام شده از علل ناشی از حوادث مشخص شده است که علت اصلی این حوادث، ناشی از رفتارهای نامن و خطاهای انسانی اکیپ‌های اجرایی در فعالیت‌های عمرانی بوده است که علیرغم اجرای فن‌آوری‌ها، استانداردها و استراتژی‌های جدید، همچنین تعداد زیادی از حوادث در این صنعت در حال رخ دادن می‌باشد [۳]

از سوی دیگر، به‌طور متوسط ۲۳٪ از سقوط‌ها ناشی از کارگرانی بوده است که از تجهیزات و وسایل حفاظت شخصی^۲ استفاده نکرده‌اند. در نتیجه، رفتارها و نگرش کارگران و اکیپ‌های اجرایی نسبت به اقدامات ایمنی، نقش بالایی در علت خطاها و دوباره‌کاری‌ها و سپس حادثه دارد [۴]. از طرفی دیگر میزان تعهد ناظران و مدیران و سرپرستان کارگاه در قبال رفتارهای ایمنی کارگران و اکیپ‌های اجرایی از جمله عوامل مهمی است که باید در نظر گرفته شود [۵]. امروزه همچنین به‌منظور شناسایی موارد نقض امنیت، استفاده از سیستم بلوتوث کم انرژی^۳ را مورد بررسی قرار داده‌اند. این سیستم به ناظران این کمک را می‌کند تا موارد نقض ایمنی توسط کارگران را شناسایی کنند [۶]. جهت دستیابی به مدل کاربردی و پویا از ساختار علی دوباره‌کاری [۷] و سیکل دوباره‌کاری [۸]، به‌عنوان هسته اصلی، استفاده شد [۹]. همچنین در ادامه با تهیه پرسشنامه از ادبیات موضوع و مطالعه موردی پژوهش، متغیرهای مؤثر بر خطا و دوباره‌کاری شناسایی شد. در مرحله بعدی، مدل علت و معلولی و سپس متغیرهای حالت و جریان مشخص گردید. مدل پویایی سیستم، در نرم‌افزار ونسیم ترسیم شد.

در بخش استخدام نیروی انسانی از ورود و خروج نیروها و همچنین استخدام نیروها بر اساس مدت‌زمان خطاهای ایجاد شده در مطالعه واقعی در زمان ۶ ماه، شبیه‌سازی انجام شد. نتایج شبیه‌سازی و مدت‌زمان تأخیر در همین زمان خطا و دوباره‌کاری‌های اجرا شده بررسی گردید. یافته‌ها نشان داد که در مدت‌زمان ۶ ماه بررسی انجام شده در مطالعه موردی و با شناسایی ۶ خطا، مدت‌زمان پروژه، ۱ ماه به تأخیر افتاد. همچنین، در این مطالعه، پیوستگی بسیاری از فعالیت‌های وابسته بعدی، بررسی نشده است و با فرض ثابت بودن بقیه وابستگی‌ها، نتایج بررسی شد. همچنین، در بسیاری از موارد در کارگاه‌های عمرانی به دلیل عدم ثبت و ضبط خطاهای فعالیت‌ها در زمان خود، بسیاری از خطاهای شناسایی نشده یا پنهان، در

³BLE

¹FFH
²PPE



پیچیدگی پویاها در فعالیت‌های عمرانی، پویا هستند: هرآکلیتوس^۴ می‌گوید: «همه چیز در حال تغییر است» آنچه تغییرناپذیر به نظر می‌رسد، در گذشت زمان بلندمدت، تغییر می‌کند. تغییر در سیستم‌ها در مقیاس‌های زمانی متعددی رخ می‌دهد و این مقیاس‌های مختلف گاهی باهم در تقابل هستند. تغییر در فعالیت‌های عمرانی، در مقیاس‌های زمانی مختلف در پروژه، با وجود کارگران و اکیپ‌های اجرایی و نوع فعالیت‌ها، تغییر می‌کنند. پیچیدگی پویاها در فعالیت‌های عمرانی به‌وسیله بازخورد تحت کنترل‌اند: به دلیل پیوستگی شدید بین افراد سیستم، اقدامات ما به خود ما برمی‌گردند. تصمیمات ما وضعیت جهان را تغییر می‌دهند، سبب ایجاد تغییرات در طبیعت و تحریک دیگران بر اقدام‌های بعدی می‌گردد، بنابراین موقعیت جدید ایجاد می‌شود که آن هم بر تصمیمات آینده ما تأثیر می‌گذارد. پویایی‌ها از این بازخوردها ایجاد می‌گردد. خطا و دوباره‌کاری‌های فعالیت‌های عمرانی غیرخطی‌اند: معلول به‌ندرت با علت متناسب است و آنچه در قسمتی از یک سیستم رخ می‌دهد (نزدیک نقطه عملیاتی فعلی) معمولاً در مناطق دور (سایر حالات سیستم) کاربرد ندارد. غیرخطی بودن بین روابط علت و معلولی، غالباً از ویژگی‌های ذاتی سیستم‌ها می‌باشد. خطا و دوباره‌کاری‌های فعالیت‌های عمرانی، وابسته به گذشته‌اند: غالباً، انتخاب یک مسیر مانع انتخاب دیگر مسیرها می‌شود و پایان راه را تعیین می‌کند (این نشانگر وابستگی موارد به مسیر می‌باشد). اقدامات بسیاری برگشت‌ناپذیر هستند. بسیاری از حوادث و هزینه‌های ناشی از خطاها و دوباره‌کاری‌ها، قابل‌برگشت نخواهند بود.

۴- بررسی پایایی و روایی پرسشنامه

۴-۱- بررسی پایایی پرسشنامه با ضریب آلفای کرونباخ

ضریب آلفای کرونباخ متکی بر میزان همبستگی درونی سؤالات آزمون است. هرچه سازگاری (همبستگی) در پاسخ به سؤالات، میان متغیرها بیشتر باشد، ضریب آلفا نیز بیشتر است. اعتبار یا پایایی پرسشنامه به ما نشان می‌دهد که نمونه‌ی پرسشنامه تهیه‌شده تا چه میزان، معرف دقیق مرجع وسیع‌تر پرسش‌هایی است که از آن استخراج شده است [۱۴]. ضریب آلفای کرونباخ بین صفر تا یک است. هرچقدر ضریب آلفای کرونباخ، به صفر نزدیک‌تر باشد، نشانگر پایایی بیشتر پرسشنامه است. ضریب آلفای کرونباخ کمتر از ۰.۶ ضعیف تلقی می‌شود، دامنه ۰.۷ قابل‌قبول و بیش از ۰.۸ خوب محسوب می‌شود [۱۵].

جدول ۱ محاسبه ضریب آلفای کرونباخ پژوهش حاضر

تعداد سؤالات	ضریب آلفای کرونباخ
۲۹	۰/۸۹۵

طبق جدول بالا، ضریب آلفای کرونباخ پژوهش حاضر ۰/۸۹۵ و در دامنه قابل‌قبول می‌باشد. از این رو پایایی پرسشنامه مورد تأیید است.

۴-۲- بررسی روایی محتوایی پرسشنامه

روایی محتوایی، نشان می‌دهد که ابعاد و عناصر یک مفهوم تا چه حد تحت پوشش دقیق قرار گرفته‌اند. در این حالت کمیت و کیفیت سؤالات از نظر خبرگان موردبررسی قرار گرفته است. زمانی به بررسی روایی محتوایی پرداخته می‌شود که پرسشنامه تهیه شده، محقق ساخته باشد.

۵- آمار استنباطی

در این بخش به بررسی آزمون‌های آماری استنباطی پرداخته شده است. آمار استنباطی درصد تأیید و یا رد فرضیات تحقیق است. در این فصل، به بررسی آزمون‌های آماری موردنیاز برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، انواع روش‌های آمار استنباطی و نیز فرایند انجام آزمون‌های آماری و چارچوب تحلیل داده‌ها پرداخته می‌شود.

۵-۱- بررسی توزیع داده‌ها از طریق آزمون کولموگروف-اسمیرنوف

برای این منظور آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شده است. این آزمون یکی از آزمون‌های نیکویی برآزش است و برای بررسی اینکه توزیع متغیری با توزیع نظری خاصی همگون است یا خیر، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این پژوهش با استفاده از این آزمون، نرمال بودن داده‌های پژوهش موردبررسی قرار گرفته است. فرضیه مورد استفاده در این آزمون به‌صورت زیر است:

جدول ۲ نتایج مقدار معناداری آماری طبق آزمون کولموگروف اسمیرنوف	
آزمون کولموگروف اسمیرنوف	
تعداد پاسخ‌دهنده‌ها	۲۲
میانگین	۳/۵۲
عدد کولموگروف اسمیرنوف	۰/۶۴۰
میزان معناداری	۰/۸۰۷

فرض صفر در آزمون کولموگروف اسمیرنوف = توزیع داده‌ها نرمال است.

با توجه به نتایج جدول ۲، سطح معناداری متغیرهای پژوهش از ۰/۰۵ بزرگ‌تر است (فرض صفر تأیید می‌شود) و در نتیجه توزیع کلیه داده‌ها و دسته‌های مختلف نرمال بوده است. با توجه به اینکه توزیع داده‌ها نرمال است، می‌بایست آزمون‌های پارامتریک استفاده شود.

۵-۲- آزمون تحلیل واریانس یک‌طرفه (ANOVA) برای متغیر

خطاهای ناشی از علل مربوط به ناتوانی مدیریتی مانند عدم

نظارت و کنترل مدیران و ناظران در فعالیت‌ها پروژه

در این آزمون، هدف مقایسه یک متغیر در بیش از دو گروه می‌باشد. در این پژوهش، متغیر خطاهای ناشی از علل مربوط به ناتوانی مدیریتی مانند عدم نظارت و کنترل مدیران و ناظران در فعالیت‌ها پروژه در ۵ گروه کارشناسان، بازرسان، سرپرست، مدیران و ناظران،

⁴Heraclitus



8 (2) , 2024

دوره ۸، شماره ۲

زمستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی



بررسی شده است. نتایج این آزمون، در جدول زیر گردآوری شده است. فرض صفر= اختلافی بین میانگین پنج گروه (کارشناسان، بازرسان، سرپرست، مدیران و ناظران) در مورد متغیر خطاهای ناشی از علل مربوط به ناتوانی مدیریتی مانند عدم نظارت و کنترل مدیران و ناظران در فعالیت‌ها پروژه، وجود ندارد.

جدول ۳- بررسی خطاهای ناشی از علل مربوط به ناتوانی مدیریتی مانند عدم نظارت و کنترل مدیران و ناظران در فعالیت‌ها پروژه در پنج گروه (کارشناسان، بازرسان، سرپرست، مدیران و ناظران)

ANOVA	F	Sig
خطاهای ناشی از علل مربوط به ناتوانی مدیریتی	۲,۵۷۴	۰/۰۷۵

طبق نتایج جدول بالا، سطح معناداری برابر ۰/۰۷۵ است که چون بزرگ‌تر از ۰/۰۵ است، فرض صفر تأیید می‌شود؛ یعنی، تفاوت معناداری، بین میانگین پنج گروه (کارشناسان، بازرسان، سرپرست، مدیران و ناظران) در مورد عدم نظارت و کنترل مدیران و ناظران در فعالیت‌های پروژه، وجود ندارد.

۶- ارائه مدل پویایی سیستم جهت بررسی فرضیه‌های پژوهش

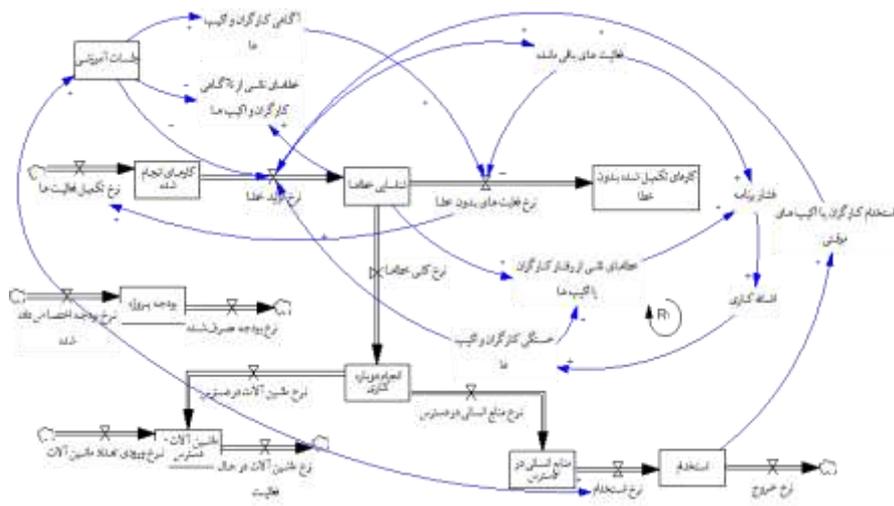
در این بخش، با توجه به استفاده از پویایی سیستم، می‌بایست فرضیه‌های پویا بررسی گردد. فرضیه‌های پویا، مشخص‌کننده چگونگی و چرایی رفتارها بر اساس مسئله اصلی تحقیق می‌باشد. مسئله اصلی تحقیق حاضر، شناسایی و بررسی متغیرهایی است که منجر به خطا و دوباره‌کاری در پروژه‌های عمرانی در محیط کارگاه می‌شوند. از این رو، در ادامه راه شناسایی عوامل منجر به خطا و دوباره‌کاری، به دنبال راهکارهایی جهت کاهش آن‌ها در کارگاه‌های عمرانی می‌باشیم. شناسایی انواع خطاهای ایجاد شده در کارگاه، به ما کمک می‌کند تا بتوانیم، آن‌ها را مدیریت و سپس کنترل نماییم.

آگاهی مدیران از تأثیرات سیاست‌های خود، منجر به کاهش بسیاری از خطاها و دوباره‌کاری‌ها در آینده می‌شود. فشار برنامه‌ریزی، از جمله موارد تأثیرگذار بر ایجاد خطا و دوباره‌کاری‌ها می‌باشد. ایجاد سیستم‌های مناسب برای ثبت و ضبط خطاهای ایجاد شده در پروژه، بسیار مهم هستند تا بتوانیم در ادامه راهکارهایی برای کاهش آن‌ها، ارائه کنیم. - آموزش به صورت تخصصی برای مدیران و سپس کارگران و اکیپ‌های اجرایی، یکی از راهکارهای کاهش خطا و دوباره‌کاری در سایت کارگاه می‌باشد. ایجاد سیستم مناسب استفاده برای کارگران و اکیپ‌های اجرایی، از اهمیت بالایی در کاهش میزان خطاها و دوباره‌کاری‌ها در بلندمدت خواهد داشت.

-تصمیم‌گیری مدیران و سیاست‌های مدیریتی آن‌ها در کارگاه از عوامل اساسی و تأثیرگذار در کاهش خطا و دوباره‌کاری می‌باشند. -رسم مدل پویا با شناسایی متغیرها و همچنین ارتباط حلقوی آن‌ها می‌تواند علل ریشه‌ای خطاها و دوباره‌کاری‌ها را مشخص کند. در پژوهش‌های پیشین، مدل‌هایی با سیاست‌های استخدام نیروی کار اضافی، اضافه‌کاری جهت سریع‌تر انجام دادن فعالیت‌ها، بررسی شده است [۱۶] در این پژوهش، از ساختار علی دوباره‌کاری [۷] و سیکل دوباره‌کاری [۸] به عنوان هسته اصلی، استفاده شد [۹] در مدل ارائه شده در پژوهش حاضر، از خصوصیات استفاده شده است که در سیستم‌های واقعی پروژه‌های موردی ما، در واقعیت استفاده شدند. دوباره‌کاری، در حقیقت شامل تصحیح خطاهایی است که در طول فعالیت‌های پروژه به دلایل مختلف، رخ داده‌اند.

۷- شبیه‌سازی تحلیل سیاست استخدام کارگران موقتی در مدل پویایی سیستم

شناسایی خطا و دوباره‌کاری‌های در کارگاه‌ها، به دلیل وابستگی بین فعالیت‌های عمرانی، تحلیل را به حدی پیچیده می‌شود که از توانایی‌های مدل ذهنی فراتر می‌رود. به دلیل این که یک تغییر و خطا یا دوباره‌کاری منجر به تأثیر در بخش‌های دیگر می‌شود.



شکل ۱- تدوین مدل پویا جهت کاهش خطا و دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی

اجرائی در کارگاه بوده است که در نتیجه، فشار برنامه را بیشتر خواهد کرد. فشار برنامه، ناشی از عقب‌افتادگی از زمان برنامه‌ریزی شده اولیه یا پیش‌بینی و سیاست‌هایی است که اغلب مدیران برای جبران این عقب‌افتادگی انجام می‌دهند که با اعلام فشار بیشتر همراه است. یکی از تصمیم‌های اتخاذ شده مدیران پروژه جهت جبران فشار برنامه، اغلب سیاست‌های اضافه‌کاری است.

این سیاست در کوتاه‌مدت، می‌تواند عقب‌افتادگی‌ها به‌طور قابل‌توجهی رفع نماید. استفاده از سیاست‌های اضافه‌کاری، در صورتی که فاصله بین زمان عقب‌افتادگی‌ها، کوتاه باشد، اغلب سیاست موفق خواهد بود؛ اما این سیاست در بلندمدت، یک سناریو تخریبی و خطرناک است که منجر به خستگی کارگران و اکیپ‌های اجرایی و سپس افزایش نرخ خطا می‌شود. از این رو، اگر تصمیم مدیران ما، در بلندمدت تحلیل و مدل‌سازی گردد، بسیاری از سیاست‌های اتخاذ شده مدیران ما، علاوه بر تلف شدن منابع (انسانی، ماشین‌آلات و مصالح) حتی منجر به بدتر شدن اوضاع در بازه زمانی طولانی‌مدت می‌گردد که نتایج آن، نرخ تولید خطا بیشتر و سپس افزایش فعالیت‌های باقی‌مانده و در نتیجه زیاد شدن زمان و هزینه پروژه شده است.

علت اصلی این عدم مدیریت‌ها، عدم استفاده از ابزارهای مدیریتی مانند روش پویایی سیستم، شبیه‌سازی و بررسی تحلیل تصمیم‌های اتخاذ شده بوده است. همچنین از نتایج شفاف‌ی که شکاف آن در کارگاه‌های عمرانی به‌وضوح دیده شد، عدم وجود جلسات آموزشی برای مدیران، کارگران و اکیپ‌های اجرایی بود. با جلسات آموزشی می‌توان آگاهی و دانش بیشتری از وضعیت پروژه و خطرات موجود و استراتژی‌ها، طراحی نمود که منجر به افزایش تعداد فعالیت‌های بدون خطا بیشتری در کارگاه می‌گردد. از طرفی، یکی دیگر از مشکلات مدیریتی موجود در پروژه، این است که آموزش در اغلب موارد در اولویت‌های بعدی مدیران قرار گرفته است. در زمان‌هایی که فشار برنامه بیشتر می‌شود و یا بودجه پروژه کاهش یافته است و تأمین منابع مالی به‌سختی امکان‌پذیر است، جلسات آموزشی و آموزش پرسنل، از اولویت خارج می‌گردد که خود باعث عدم آگاهی و در نتیجه نرخ فعالیت‌های بدون خطا کاهش می‌یابد. پژوهش‌های پیشین تاکنون، مطالعاتی در دنیا در زمینه خطاها و دوباره‌کاری‌های ایجاد شده در پروژه‌ها عمرانی انجام شده است. بسیاری از این مدل‌ها، به مسائل مهم و تأثیرگذاری اشاره کرده‌اند که در این تحقیق نیز از استدلال‌ها و نتایج آن‌ها در ساخت مدل استفاده شد؛ اما بسیاری از مدل‌های ارائه شده، مشکلات و محدودیت‌های موجود در کشورهای توسعه‌یافته و عدم برنامه‌ریزی برای خطاهای ایجاد شده را نداشته‌اند. از این رو، مدل ارائه شده در این تحقیق، یک مدل کاربردی قابل‌استفاده برای پروژه‌های واقعی در ایران می‌باشد.

در اغلب کشورها، از جمله پژوهش‌هایی که در کشورهای پیشرفته انجام شده است، علت بسیاری از خطاها را گزارش‌های کم حوادث در کارگاه‌ها عنوان کرده‌اند. در حالی که در کشور ما، اصلاً ثبت و ضبط خطاهایی برای آگاهی مدیران از تصمیمات و سیاست‌های خود، نیز وجود ندارد. بسیاری از تصمیم‌ها، بدون تحلیل اثرات آن بر خطا و دوباره‌کاری اتخاذ و سپس مجدد با افزایش زمان و هزینه در یک سری سیکل‌های معیوب تکرار می‌شوند و مشکلات متعدد از قبیل

عدم تأمین مالی را به وجود می‌آورند. از طرفی، هر چقدر میزان پروژه‌ها بزرگ‌تر باشد، این تلفات زمانی و هزینه بیشتر و غیرقابل‌جبران‌تر خواهد بود. طبق یافته‌های پژوهش، مشخص شد که خطاها و دوباره‌کاری‌های ایجاد شده در پروژه‌های عمرانی از فاکتورهای اصلی و ریشه‌ای شکاف‌های موجود در پژوهش‌ها است که منجر به عواقب مختلفی از جمله افزایش زمان، هزینه و کیفیت پروژه شده است.

عدم شناسایی خطاهای مختلف ایجاد شده و علل آن‌ها که منجر به دوباره‌کاری‌های متعدد فعالیت‌های قبلی می‌شود از موارد مهم تأخیرات ریشه‌ای در پروژه‌های عمرانی می‌باشد. در نتیجه نوآوری پژوهش حاضر، در بخش‌های مختلفی از قبیل شناسایی نقش خطا و دوباره‌کاری‌ها در فعالیت‌ها از طریق پیشینه تحقیق، پرسشنامه محقق ساخته و بررسی نظر خبرگان و مشاهده در انجام فعالیت‌های مختلف در کارگاه و سپس تأثیر آن‌ها بر بخش‌های مختلف کشف شد. از جنبه‌های دیگر جدید بودن موضوع، استفاده از روش تحقیق پویایی سیستم به عنوان تحلیل این پدیده‌های پویا بوده است. به دلیل این که روش‌های غیرپویا و ایستا نمی‌توانند تأثیر هم‌زمان تعداد زیادی از متغیرهای موجود در پدیده خطاها و دوباره‌کاری‌ها را بر یکدیگر شناسایی و سپس رفع نمایند. در نهایت حل ریشه‌ای مشکلات منجر به خطا و دوباره‌کاری ناشی از عوامل مختلفی از جمله سیاست‌ها و تصمیم‌های اشتباه مدیران پروژه، رفتارهای ناپایم کارگران و عدم نظارت و سپس ثبت و ضبط خطاهای آن‌ها توسط ناظران و سرپرستان کارگاه می‌باشد. از طرفی بررسی سیاست‌ها همانند آنچه در سیاست استخدام و اضافه‌کاری انجام شد به مدیران پروژه کمک خواهد نمود تا بتوانند قبل از پیاده‌سازی آن‌ها، اثرات مختلف تصمیم‌ها و سیاست‌های احتمالی خود را بررسی نمایند و با شبیه‌سازی‌های پویا، ضعف‌های موجود در آن‌ها را رفع نمایند.

عدم استفاده از نمودارهای علی و معلولی و همچنین ابزارهای شبیه‌سازی، زمان و هزینه‌های گزاف اشتباهات منجر به خطا و سپس دوباره‌کاری در فعالیت‌های عمرانی را کاهش داده و تأخیرات و عواقب مختلف ناشی از آن‌ها را بهبود خواهد داد. در جلسات آموزشی، می‌توان با ساخت مدل‌های علت و معلولی و شبیه‌سازی‌های ساده و قابل‌فهم برای پیمانکاران اصلی و فرعی و سپس نیروی انسانی شاغل در پروژه، علل دقیق مشکلات پویای موجود در کارگاه را شفاف‌سازی نمود. جلسات آموزشی اگر به‌منزله‌ی آگاهی‌بخش‌ها و با هدف مشخص انجام گردد می‌تواند مانند مدل ساخته شده در این پژوهش، از خطاهای مختلف ناشی از ناآگاهی یا حوادث مختلف جلوگیری به عمل آورد.

با توجه به این که آمار حوادث در صنعت ساخت به میزان بالایی نسبت به صنایع دیگر می‌باشد، شناسایی و ثبت و ضبط خطاها، آگاهی و آموزش و همچنین ارائه آمار دقیق از حوادث ایجاد شده نیز می‌تواند از راهکارهای ریشه‌ای جهت کاهش خطا و دوباره‌کاری‌ها در پروژه‌های عمرانی گردد که توسط مصاحبه و مشاهده با عوامل پروژه حاضر بدست آمد. همچنین در انتهای این بخش می‌توان به ارائه پیشنهادهایی کاربردی، با توجه به شکاف‌های تحقیقاتی موجود، برای ارتقای پژوهش‌های آینده ارائه نمود. شناسایی انواع خطاهای ایجاد شده در پروژه‌های عمرانی و ریشه‌یابی علل آن یکی از مواردی



8 (2) , 2024

دوره ۸، شماره ۲
زمستان ۱۴۰۲

دوفصلنامه پژوهشی



